

POLSKIE TOWARZYSTWO PRZYRODNIKÓW im. KOPERNIKA

ROK XIV

Seria A BIOLOGIA

ZESZYT 2(73)

K O S M O S

DWUMIESIĘCZNIK



WARSZAWA 1965

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

KOMITET REDAKCYJNY

Tadeusz Gorczyński, Kazimierz Petruszewicz, Zdzisław Raabe

Redaktor: Włodzimierz Michałłow

Sekretarz: Zbigniew Pomianowski

Adres redakcji: Warszawa, Pałac Kultury i Nauki (tel. 2001, wewn. 2074)

Państwowe Wydawnictwo Naukowe — Warszawa, Miodowa 10.

Nakład 1115 + 155 egz. Ark. wyd. 87,5 ark. druk. 6,5

Papier ilustr. druk. sat. kl. V, 80 g.

Oddano do skład. 11.I.65 r. Podp. do druku w marcu 1965 r.

Druk ukończono w kwietniu 1965 r.

Zam. 24/65

E-42

Cena zł 15.—

Warszawska Drukarnia Naukowa — Warszawa, Śniadeckich 8

MODEL UNACZYNIENIA CIAŁA KRĘGOWCÓW

MODEL CIAŁA KRĘGOWCA

Kręgowce pomimo bardzo różnorodnego wyglądu, wystarczy wyobrazić sobie szczupaka i konia, posiadają ciało zbudowane według jednego podstawowego planu. W każdym kręgowcu ciągnie się od głowy do ogona szkielet osiowy w postaci struny grzbietowej lub kręgosłupa. Ponad nim znajduje się rdzeń, a bezpośrednio pod nim główne naczynia krwionośne wzdłużne, a jeszcze niżej przewód pokarmowy. Po obu stronach tych narządów osiowych znajdują się mięśnie, podzielone na somity. W zasadzie ciało kręgowców jest dwuboczne symetryczne i metameryczne.

O różnorodności obrysu ciała kręgowców decyduje kilka czynników. Głównym jest powstawanie nowych okolic ciała. Ciało ryby dzieli się na trzy okolice, przechodzące w siebie bez wyraźnej zewnętrznej granicy, mianowicie na głowę, tułów i ogon. U zwierząt lądowych pojawia się okolica szyjna, krótka u żaby, długa u bociana lub żyrafy, okolica krzyżowa, a ponadto często lędźwiowa. Można mówić o coraz wyraźniejszym oddzieleniu się głowy od tułowia i tułowia od ogona.

Specjalizacja odnóży wpływa również wyraźnie na pokrój ciała kręgowców. Płetwy parzyste tkwią w tułowie ryb stosunkowo luźno. Natomiast odnóża palczaste kręgowców lądowych ściągają ku sobie wiele sąsiadujących somitów. Dzięki temu metameria okolicy pasów barkowych i miednicowych zaciera się w znacznym stopniu, a powstają liczne mięśnie do obsługi samego odnóża. Im bardziej skomplikowany ruch wykonuje odnóże, tym te zmiany są większe. Wystarczy porównać okolicę nogi przedniej jaszczurki z okolicą skrzydła ptaka.

Podobnie dużą różnorodnością odznacza się układ oddechowy: płuca-skrzela oraz układ pokarmowy. Ten ostatni może być rurą prostą i krótką lub długą, powijaną w naturalnym położeniu w pętle, z rozszerzeniem w okolicy żołądkowej i z uchyłkami różnych rozmiarów w okolicy jelita ślepego. Obraz komplikuje się jeszcze dzięki obecności wątroby i trzustki związanej rozwojowo z zarodkowym jelitkiem. Natomiast skóra ze swoimi tworami, jak łuski, pióra i włosy, pazury, które są tak typowe dla różnych gromad kręgowców, nieznacznie tylko kształtuje sąsiadujące układy.

Zgodnie z naszkicowanym modelem budowy ciała kręgowców kształtuje się przebieg głównych naczyń krwionośnych. Istnieją zatem wzdłużne naczynia osiowe — tętnice i żyły — oraz połączone z nimi naczynia segmentalne. Zależność ta nie ogranicza się do wymienionych naczyń podstawowych. Także rozmieszczenie naczyń w narządach, tak charakterystyczne dla każdego z nich, zależy od rodzaju i układu budujących go tkanek. Zjawisko to nie jest czymś zaskakującym. Z rozwoju

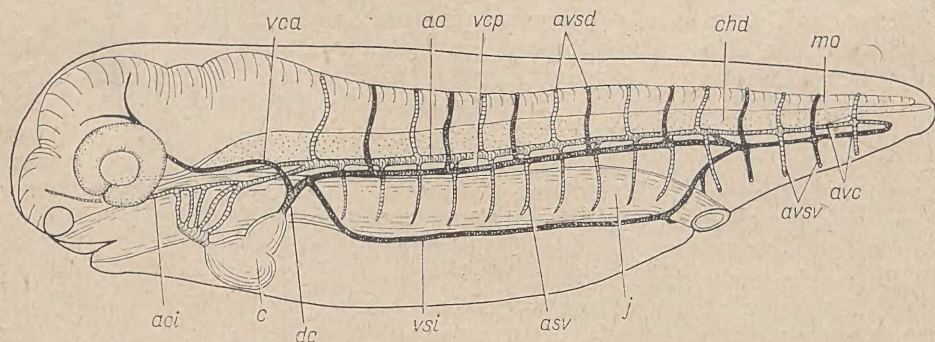
zarodkowego naczyń krwionośnych wiadomo bowiem, że wzrastają one stopniowo w tworzące się narządy, nie wyprzedzając ich nigdy w rozwoju (Grodziński).

UKŁAD GŁÓWNYCH NACZYŃ KRWIONOŚNYCH

Naczynia osiowe

Narządom osiowym, takim jak strunie grzbietowej, kręgosłupowi i rdzeniowi, odpowiadają duże naczynia osiowe, które biegną przez całe ciało na długość pod szkieletem osiowym. O ile jednak szkielet osiowy i rdzeń są narządami nieparzystymi, w naczyniach osiowych da się wyróżnić w zasadzie dwie żyły, tętnice zaś są w całości lub na większej przestrzeni nieparzyste. Jedynie w ogonie występuje jedna żyła i jedna tętnica osiowa (ogonowa). Ponadto osiowy ciąg naczyń przerywa serce, które w określonej okolicy ciała włącza je w ścianę swych pęcherzyków. Jeżeli kręgowce nie posiadają szyi, jak to jest u ryb, serce znajduje się tuż za głową, u innych zwierząt szyja spycha rozwijające się serce różnie daleko ku tyłowi (żaba, bocian), aż znajdzie się w obrębie klatki piersiowej. Od położenia serca zależy długość przedniego odcinka naczyń osiowych; może on ograniczać się do części podstawy puszek mózgowej lub ciągnąć pod kręgami szyi.

Dalszą istotną różnicą pomiędzy naczyniami osiowymi a szkieletem osiowym i rdzeniem jest wielka jednorodność dwu ostatnich narządów u dorosłych przedstawicieli różnych grup kręgowców, a wielkie bogactwo możliwości w układzie naczyń osiowych. Różnorodność zaznacza się bardziej u żył, tętnice są bardziej konserwatywne.



Rys. 1. Modelowe unaczynienie młodego zarodka kręgowców

aci — tętnica szyjna, ao — aorta, asv — tętnica segmentalna brzuszna, avc — tętnica i żyła ogonowa, avsd — tętnica i żyła segmentalna grzbietowa, avsv — tętnica i żyła segmentalna brzuszna, c — serce, chd — struna grzbietowa, j — jelito, mo — rdzeń, vca — żyła podstawowa przednia, vcp — żyła podstawowa tylna, vsi — żyła podjelitowa

Najpierwotniejszy układ naczyń osiowych występuje u wczesnych zarodków, przy czym jest zasadniczo podobny u przedstawicieli wszystkich gromad (rys. 1). Od głowy do tyłu rozpoczyna się aorta jako nieparzysta tętnica, która ciągnie się pod środkiem szkieletu osiowego przez cały tułów aż do końca ogona. Ku przodowi aorta przedłuża się w dwie tętnice szyjne. W końcu ogona tętnica ogonowa przechodzi bezpośrednio w żyłę ogonową, która biegnie pod nią w kierunku tułowia. Tutaj żyła

ogonowa rozdziela się na trzy naczynia: dwie żyły zasadnicze tylne (*vv. cardinales posteriores*) i nieparzystą żyłę podjelitową (*v. subintestinalis*).

Żyły zasadnicze, leżąc od boków do aorty, zdążają w kierunku serca. W jego sąsiedztwie spotykają się z żyłami zasadniczymi przednimi, które towarzyszą w przebiegu tętnicom szyjnym. Obie żyły zasadnicze prawej, podobnie jak i lewej strony ciała łączą się ze sobą i jako *Ductus Cuvieri* przechodzą w serce.

Trzecia żyła tułowia, żyła podjelitowa biegnie, zgodnie z nazwą, środkiem spodu jelita. Przednim odcinkiem przechodzi na jego grzbietową stronę i otwiera się wprost lub za pośrednictwem żyły podstawowej do serca. Początkowo większość krwi przewodzonej przez nią pochodzi z żyły ogonowej, część zaś ze ścian jelita, doprowadzana tutaj przez gałązki aorty. Kiedy przerwie się łączność żyły podjelitowej z żyłą ogonową, drenaże wyłącznie ściany jelita.

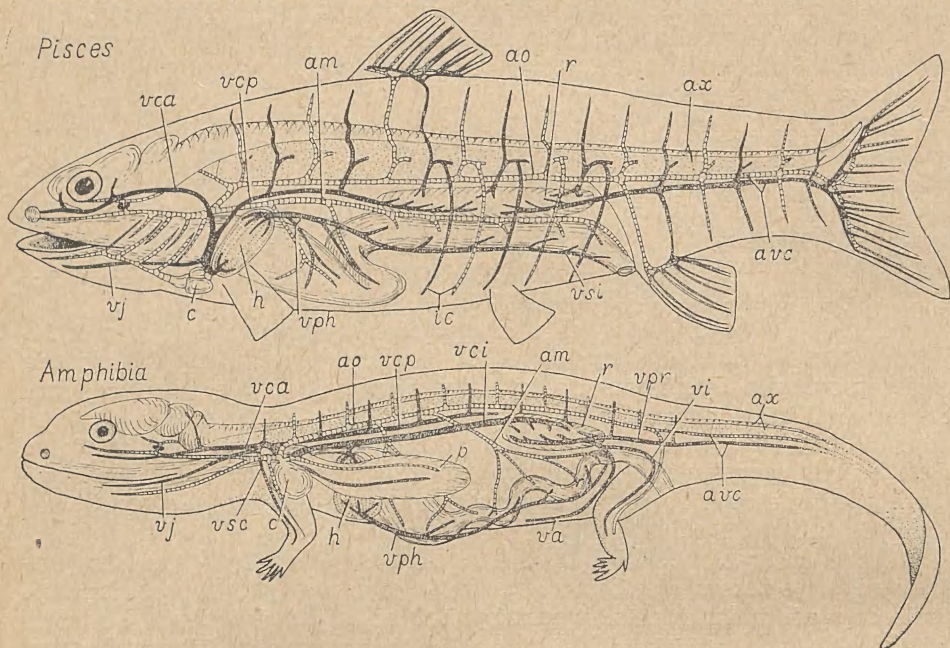
Taki układ naczyń osiowych utrzymuje się tylko przez bardzo krótki okres czasu rozwoju zarodkowego. Zmiany, jakie następują, dotkną przede wszystkim żył osiowych tułowia; rozwijające się bowiem tutaj jelito, a z gruczołów nerki i wątroba włączają się kształtując w układ żylny. W znacznie mniejszym stopniu zmieniają się żyły podstawowe przednie i przysercowy odcinek aorty razem z jej łukami. Tętnice szyjne, aorta grzbietowa i oba naczynia ogonowe pozostają przeważnie bez większych zmian (rys. 2).

Fakt, że naczynia osiowe tułowia zmieniają się więcej niż szyjno-głównowe, a jeszcze więcej niż ogonowe, stoi w związku z dysharmonijnym rozwojem narządów wewnętrznych tych odcinków ciała. Zarówno przewód pokarmowy z wątrobą i trzustką, jak i narządy wydalnicze już bardzo wcześnie zaczynają rozwijać się szybciej niż ściany tułowia. Nerki i wątroba zaczynają nawet wcześniej funkcjonować. Nowe, duże na objętość, tkanki muszą być odpowiednio odżywione. Tymczasem w części główkowej mózg od początku jest dużym narządem i powiększa się później stosunkowo wolno. Zawiazki puszki mózgowej i ścian jamy gębowej narastają w tempie nie o wiele przekraczającym tempo rozwoju mózgu. Szyja, o ile w ogóle istnieje, tworzy się znacznie później. Elementy szkieletu ogona rozwijają się wszystkie harmonijnie; żaden nie wyprzedza tempem narastania inne ani nie ulega gruntownej przebudowie.

Zasadnicza zmiana w przebiegu żyły podjelitowej wiąże się z pojawieniem się wątroby. Tkaneka gruczołowa obrasta tę żyłę i przerywa jej ciągłość. Pierwotna żyła podjelitowa dzieli się zatem na dwie części, tylną — żyłę wrotną wątroby, która doprowadza krew do wątroby z przewodu pokarmowego, i na część przednią — żyłę wątrobową, która prowadzi krew z wątroby do serca. Żyła wrotna wątroby i żyła bądź też żyły wątrobowe występują u wszystkich kręgowców, jednakże tak proste i typowy rozwój tych naczyń cechuje tylko ryby i płazy. Sprawa przekształceń naczyń tu omawianych komplikuje się znacznie u zarodków gadów, ptaków i ssaków, u których wchodzi tutaj w grę jeszcze inne żyły: *vv. omphalo-mesentericae*, ewentualnie także *vv. umbilicales*. Tylko u ryb żyły wątrobowe otwierają się wprost do serca, u innych kręgowców natomiast do żyły głównej tylnej (*v. cava posterior*).

Wygląd żył zasadniczych tylnych (*vv. cardinales posteriores* lub *vv. postcardinales*) kształtuje się rozmaicie u dorosłych przedstawicieli poszczególnych gromad kręgowców. Ogólny kierunek przekształ-

ceń można określić jako rywalizację pomiędzy nimi a tworzącą się nową żyłą *v. cava posterior*. Biorąc za podstawę stosunek tych dwu żył starych do jednej nowej, można dorosłe kręgowce uszeregować od takich, które nie mają jeszcze śladów żyły głównej tylnej, poprzez takie z za-



Rys. 2. Układ naczyń podstawowych u pierwotnych kręgowców

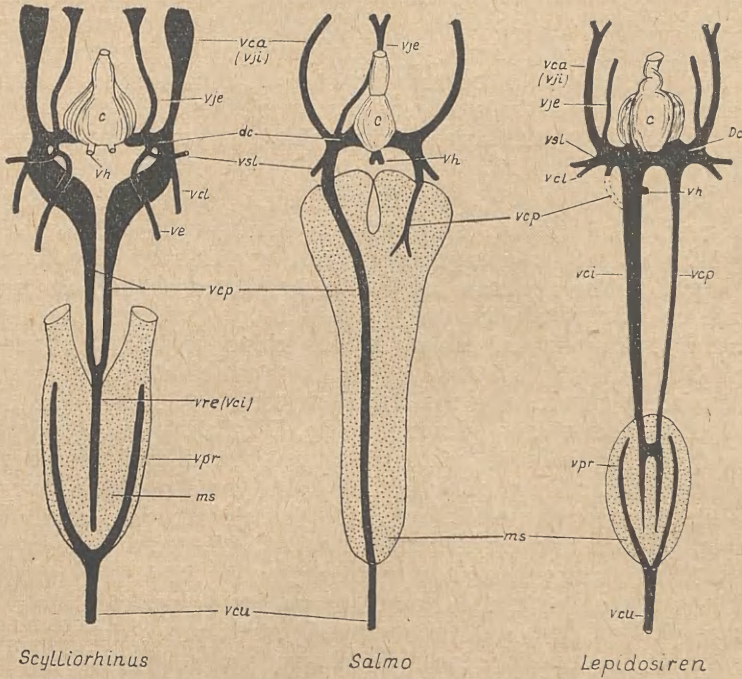
Wątroba, nerki i narządy oddechowe decydują o wielkich przekształceniach, głównie w obrębie żył. *am* — tętnica kręzkowa, *ao* — aorta, *avc* — tętnica i żyła ogonowa, *ax* — narządy osiowe, *c* — serce, *h* — wątroba, *tc* — naczynia międzyżebrowe, *p* — płuca, *r* — nerka, *va* — żyła brzuszna, *vca* — żyła podstawowa przednia, *vci* — żyła główna tylna, *vcp* — żyła podstawowa tylna, *vi* — żyła kulszowa, *vj* — żyła szyjna zewnętrzna, *vph* — żyła wrotna wątroby, *vpr* — żyła wrotna nerek, *vsc* — żyła podobojczykowa, *vsi* — żyła podjelitowa

czątkiem tej żyły, aż do zwierząt w pełną żyłą główną. Równolegle z coraz to pełniejszym rozwojem *v. cava posterior* tracą na znaczeniu *vv. cardinales posteriores*, aż do prawie całkowitego zaniku u ssaków. W ewolucji kręgowców dochodzi zatem stopniowo do zastąpienia żył podstawowych nowym naczyniem *v. cava posterior* (rys. 3, 4, 5).

W tych przeobrażeniach wielką rolę odgrywa tkanka nerkowa drugiego pokolenia nerek, pranercze — *mesonephros*. Obrasta ona u zarodków *vv. cardinales posteriores*, podobnie jak tkanka wątrobowa obrasta żyłę podjelitową. Podobnie jak i tamta, pranerka indukuje pączkowanie nabłonka ścian żyły w formie naczyń, które przerastają tkankę nerkową. Dalszy jednak los pranercza może znacznie odbiegać od losu wątroby. Pranercze może dalej rozrastać się i pozostać organem dorosłego zwierzęcia albo jako narząd przejściowy uwsteczni się w różnym stopniu. W związku z tym *vv. cardinales posteriores* utrzymują się chociażby w nieco zmienionej postaci albo zanikają razem z pranerczem. Proces ten przebiega w sposób bardzo skomplikowany u ssaków, u których poznano go najlepiej. *V. cava posterior* dorosłych ssaków składa się co najmniej z czterech odcinków o różnej przeszłości zarodkowej (*pars*

hepatica, hepatico-subcardinalis, subcardinalis, cardinalis, Mc Clure i Butler).

Wracając do układu żył osiowych tylnych u osobników dorosłych trzeba stwierdzić, że nawet u ryb (rys. 3) stosunki te odbiegają znacznie od tego, co się widzi u zarodków. Trudno przy tym rozstrzygnąć, czy



Rys. 3. Przemiany w układzie żył osiowych u bezwodniowców

Scylliorhinus (wg Parkera) — zaczątek żyły głównej tylnej w okolicy nerkowej, *Salmo* (wg Grodzińskiego) — asymetria żył podstawowych tylnych, *Lepidosiren* (wg Robertsona) — prawa żyła podstawowa przekształca się w żyłę główną, *apu* — tętnica płucna, *az* — tętnica nieparzysta, *dc* — przewód Cuviera, *ha* — żyła nieparzysta krótka, *lu* — żyła łędziowa wstępująca, *ms* — pranerce, *mes* — żyła kręzkowa, *r* — nerka, *sac* — żyła krzyżowa, *va* — żyła brzuszna, *vca* — żyła podstawowa przednia, *vci* — żyła główna tylna, *vcl* — żyła skórna boczna, *vcp* — żyła podstawowa tylna, *vcs* — żyła główna przednia, *vcu* — żyła ogonowa, *ve* — żyła nabrzuszną boczna, *vf* — żyła udowa, *vh* — żyła wątrobowa, *vil* — żyła biodrowa, *vis* — żyła kulszowa, *vje* — żyła szyjna zewnętrzna, *vji* — żyła szyjna wewnętrzna, *vph* — żyła wrotna wątroby, *vpr* — żyła wrotna nerek, *vr* — żyła nerkowa, *vre* — żyła nerkowa odprowadzająca, *vsl* — żyła podobojczykowa

stosunki panujące u ryb spodoustych są pierwotniejsze niż u ryb kostnoszkieletowych. Symetria przebiegu żył przemawia za spodoustymi, brak jakichkolwiek zaczątków *v. cava posteriores* — za kostnoszkieletowymi.

Scylliorhinus, przedstawiciel ryb spodoustych, posiada żyły osiowe całkowicie symetrycznie rozwinięte. W pranerkach istnieje układ wrotny; krew z żyły ogonowej przechodzi przez żyły wrotne nerek i gromadzi się po przejściu odpowiedniego systemu drobnych naczyń w nieparzystym naczyniu, biegnącym między nerkami. Jest to właściwie żyła nerkowa wywodząca. Zasluguje jednak na nazwę żyły głównej tylnej, zarodkowo rozwija się bowiem w podobny sposób jak jeden z odcinków

takiej samej żyły ssaków. Inne odcinki żyły głównej u żarłaczy nie występują. Ku przodowi żyła nowa przechodzi w parzyste żyły podstawowe tylne, które rozszerzają się zatokowato i dochodzą do serca po przednim połączeniu się z żyłami podstawowymi przednimi. Istnieje zatem *Ductus Cuvieri* (Parker).

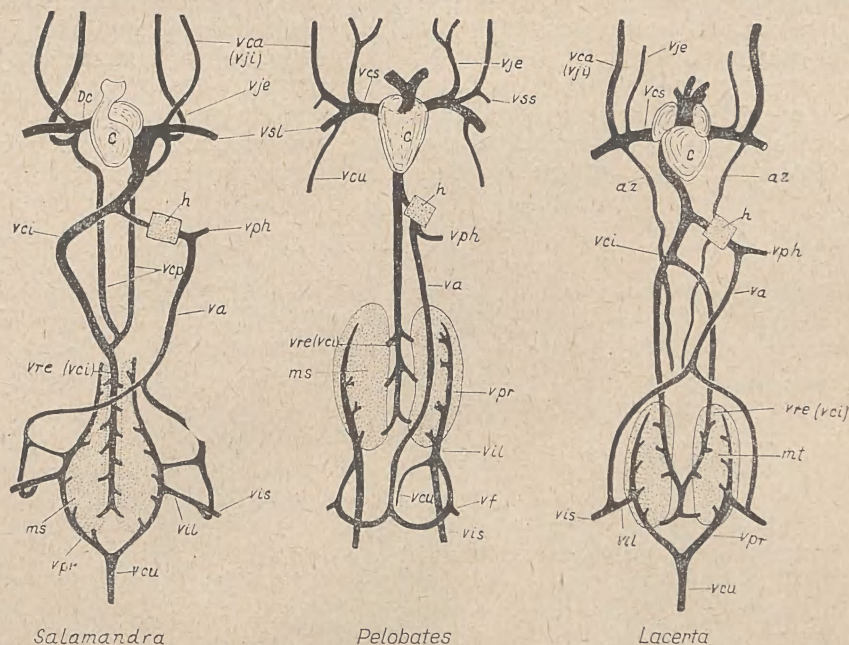
U pstrąga pranerka jest znacznie dłuższa, ciągnie się w jamie ciała od głowy do nasady ogona i jest właściwie ciałem taśmowatym nieparzystym. Układ wrotny istnieje, przy czym żyły segmentalne doprowadzają krew do pranerek, a odprowadza ją stąd prawa *v. cardinalis posterior*. Jest ona przedłużeniem żyły ogonowej. Lewa *v. cardinalis* utrzymuje się u osobników dorosłych tylko jako naczynie szczątkowe, obsługujące głowową część nerki.

Ryby dwudyszne posiadają już *v. cava posterior*, podobnie jak wszystkie zwierzęta lądowe. Jednakże ta grupa ryb, która znalazła się na trasie ewolucyjnej zwierząt lądowych, wykazuje w budowie wielu narządów ciała jakieś opaczne tendencje przystosowawcze do tego trybu życia. Serce np. dzieli się na część żylną i tętniczą nie litą przegrodą, lecz grubymi fałdowanymi zastawkami, które działają niedoskonale. Szkielet płetw parzystych, nawet u *Neoceratodus*, który na nich wspiera się w wodzie i chodzi, nie ma żadnych cech szkieletu odnóży palczastego. Podobnie jest z żyłą główną tylną. Właściwie u *Lepidosiren* istnieją dwie żyły podstawowe tylne, z których jedna jest znacznie silniejsza, i ta jest właśnie żyłą główną. Jej tylny odcinek tkwi w pranerce i drenuje układ wrotny nerki, przedni odcinek utrzymuje się w stanie szczątkowym jako składnik *Ductus Cuvieri*. Natomiast nowy odcinek rury naczyniowej łączy ją wprost z zatoką żylną. Do tego odcinka żyły głównej otwiera się także żyła wątrobowa, w przeciwieństwie do żył wątrobowych innych ryb, które otwierają się wprost do zatoki żyłnej. Pozostały bardzo długi odcinek środkowy żyły głównej tylnej jest prawdziwą żyłą podstawową tylną, która zatrzymała swe pierwotne położenie, a tylko rozmiarami swych ścian dostosowała się do nowych zadań (Robertson).

Przednie żyły osiowe utrzymują się u ryb jako niezmienione *vv. cardinales anteriores*. Odpowiadają żyłom szyjnym wewnętrznym zwierząt lądowych. Ponadto występują tu żyły szyjne zewnętrzne, u ryb kostnoszkieletowych przeważnie nieparzyste, u innych — parzyste. Prawdziwa i doskonała żyła główna tylna występuje u kręgowców lądowych. Porównując układ żyłny salamandry, żaby i jaszczurki (rys. 4), znaleźć można różne etapy przekształceń tego układu. Najpierwotniejsze stosunki panują u salamandry. *V. cava posterior* rozpoczyna się nieparzystym naczyniem, leżącym pomiędzy pranerczami. Odpowiada ona żyłce nerkowej odprowadzającej. Naczynie to przedłuża się w pień żyły głównej, który otrzymawszy krew z żyły wątrobowej otwiera się do lewego *Ductus Cuvieri*. Żyły podstawowe tylne utrzymują się jako żyły wrotne nerek i jako parzyste naczynia połączone wspólnym korzeniem z żyłą główną. Każda z nich po swojej stronie ciała łączy się z żyłą podstawową przednią, czyli że w tej grupie zwierząt istnieje jeszcze *Ductus Cuvieri* (Francis).

Znaczny postęp w rozwoju zaznacza się u płazów bezgoniastych (huczek). Żyła główna rozpoczyna się podobnie jak u salamandry odcinkiem międzynerkowym, otwiera się jednak wprost do *sinus venosus*, zebrawszy po drodze krew z wątroby. Po przednim odcinku żył podsta-

wowych tylnych nie ma żadnego śladu, wobec tego żyły podstawowe przednie razem ze swoimi korzeniami stają się żyłami głównymi przednimi i stosunki te utrzymują się u wszystkich zwierząt, znajdujących się na wyższym niż u żaby szczeblu systematycznym. U dorosłych żab



Rys. 4. Przemiany w układzie żył osiowych niższych kręgowców lądowych

U wszystkich istnieje prawdziwa żyła główna tylna, żyła brzuszna otwiera się do żyły wrotnej wątroby. *Salamandra* (wg Francisa), żyły podstawowe tylne i przewód Cuviera jeszcze istnieją, *Pelobates* (wg Szarskiego) żyły podstawowe tylne zanikły, *Lacerta* (wg Hallera) żyły podstawowe tylne zostały zastąpione przez żyły nieparzyste. Skrótów objaśnięć jak przy rys. 3

nie ma wobec tego *Ductus Cuvieri*. Ponieważ żaby nie posiadają ogona, lecz tylko szczątkową żyłę ogonową, żyły wrotne nerek są zaopatrywane w krew głównie przez *vv. iliaca*e (Szarski).

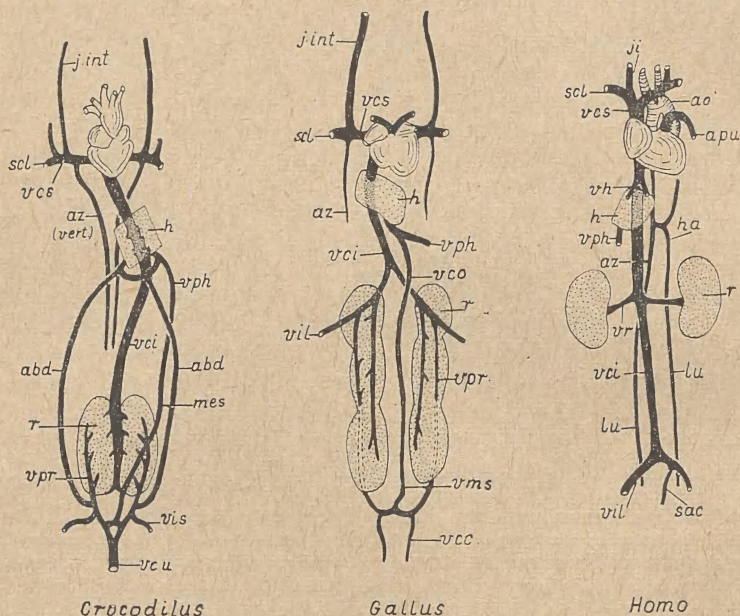
Wśród gadów, zwierząt o bardzo różnorodnym pokroju ciała, (żółw baliowaty, wąż walcowato wydłużony, jaszczurka o konturach salamandry, krokodyl) układ żylny odznacza się wielką różnorodnością. Zanik pranicza nie zaznacza się wyraźnie na wyglądzie żyły głównej. W nerce właściwej — *metanephros* — podobnie jak w praniczu istnieje krążenie wrotne. U jaszczurki (Haller) krew z każdej nerki zbiera samodzielna żyła nerkowa wyprowadzająca. Obie żyły jako korzenie żyły głównej tylnej łączą się daleko w przodzie tułowia w pień nieparzysty. Pień ten otwiera się do prawego przedsionka. Jako dodatkowe żyły pojawiają się parzyste lub nieparzyste *vv. azygos*, zwane także *vv. vertebrales*, które powstają z przekształconych rozgałęzień żył podstawowych tylnych, zwanych u zarodków *vv. supracardinales*.

U innych gadów parzysty odcinek *v. cava posterior* może być w różnym stopniu skrócony, aż do powstania całkowicie nieparzystego naczyńia u krokodyli. *Vv. azygos* mogą być asymetrycznie rozwinięte, to

lewa, to prawa bywa silniejsza. W krańcowym przypadku jedna może całkowicie zaniknąć (rys. 5).

U ssaków łożyskowych, w związku z całkowitym zanikiem krążenia wrotnego nerek, żyła główna tylna rozpoczyna się dwu *vv. iliacae communes* i jako nieparzysty pień dochodzi do prawego przedsionka. Znane są jednak gatunki ssaków o całkowicie lub częściowo parzystych żyłach głównych tylnych. Układ żył *vv. azygos* jest urozmaicony od parzystych i symetrycznych, poprzez asymetryczne do całkowitego zaniku jednej z nich, podobnie zresztą jak to było u gadów (rys. 5).

Jeszcze jedna żyła wzdłużna zasługuje na wzmiankę, a mianowicie *v. abdominalis*. Poza ssakami występuje u wszystkich kręgowców. W za-



Crocodilus

Gallus

Homo

Rys. 5. Przemiany w układzie żył osiowych u wyższych kręgowców lądowych

U wszystkich typowa żyła główna tylna i przednia oraz różne rozwinięte żyły parzyste. *Crocodilus* (wg Spannera z Gelderena), *Gallus* (wg Neugebauera), *Homo* (wg Bochenka i Reichera). Skróty objaśnić jak przy rys. 3

sadzie jest naczyniem nieparzystym, tylko u krokodyli parzystym, biegnie środkiem spodniej ściany tułowia. Jej dwa tylne korzenie tkwią w naczyniach zdążających do układu wrotnego nerek. Ku przodowi żyła ta rozdwaja się u ryb i każda z tych gałęzi uchodzi do odpowiedniej *v. subclavia*. *V. abdominalis* płazów i gadów otwiera się do żyły wrotnej wątroby, w sąsiedztwie tego gruczołu lub wprost do niego. Żyłę tę odpowiada u ssaków zarodkowa *v. umbilicalis*, wchodząca w skład krążenia wrotnego wątroby zarodkowej.

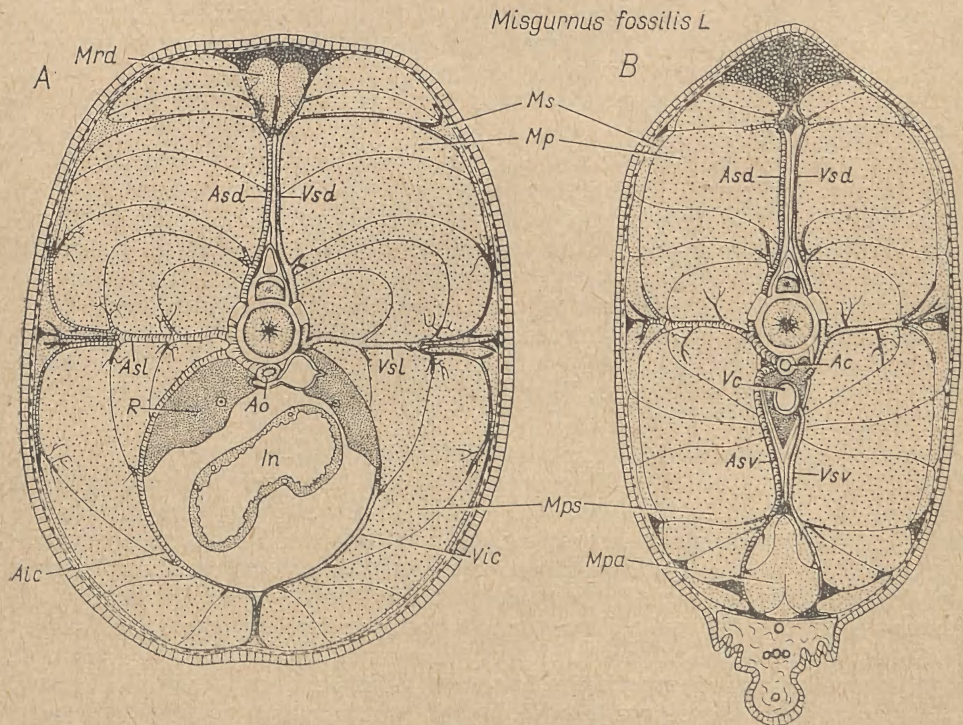
Naczynia segmentalne

Zgodnie z metameryczną budową ciała kręgowców, zaznaczoną wyraźnie przynajmniej u zarodków, występują u nich także naczynia segmentalne, które w swoim przebiegu towarzyszą przeważnie nerwom rdzeniowym. Wynika z tego, że w głowie, której metameria jest wyra-

zona tylko wczesnozarodkowym układem mięśni, brak jest naczyń segmentalnych. Naczynia segmentalne — tętnice i żyły — tkwią w wzdłużnych naczyniach osiowych i od nich skierowują się do wszystkich narządów, przechodząc w nich w system naczyń odżywczych. Mowa tu jest o w pełni rozwiniętych naczyniach, które dotarły do każdego narządu i które zdążyły wytworzyć wiele odnóg drzewiasto rozgałęzionych. Tą właśnie cechą — powszechnym tworzeniem rozgałęzień — różnią się naczynia segmentalne od głównych naczyń osiowych.

Jak dotąd, nie docenia się należycie morfologicznego znaczenia naczyń segmentalnych. Może wiąże się to z tym, że anatom nie zawsze zdaje sobie sprawę z tego, jak naczynia segmentalne wyglądają w stanie pierwotnym, a więc u zarodków, i jak się przekształcają, zanim osiągną swój ostateczny stopień rozwoju.

W zasadzie można wyróżnić trzy rodzaje naczyń segmentalnych, zależnie od tego jak się układają w stosunku do narządów osiowych kręgowca, mianowicie: grzbietowe, boczne i brzuszne (rys. 6). Grzbietowe



Rys. 6. Schemat układu naczyń segmentalnych, rzuconych na jedną płaszczyznę przekroju poprzecznego. *Misgurnus fossilis* L. (wg Pollak)

A — tułów, B — ogon, ac — tętnica ogonowa, alc — tętnica międzyżebrowa, ao — aorta, asd — tętnica segmentalna grzbietowa, asl — tętnica segmentalna boczna, asv — tętnica segmentalna brzuszna, in — jelito, mp — mięsień boczny nadosiowy, mpa — mięsień płetwy odbytowej, mps — mięsień boczny podosiowy, mrd — mięsień prosty grzbietowy, ms — mięsień podskórny, r — nerka, vc — żyła ogonowa, vl — żyła międzyżebrowa, vsd — żyła segmentalna grzbietowa, vsl — żyła segmentalna boczna, vsv — żyła segmentalna brzuszna

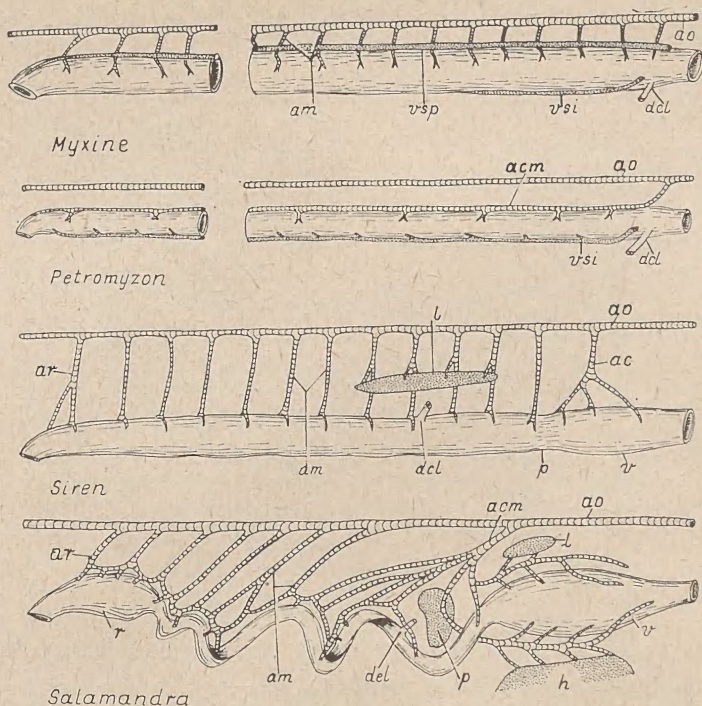
biegną od naczyń osiowych w przegrodzie pomiędzy miomerami (mio-septum) pionowo do góry. Boczne skierowują się wprost od niego lub od naczynia osiowego do przegrody łącznotkankowej, która oddziela mięśnie nadosiowe od podosiowych. Naczynia segmentalne brzuszne skierowują się w ogonie z naczyń osiowych pionowo w dół, w przegrodę pomiędzy mięśnie prawej i lewej strony ciała. W tułowie tętnice wchodzą przez kreskę na jelito, natomiast żyły segmentalne brzuszne w tułowie wcale się nie zawiązują.

Sposób połączenia naczyń segmentalnych z naczyniami osiowymi jest nieistotny dla rozważań układu modelowego. Naczynia segmentalne mogą tkwić w nich każde oddzielnie lub zebrane wszystkie razem. Do tej koncentracji dochodzi w ciągu rozwoju zarodkowego. Natomiast istnieje zasadnicza różnica pomiędzy układem naczyń segmentalnych ryb i płazów z jednej strony a pozostałych kręgowców (owodniowce) — z drugiej. U bezwodniowców tętnice i żyły segmentalne alternują dość dokładnie ze sobą. Natomiast u owodniowców w każdym mioseptum znajduje się po jednej tętnicy i żyły (Grodziński).

W części ogonowej ciała naczynia segmentalne, poza wysyłaniem gałązek systemu odżywczego, nie wykazują poważniejszych zmian w przebiegu. Natomiast w tułowie tylko grzbietowe naczynia segmentalne utrzymują się w pierwotnej postaci, boczne wykazują wielką ekspansywność, tętnice brzuszne dostosowują się do wyglądu przewodu pokarmowego.

Naczynia segmentalne boczne sięgają aż do skóry, unaczyniają ją i sąsiadujące mięśnie. Zaopatrują w krew odnóża, przy czym *aa. subclaviae* i *iliacae* są ich bezpośrednimi pochodnymi (Grodziński). Z naczyń tych wyrasta także bardzo silnie rozwinięta u zwierząt z dużymi żebrami gałąź międzyżebrowa, w anatomii człowieka uznawana za główną tętnicę ze względu na jej rozmiary. Naczynia segmentalne boczne biorą udział za pośrednictwem swych podskórnych odgałęzień, sięgających aż na spód tułowia, w utworzeniu wspomnianej *v. abdominalis*, a także *aa. i vv. epigastricae*. Występują one już u ryb, a u ssaków dają naczynia listwy mlecznej.

Tętnice segmentalne brzuszne tułowia dochodzą kreską do jelita. Liczba ich jest różna u różnych gatunków, a metameria przebiegu nie całkiem dokładna. Kiedy rura jelitowa zaczyna się wyginać i różnicować na odcinki, naczynia kreskowe dostosowują się do zmienionych warunków (rys. 7). Zasady tego procesu można zilustrować na przykładzie wybranych przedstawicieli różnych gromad kręgowców. Przewody pokarmowe beżżółdkowe, o ile są rurą prostą (ryby karpiowate z jelitem pętlowato powyginanym nie wchodzą tu w rachubę), powinny posiadać najpierwotniejsze unaczynienie tętnicze. Tak jest u śluzicy *Myxine*, u której do pozaskrzelowego odcinka przewodu pokarmowego dochodzi około 35 tętnic kreskowych. Byłyby to tętnice segmentalne brzuszne, które utrzymały się w stanie mało zmienionym, zachowując dość dokładnie metameryczny układ. Tymczasem bliski krewniak śluzicy należący razem z nią do beżżółkowców, mianowicie minog, przy podobnym wyglądzie przewodu pokarmowego posiada tylko jedną *a. mesenterica*, która przedłuża się w nieparzysty pień tętniczy, ciągnący się środkiem grzbietu jelita. Larwy minoga mają liczne tętnice kreskowe, kiedy jednakże uwsteczni się kreska prawie na całej długości, naczynia te znikają wszystkie z wyjątkiem pierwszego (Grodziński).



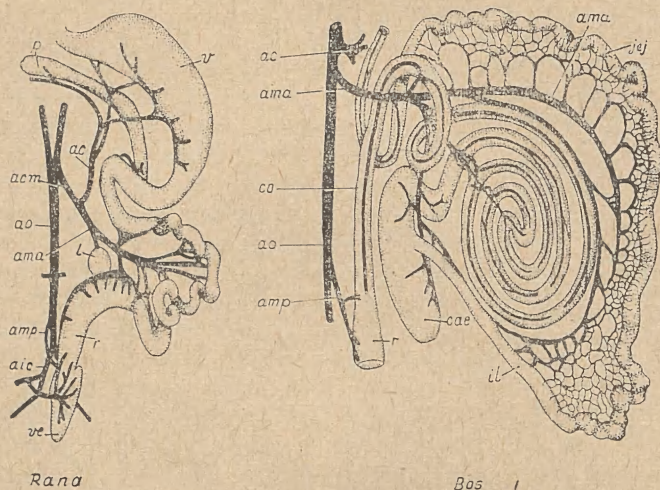
Rys. 7. Układy tętnic segmentalnych brzusznych

Myxine (wg Grodzińskiego) — jelito rurą prostą, tętnice kręzkowe metameryczne, *Petromyzon* (wg Grodzińskiego) — jelito bezkręzkowe, tętnica kręzkowa jedna, *Siren* (wg Klatscha z Hafferla), początek specjalizacji tętnic kręzkowych, *Salamandra* (wg Hafferla) wyraźna tętnica jelitowo-kręzkowa, *ao* — aorta, *ac* — tętnica żołądkowa, *acm* — tętnica jelitowo-kręzkowa, *am* — tętnica kręzkowa, *ar* — tętnica odbytowa, *dcl* — przewód wątrobowy, *h* — wątroba, *l* — śledziona, *p* — trzustka, *v* — żołądek, *vsi* — żyła podjelitowa, *vsp* — żyła nadjelitowa

W obrębie płazów przewód pokarmowy osiąga różne stopnie komplikacji. U wijca *Siren*, o ciele bardzo silnie wydłużonym, przewód pokarmowy jest rurą prostą, w której jednak żołądek daje się już zewnętrznie wyróżnić, z odzwiercieniem jako tylną granicą. Tętnice kręzkowe tego zwierzęcia przypominają układem stosunki panujące u śluzicy. Są jednak mniej liczne i silniejsze. Pierwsza z nich zasługuje na nazwę *a. coeliaca* (*gastrica*), ponieważ jest nieco silniejsza i dochodzi do żołądka (Klatsch). Przewód pokarmowy salamandry jest już zróżnicowany na ważniejsze odcinki i trochę spętłony w stosunkowo długiej jamie ciała. Następuje w związku z tym koncentracja przednich tętniczek kręzkowych w *a. coeliaco-mesenterica*, tylne utrzymują się jako samodzielne tętniczki kręzkowe. Ostatnia z nich odżywia końcową część przewodu pokarmowego (*a. cloacalis* — Hafferl). W mocno skróconym, a poszerzonym tułowiu żaby przewód pokarmowy układa się w wyraźne pętle. Stąd utrzymuje się tylko jedno główne naczynie przewodu pokarmowego *a. coeliaco — mesenterica* i drugie podrzędne obsługujące jelito grube — *a. mesenterica posterior* (Gaupp).

Bardzo skomplikowane unaczynienie charakteryzuje przewód pokarmowy kopytówców, szczególnie przeżuwaczy, u których żołądek osią-

ga olbrzymie rozmiary, a okrężnica układa się w postaci regularnej spirali (błędnik spiralny okrężnicy). Prowadzi to do powstania potężnej tętnicy żołądkowej i do nie mniejszej *a. mesenterica anterior*. Czasem



Rys. 8. Układ pochodnych tętn segmentalnych brzusznych na jelicie silnie spętłonym

Rana (wg Gauppa), *Bos* (wg Siebera z Hafferla), ac — tętnica żołądkowa, acm — tętnica jelitowo-krezkowa, aic — tętnica biodrowa, ama — tętnica krezkowa przednia, amp — tętnica krezkowa tylna, ao — aorta, cae — jelito ślepe, co — okrężnica, il — jelito kręte, jej — jelito czcze, l — śledziona, p — trzustka, r — odbytnica, ve — pęcherz moczowy

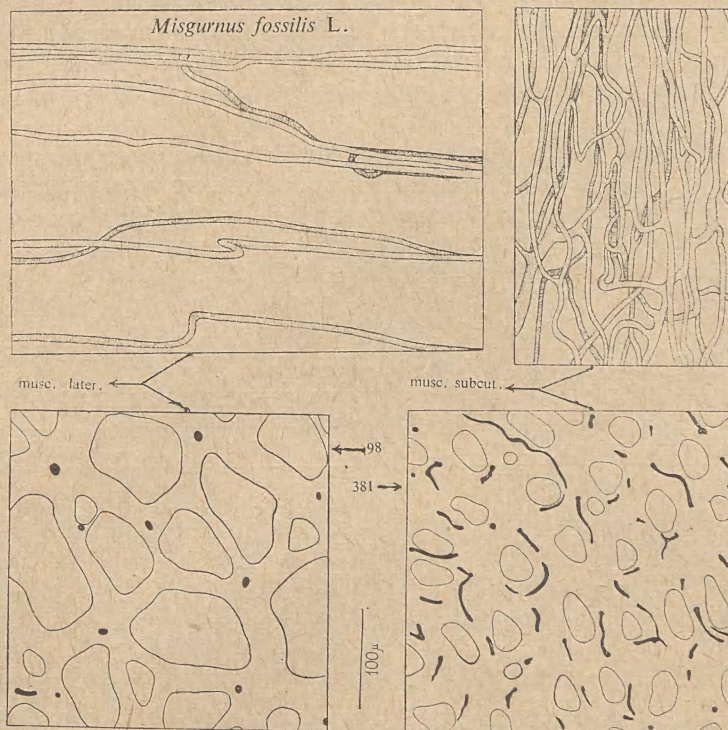
u bydła domowego obie tętnice mogą mieć wspólny korzeń w aorcie, *A. mesenterica* obsługuje jelito czcze i okrężnicę. Do pierwszego wysyła liczne gałęzie, które tworzą dużą sieć naczyniową o wielkich oczkach. Gałązki dochodzące do okrężnicy przylegają końcowymi odcinkami ściśle do jej powierzchni. Odcinki początkowe zamknięte w wierzchołkowej części błędnika spiralnego oplatają się w sposób skomplikowany dokoła siebie, co świadczy o tym, jak się obracały w okresie zarodkowego tworzenia spirali okrężnicy (Sieber).

SYSTEM NACZYŃ ODŻYWCZYCH

Histologowie dokładnie opracowali, z jakich tkanek składa się każdy narząd, jak poszczególne elementy tkankowe są w nich rozmieszczone. Pokazuje się, że naczynia odżywiające — a więc głównie włosniczki — dostosowują się w swym przebiegu do histologicznej struktury tkanek i narządów. Chodzi tu głównie o skupienie włókien i komórek różnego typu. W obrębie komórek zebranych w warstwy, wyspy czy pęcherzyki — naczynia tworzą sieci o oczkach różnego kalibru. Natomiast wśród włókien łącznotkankowych, mięśniowych lub nerwowych naczynia przebiegania mniej więcej prostolinijnie, równolegle do włókien i do siebie. Jakość skupień zarówno komórek, jak i włókien odbija się na zagęszczeniu naczyń krwionośnych. Podchodząc od strony czynnościowej do tego zjawiska, można stwierdzić, że narządy całe czy też ich pewne okolice tym lepiej są unaczynione, im są sprawniejsze i czynniejsze.

Dużo wiadomości z zakresu unaczynienia mięśni zebrano dla przed-

stawicieli wszystkich ważniejszych grup kręgowców. Stwierdzono przy tym, że różne mięśnie tego samego osobnika wykazują różne zagęszczenie włósniczek, co się oblicza w sztukach naczynek, widocznych w 1 mm² przekroju przez mięsień. Piskorz, jedna z badanych ryb (rys. 9),



Rys. 9. Unaczynienie mięśni *Misgurnus fossilis* L. (wg Pollak)

W górnym szeregu układ włósniczek w przekroju wzdłużnym przez mięsień, w szeregu dolnym przekrój poprzeczny przez włósniczki i włókna mięsne: *musc. lat.* — mięsień boczny tułowia, *musc. subcut.* — mięsień podskórny tułowia, 98 i 381 — liczby włósniczek na 1 mm² przekroju poprzecznego przez mięsień

ma ich w mięśniu bocznym tułowia 98, a w mięśniu podskórnym tego samego segmentu — 381 sztuk (Pollak).

Liczba włósniczek liczona na przekroju 1 mm² zmienia się także z wiekiem, czyli wzrostem zwierzęcia. Mianowicie u *Rana esculenta*

Tabela 1

<i>Rana esculenta</i> L. — <i>musculus gastrocnemius</i>					
Ciężar osobn. wg.	2.6	43	56	66	250
Liczba kapilar	412	261	249	260	139
Liczba włókien	585	168	162	173	94
Średnica włókien w μ.	22	63	65	68	121
Liczba kapilar na 100 włókien	71	156	153	151	167

w *musculus gastrocnemius* zmniejsza się znacznie liczba naczyń u osobników większych, natomiast rośnie średnica włókien mięsnych. Usprowadliwia to pogląd, że w miarę wzrostu zwierzęcia liczba naczyń i włókien nie zmienia się zasadniczo. Rośnie jedynie średnica włókien mięśniowych, które grubiejac odpychają od siebie włóśniczki (Czopek).

Liczba włóśniczek w mięśniach ssaków góruje znacznie nad takimiz u płazów. Nie udało się znaleźć danych dla gadów i ptaków, dlatego porównanie musi się ograniczyć tylko do tych dwu gromad (Biology Data Book).

W mięśniach nogi tylnej myszy liczba włóśniczek osiąga zawrotną wysokość, bo 3600 sztuk na przekroju poprzecznym o powierzchni 1 mm². Mniej, ale i tak więcej niż płazy, posiada pies, królik i morska świnka. Płazy ogoniaste — salamandra, ambystoma — posiadają znacznie mniej włóśniczek niż bezogoniaste (170, 190—305, 486).

Tabela 2

Musculus gastrocnemius

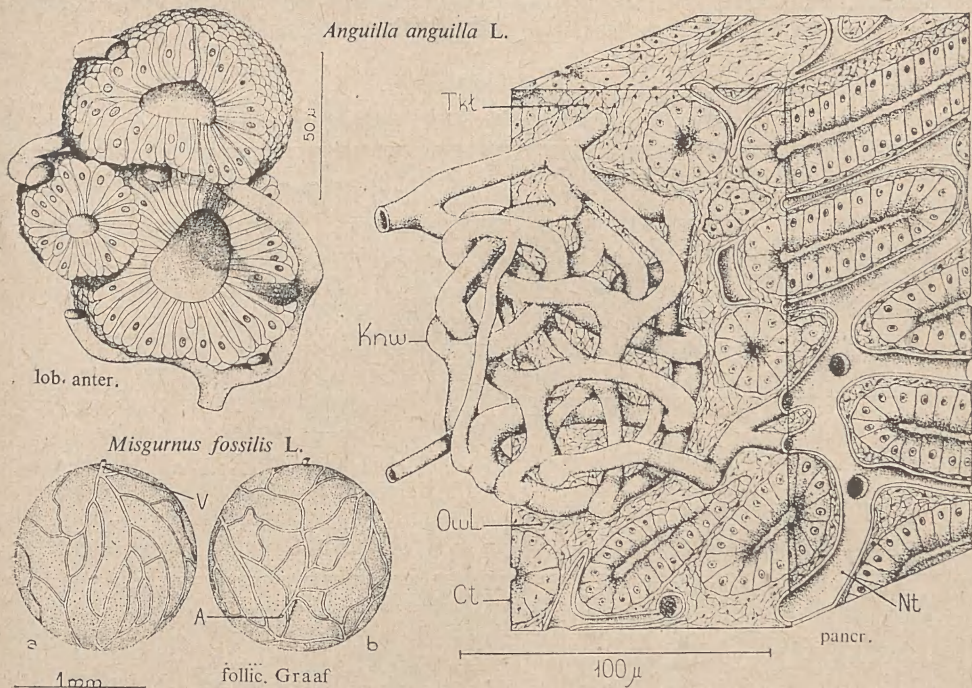
Zwierzę	Liczba włóśniczek przeciętych	
	na 1 mm ²	na 1 włókno
<i>Equus</i>	1 350	?
<i>Canis</i>	2 010	1.2
<i>Oryctolagus</i>	1 344	1.6
<i>Cavia</i>	1 621	2.5
<i>Mus</i>	3 600	?
<i>Bombina</i>	305	1.3
<i>Bufo calamita</i>	486	1.4
<i>Salamandra</i>	191	0.6
<i>Ambystoma</i>	170	0.7

Pewne światło na model unaczynienia mięśni daje obliczenie, ile włóśniczek wypada na jedno włókno mięsne. Nieoczekiwanie okazuje się, że różnice pomiędzy płazami bezogoniastymi a ssakami są niezbyt duże, natomiast u płazów ogoniastych stosunek ten jest znacznie mniej korzystny. Stan ten potwierdza jednak, że ssaki mają bardzo cienkie włókna mięsne i bardzo dobrze przetkane włóśniczkami.

Zupełnie inaczej układają się naczynia odżywcze w miejscach skupień komórkowych (rys. 10). Jednym z typów skupień są pęcherzyki np.: w gruczole tarczycowym, w przednim płacie przysadki mózgowej węgorza, pęcherzyki Graffa w jajniku. W tych przypadkach pęcherzyki oplata od zewnątrz sieć naczyń włosowatych. Przy tym naczynia nie wnikają pomiędzy komórki, lecz leżą w warstwie tkanki łącznej obejmującej pęcherzyki dokoła. Gęstość tej sieci jest bardzo różna; im mniejszy pęcherzyk, tym obficiejsze oplatają go naczynia. W dorosłym pęcherzyku Graffa u piskorza wypada na 1 mm² powierzchni 4—5 mm rurki naczyniowej (Jasiński, Matyjewicz-Juszczak).

Jeżeli komórki skupią się w grudki np. w wysepkach Langerhansa trzustki, to naczynia odżywcze wnikają pomiędzy nie i tworzą wewnętrzne trójwymiarowe sploty (Kukla).

W tkance nerwowej komórki mogą skupiać się na dużej przestrzeni w warstwy, które w preparacie histologicznym odcinają się wyraźnie od warstw włókien nerwowych. Do tego układu tkanki nerwowej dostosowują się naczynia odżywcze. W warstwie włóknistej mają prze-



Rys. 10. Układ naczyń odżywczych w skupieniach komórek

Anguilla anguilla L. Knw — kłębek naczyń w wysepce Langerhansa trzustki (wg Kukli), lob. ant. — na powierzchni pęcherzyków przedniego płata przysadki mózgowej u węgorza (wg Jasińskiego), follic. Graaf. — na powierzchni pęcherzyków Graafa u *Misgurnus fossilis* L. (wg Matyjewicz-Juszczak)

bieg zbliżony do prostoliniowego, zgodny z układem włókien, natomiast w warstwie komórkowej tworzą sieci naczyniowe o różnej średnicy i zagęszczeniu oczek. W związku z tym nasuwa się pytanie, czy jedna komórka może mieć swoje naczynie odżywcze? Odpowiedź wypada pozytywnie pod warunkiem, że to będzie bardzo duża komórka, np. u drętwy komórki rdzenia przedłużonego obsługującego narządy elektryczne.

Dwoisty typ unaczynienia tkanki nerwowej obrazują fotografie ze znanej pracy Pfeifera. Na przekroju przez okolice *sulcus splenialis* mózgu kota (rys. 82) widać wyraźnie, że w substancji białej włókniczki i większe naczynka mają przebieg zgodny z przebiegiem włókien nerwowych. Natomiast wśród komórek korowych włókniczki tworzą wyraźne sieci. Ta zbieżność architektoniki tkanki mózgowej z układem naczyniowym sięga jeszcze głębiej. Na przekroju przez korę mózgową z *area striata* człowieka (rys. 130), widać warstwy komórek wyraźnie wyróżnione i od siebie dość dobrze oddzielone. W obrębie warstw komórkowych widać zagęszczenie sieci włókniczek, szczególnie w warstwie czwartej. Natomiast jest ich znacznie mniej w warstwie komórek wrze-

cionowatych. Warstwa najbardziej powierzchniowa odznaczająca się ubóstwem komórek jest też b. słabo unaczyniona.

Craigie próbował z dobrym wynikiem ująć unaczynienie różnych części mózgu w liczby. Zrobił to dla kilku przedstawicieli ryb, płazów i gadów. Przykłady z badań nad rybami spodoustymi *Squalus*—żarłacz i przeraza—*Chimaera* pozwala wysnuć kilka wniosków:

Tabela 3

Długość (μ) włósniczek w 100 μ^3 tkanki nerwowej

Okolica	<i>Squalus</i>	<i>Chimaera</i>
<i>Regio vestibulo-latero-cerebel.</i>		
<i>lobus nervi lateralis</i>	201	518
<i>cerebellum — strat. granul.</i>	142	388
V — <i>nucleus sens.</i>	142	221
VIII — <i>nucleus</i>	164	379
<i>Prosencephalon</i>		
<i>pallium</i>	47	122
<i>tuberculum olfactor.</i>	54	125
<i>corpus striatum</i>	57	79
<i>nucleus olfactorius later.</i>	107	188
<i>Spina dorsalis</i>		
<i>funiculus ventralis</i>	32	146
<i>funiculus dorsalis</i>	46	98
<i>funiculus lateralis</i>	58	168

1. Unaczynienie u dwu przedstawicieli tej samej gromady ryb jest różnie zagęszczone. Systematycy ostatnio wydzielają *Chimaera* z gromady spodoustych, co mogłoby być poparte przez wyżej omówione unaczynienie.

2. Skupienia komórek są inaczej unaczynione niż skupienia włókien nerwowych.

3. Skupienia komórek w okolicy granicznej mózdzka i rdzenia przedłużonego są najsilniej unaczynione.

4. Przodomózgowie, również w skupieniach komórkowych, jest o wiele słabiej unaczynione, nieznacznie tylko obficie niż skupienia włókien nerwowych w rdzeniu.

Przy bliższej analizie okazuje się, że zagęszczenie włósniczek nie zawsze zależy od liczby komórek nerwowych, występujących w danej okolicy mózgu. Również inne przypuszczenie, że o liczbie naszyń decyduje liczba synaps, jest tylko przypuszczeniem. Trudno sobie wyobrazić, aby w jednostce objętości mózgu o podobnym zagęszczeniu komórek w jednej okolicy było 4 razy więcej synaps. Prawdopodobnie dochodzi tutaj do głosu i działa kształtująco na model układu włósniczek zapotrzebowanie na metabolity przez neurony, różne w różnych okolicach mózgu tego samego osobnika. Po prostu intensywność pracy danego skupienia komórek ma swój odpowiednik w gęstości unaczynienia.

Można by jeszcze mnożyć przykłady na związek pomiędzy budową i funkcją narządu, z jednej strony, a jego tkankowym unaczynieniem z drugiej strony. Zarówno unaczynienie skóry płazów lub ich płuc, jak i unaczynienie fałdów bądź też kosmków jelita potwierdzają poprzednio wypowiedziane ogólne zasady.

LITERATURA

- Altman P. L., Dittmar D. S., 1964, *Biological Data Book*, Washington.
- Bochenek A., Reicher M., 1957, *Anatomia człowieka*, t. 4.
- Craigie E. H., 1927, *Notes on the vascular supply in the brain of a holocephalian Hydrolagus (Chimaera) Collei*, J. Compar. Neurol., 43, 193—200.
- Craigie E. H., 1928, *The vascularity of various parts of the central nervous system of the dogfish, Squalus sucklii* (Girard), ibidem, 46, 97—121.
- Czopek G., 1963, *The distribution of capillaries in muscles of some Amphibia*, Studia Soc. Sci. Torun. 7, 1—40.
- Francis F. T. B., 1934, *The anatomy of the salamander*, Oxford.
- Gaupp E., 1899, *Anatomie des Frosches*, IV, Braunschweig.
- van Gelderen Chr., 1933, VI. *Venensystem mit einem Anhang über den Dotterund Plazentarkreislauf*, w Bolk i inni: *Handbuch vergleichenden Anatomie d. Wirbeltiere*, 6, 685—744, Berlin — Wien.
- Grodziński Z., 1932, *Sur les vaisseaux sanguins de l'intestin chez les cyclostomes*, C. R. Ass. Anat. 27, 337—342.
- Grodziński Z., 1933, *Vergleichende Entwicklungsgeschichte und Anatomie der axialen Blutgefäße in den vorderen Extremitäten der Wirbeltiere*, Bull. Acad. Sci. Cracovie, 243—273, 321—338.
- Grodziński Z., 1938, *Das Blutgefäßsystem der Fische*. Bronn's Tierkl. u. Ordnun. Fische. 6, 1—80.
- Grodziński Z., 1962, *Zasady rozwoju naczyń krwionośnych u kręgowców*, Studia Soc. Sc. Torunen, 6, 1—44.
- Hafferl A., 1933, V. *Das Arteriensystem*, w Bolk i inni: *Handbuch vergleichenden Anatomie d. Wirbeltiere*, 6, 563—684.
- Haller B., 1904, *Lehrbuch der vergleichenden Anatomie*, Jena.
- Jasiński A., 1961, *Structure and vascularisation of the pituitary body of Teleosts*, Part I., *The Eel (Anguilla anguilla L.)*, Acta Biol. Cracov., 4, 79—88.
- Kukla M., 1958, *The structure and vascularisation of the pancreas of the Eel (Anguilla anguilla L.)*, ibidem 1, 99—111.
- Mc Clure C. F. W., Butler E. G., 1925, *The development of the vena cava inferior in man*, A. Jour. Anat., 35, 331—383.
- Matyjewicz-Juszczak D., 1963, *Blood vessels of the ovary of the pond loach (Misgurnus fossilis L.)*, Acta Biol. Cracov., 6, 45—58.
- Neugebauer L. A., 1845, *Systema venosum avium*, Verhand. Leopold. Carol. Akadem., 13, 519—698.
- Parker T. J., Haswell W. A., 1940, *A text-book of zoology*, II, London.
- Pfeifer R. A., 1930, *Grundlegende Untersuchungen für die Angioarchitektonik des Menschen Gehirns*, Berlin.
- Pollak A., 1961, *The main vessels of the body and capillaries of the muscles in some Teleost fish*, Part. II, *The pond loach Misgurnus fossilis L.*, Acta Biol. Cracov., 4, 143—169.
- Reagan F. P., 1929, *A century of study upon the development of eutherian vena cava inferior*, Quart. Rev. Biol., 4, 179—212.
- Szarski H., 1947, *On the blood vascular system of Salientia*, Bull. Acad. Sc. Cracovie, 145—211.

FUNKCJE BIOLOGICZNE JAKO WYRAZ PRZEMIAN MOLEKULARNYCH

Schemat rozwoju nauk biologicznych ma wiele podobieństwa do schematu rozwoju filogenetycznego organizmów żywych. Od wspólnego pnia w miarę poznawania nowych faktów i udoskonalania metod badawczych odgałęziają się nowe nauki, rozwijające się własnym torem, mające własne cele i własne metody pracy. Każda z nich, obejmująca tylko określony wycinek wiedzy o przyrodzie, dochodzi po pewnym czasie do okresu dojrzałości i tu kończy się możliwość porównania ze schematem rozwoju filogenetycznego organizmów żywych. Dezintegracja, niezbędna w okresie młodzieńczym wszystkich dyscyplin przyrodniczych, w miarę ich rozwoju doprowadza do wzajemnej integracji — łączenia osiągnięć uzyskanych w niezależnych badaniach metodami charakterystycznymi dla poszczególnych nauk. Taka integracja wywołuje powrót do wspólnego pnia — do pogłębienia ogólnej wiedzy o przyrodzie i pełniejszego zrozumienia poszczególnych zjawisk.

Tak więc na przykład połączenie osiągnięć anatomii i cytologii z osiągnięciami chemii związków naturalnych doprowadziło do poznania rozmieszczenia składników chemicznych w różnych komórkach i tkankach. Integracja histochemii, cytochemii i jednego z podstawowych działów biochemii — enzymatyki dostarczyła danych o lokalizacji w komórce zarówno enzymów, jak i procesów przez nie katalizowanych.

W wyniku symbiozy różnych nauk przyrodniczych powstają nowe nauki, a może tylko nowe nazwy, precyzujące zakres badań w dziedzinie tak obszernej, jaką jest wiedza o organizmach żywych. Poprzez anatomię chemiczną, biochemię, biofizykę, biofizykochemię doszliśmy do biologii molekularnej, której głównym celem jest dążenie do powiązania poszczególnych funkcji biologicznych z przemianami molekularnymi, pojętymi w najszerszym zakresie.

Zagadnienie to nie jest nowe, lecz nowa jest technika pracy. Metody zapożyczone od chemii organicznej, którymi z takim powodzeniem operowali w ciągu ostatnich 30—40 lat biochemicy, dostarczyły danych o cyklach i szlakach metabolicznych, tj. o przemianie związków niskocząsteczkowych, powstawaniu z substratów kolejnych produktów różniących się od siebie długością łańcucha węglowego, grupami funkcyjnymi lub tylko rozmieszczeniem grup funkcyjnych. Potrafimy dziś określić strukturę stanu trwałego substratów i produktów przemian pośrednich, znamy związki, ale nie znamy jeszcze mechanizmu ich powstawania i przekształceń, związanego ściśle z własnościami makrocząsteczkowych białek enzymatycznych. W badaniu makrocząsteczek zawiodą metody chemii organicznej, toteż zostały one zastąpione metodami fizycznymi, fizykochemicznymi i kalkulacją matematyczną. Badania te możliwe są

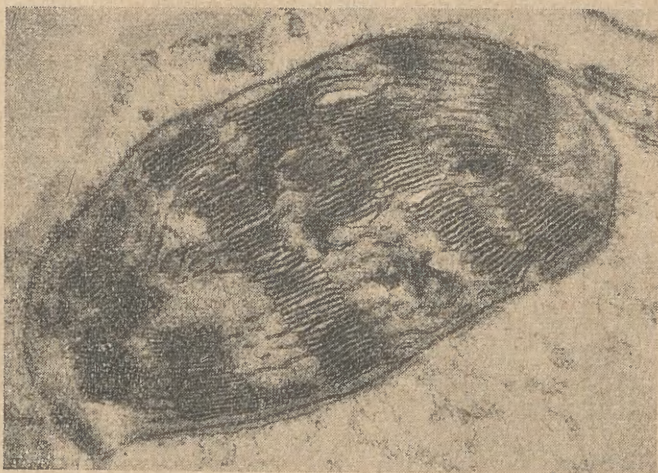
tylko przy zastosowaniu ultraczułych instrumentów badawczych, jakimi już dysponuje współczesna technika.

Bogactwo form organizmów żywych i różnorodność zjawisk biologicznych dostarcza ogromnej ilości zagadnień biologii molekularnej. Ograniczę się do scharakteryzowania przemian molekularnych związanych ze specjalnie interesującymi mnie funkcjami: produkcją materii organicznej ze związków nieorganicznych w wyspecjalizowanych elementach komórkowych, jakimi są chloroplasty, i oddychaniem komórkowym, tj. główną drogą mineralizacji składników organicznych, zachodzącą w mitochondriach i dostarczającą energii dla szeregu procesów życiowych.

Podstawowym efektem fotosyntezy jest reduktywne włączanie dwutlenku węgla na koszt energii świetlnej, pobranej przez chlorofil i przemienionej w energię związków makroergicznych: adenozynotrójfosforanu i zredukowanej formy fosforanu dwunukleotydu nikotynamidoadeninowego (ATP i NADPH).

Pośrednie stadia przemian dwutlenek węgla $\rightarrow$ związki organiczne, jak również enzymy, katalizujące poszczególne reakcje, poznane są dziś dobrze. Stanowią one tzw. cykl Calvina, w którym kolejna przemiana ufosforylowanych związków niskocząsteczkowych dostarcza nowych cząsteczek materii organicznej i regeneruje metabolity cyklu (2).

Energia potrzebna do przeprowadzenia reakcji cyklu, dostarczona w postaci związków makroergicznych, pochodzi z energii kwantów światła. Przemiana energii świetlnej w energię chemiczną w roślinach zielonych związana jest z istnieniem chloroplastów. Organelle te wykazują,



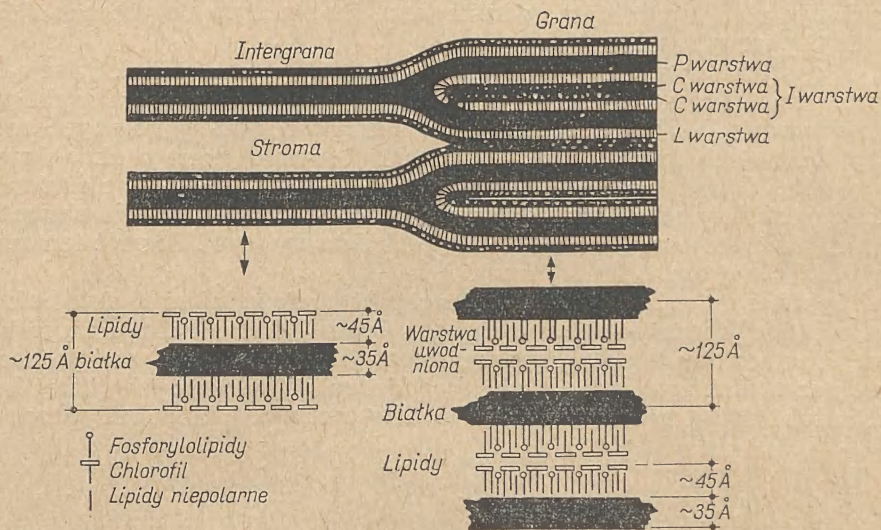
Rys. 1. Zdjęcie w mikroskopie elektronowym chloroplastu liści tytoniu (wg 9)

mimo zasadniczych różnic w funkcji podstawowej, pewne podobieństwo do mitochondriów — charakteryzują się strukturą lamellarną, o specyficznym rozmieszczeniu składników lipofilnych i hydrofilnych. Struktura taka umożliwia przenoszenie ładunku elektrycznego na zasadzie zjawiska rezonansu, właściwości półprzewodnikowych lub tworzenia się kompleksów przenoszenia ładunku.

Na rysunku 1 pokazane jest zdjęcie chloroplastu liści tytoniu wykonane w mikroskopie elektronowym. Widać wyraźnie strukturę lamellarną oraz grana, w których zgrupowane są barwniki światłoczułe. Jest to obraz

charakterystyczny dla chloroplastów roślin wyższych. U zielonych glonów chlorofil nie jest rozmieszczony w granach, lecz równomiernie w lamellach. U bakterii fotosyntetyzujących zamiast chloroplastów są prostsze od nich chromatofory, we wszystkich przypadkach jednak struktura lamellarna jest charakterystyczną architekturą aparatu fotosyntetyzującego.

Schemat rozmieszczenia składników w lamellach przedstawiony jest na rys. 2.



Rys. 2. Schemat struktury warstwowej chloroplastu tkanki mezofilowej kukurydzy (wg 2)

U góry — zagęszczenia zaobserwowane na przekrojach utrwalonych osmem, u dołu — interpretacja wyobrażająca rozmieszczenie białek, lipidów i chlorofilu

Lamelle składają się z warstw białkowych, zawierających enzymy, oraz warstw lipidowych zawierających fosfolipidy i barwniki światłoczułe: chlorofile i karotenoidy. Układ taki pozwala na przenoszenie energii pobudzenia świetlnego, jak i na współdziałanie ze sobą systemu przekształcającego energię z systemem włączania dwutlenku węgla.

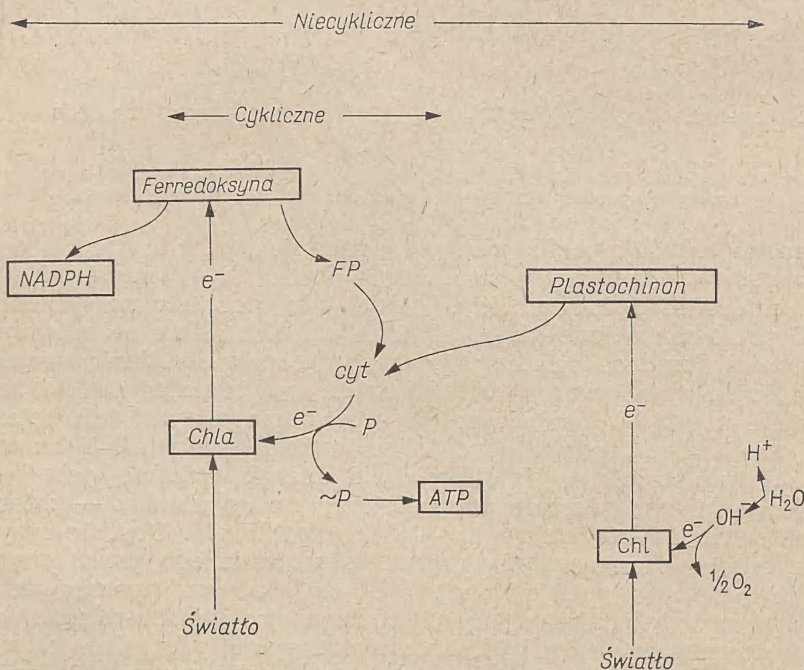
Zaabsorbowana energia świetlna może być przeniesiona na zasadzie rezonansu między sąsiadującymi ze sobą homogennymi lub heterogennymi cząsteczkami barwników. W naturalnej mieszaninie barwników światłoczułych ostatecznym akceptorem energii świetlnej jest barwnik absorbujący przy najdłuższej fali świetlnej, a więc u roślin — chlorofil *a*, a u bakterii fotosyntetyzujących — bakteriochlorofil. Obecnie przyjmuje się, że energia kwantu świetlnego, zaabsorbowanego przez cząsteczkę chlorofilu, wędruje jako przesuwający się ekscyton poprzez jednostkę fotosyntetyczną, póki nie osiągnie centrum reakcji fotochemicznej lub nie zostanie rozproszona jako widmo fluorescencyjne, gdy minie czas pobudzenia przed osiągnięciem centrum aktywnego. W centrum reakcji fotochemicznej kwant energii wywołuje pierwotny proces przeniesienia elektronu.

Kolejność zjawisk, które zachodzą, gdy energia pobudzenia osiągnie centrum reakcji fotochemicznej, nie jest jeszcze całkowicie ustalona. Badania przeprowadzone metodą spektrofotometrii różnicowej wykazały obecność w tym centrum barwników ulegających oksydoredukcji. Są to:

barwnik P700, plastochinon i cytochrom u roślin, zaś barwnik P890, ubichinon i cytochrom u bakterii fotosyntetyzujących. Barwniki P700 i P890, będące specjalnymi formami chlorofilu i bakteriochlorofilu, tracą elektron, tj. ulegają utlenieniu w czasie absorpcji światła w jednostce fotosyntetyzującej. Bezpośrednim akceptorem tego elektronu jest według Arnona ferredoksyna — białko zawierające niehemowo związane żelazo i ulegające łatwo oksydoredukcji. Zredukowana ferredoksyna jest najbardziej elektroujemnym reduktantem, izolowanym dotychczas z aparatu fotosyntetyzującego.

Dalszy etap przeniesienia elektronu związany jest z fosforylacją fotosyntetyczną, która może zachodzić w sposób cykliczny, pseudocykliczny i niecykliczny (1). Fotofosforylacja cykliczna zachodzi w zielonych roślinach i bakteriach fotosyntetyzujących przy udziale jednego aktu świetlnego i bez udziału egzogennych donatorów i akceptorów elektronów. Elektron pobrany od chlorofilu przez ferredoksynę powraca do chlorofilu poprzez flawoproteinę (FP) i układ cytochromowy (cyt). Powrót ten związany jest z syntezą ATP (schemat 1).

U bakterii fotosyntetyzujących zachodzi obok cyklicznej fotofosforylacji pseudocykliczna — również przy udziale jednego tylko aktu świetlnego. Przeniesiony z chlorofilu na ferredoksynę elektron zostaje zastąpiony przez elektron egzogeny, pochodzący od właściwych danej bakterii reduktantów, np. tiosiarczanu u *Chromatium*. Obok ATP pozostaje



Schemat 1. Transport elektronów w fotofosforylacji cyklicznej i niecyklicznej

zredukowana ferredoksyna jako drugi makroergiczny związek, powstały w wyniku pierwotnego przeniesienia elektronu.

Rośliny zielone — wyższe od bakterii w rozwoju ewolucyjnym — wykorzystują jako reduktant wodę. Do rozłożenia jednej cząsteczki wody

z wydzieleniem pół cząsteczki tlenu potrzeba dwóch einsteinów światła czerwonego. Wymaga to dwóch aktów świetlnych. Przyjmuje się obecnie, że elektron wyzwolony z cząsteczki chlorofilu (Chl), pobudzonej przez drugi akt świetlny, redukuje plastochinon, następnie jest przeniesiony na łańcuch cytochromowy i uzupełnia w cząsteczce chlorofilu (Chla), pobudzonej przez pierwszy akt świetlny elektron, przeniesiony na ferredoksyne. W wyniku tych procesów następuje fosforylacja niecykliczna, związana z wydzieleniem tlenu (schemat 1). Równocześnie zredukowana ferredoksyna staje się źródłem wtórnego procesu przeniesienia elektronu, który nie jest już bezpośrednio zależny od reakcji fotochemicznej. Powstaje czynnik redukcji (NADPH) w ilości równoważnej z ilością uwolnionego tlenu (lub z ilością utlenionego reduktantu w bakteryjnej fotofosforylacji pseudocyklicznej). Oba związki makroergiczne: ATP i NADPH, są donatorami energii w następnej, chemicznej części fotosyntezy, tj. w reduktywnym włączaniu dwutlenku węgla, lub są wykorzystane do innych funkcji.

W oddychaniu podobnie jak w fotosyntezie wyróżnić można dwa typy przemian. Jednym z nich jest mineralizacja związków organicznych, odbywająca się u większości organizmów tlenowych głównie za pośrednictwem cyklu kwasów trójkarboksylowych, drugim — przenoszenie i magazynowanie wyzwolonej w tym procesie energii w związkach makroergicznych, głównie kwasie adenosynotrójfosforowym.

Pośrednie stadia cyklu kwasów trójkarboksylowych są już dobrze poznane i należą do typu przemian chemicznych, polegających na dołączeniu, odłączeniu lub przemianie grup funkcyjnych w substratach kolejnych reakcji. Energetycznym produktem cyklu są elektrony, przenieszone przez kolejne pośredniki na tlen cząsteczkowy z równoczesnym zamagazynowaniem energii, wyzwalanej w czasie spadku potencjału oksydoredukcyjnego na drodze substrat $\rightarrow$ tlen.

Podobnie jak w procesie fotosyntezy oba te etapy mogą być od siebie oddzielone, jakkolwiek w komórkach są ściśle wzajemnie uzależnione.

Rysunek 3 przedstawia zdjęcie mitochondrionu otrzymane w mikroskopie elektronowym. Widać wyraźnie jego budowę warstwową. W mitochondriach wyróżnić można ścianę zewnętrzną, ścianę wewnętrzną i matrix, tj. warstwę między tymi ścianami. Grzebienie, widoczne na zdjęciu, są rurkowatymi wgłębieniami ściany wewnętrznej i matrix (6).

W ścianie zewnętrznej zgrupowane są enzymy cyklu kwasów trójkarboksylowych, cyklu kwasów tłuszczowych, przemiany pirogronian $\rightarrow$ acetylo-CoA i innych przemian substratowych. Gdy mitochondria poddać działaniu ultradźwięków, ściana zewnętrzna ulega oddzieleniu od matrix i rozdzieleniu na indywidualne kompleksy enzymatyczne.

Matrix jest zdolnym do kontrakcji układem sieciowym trzech lub więcej rodzajów splecionych ze sobą polimerów, zawieszonych w środowisku wodnym, w którym zlokalizowane są koenzymy mitochondrionu, takie jak NAD, NADP, CoA, współdziałające ze składnikami obu ścian błony oraz zgrupowane w micelle fosfolipidy. W skład układu sieciowego wchodzi białka typu aktyny i miozyny, umożliwiające skurcz i rozkurcz mitochondrionu. W warunkach optymalnych mitochondrion jest w stanie skurczu i wymiana składników z cytoplazmą jest ściśle uwarunkowana procesami enzymatycznymi.

Ściana wewnętrzna składa się z funkcjonalnych jednostek transportu elektronów z NADH i bursztynianu na tlen cząsteczkowy; noszą one nazwę cząstek przenoszących elektrony (ETP). Pojedyncze cząstki łączą się ze sobą tworząc strukturę dwuwymiarową. W każdej z nich znajdują się dwa rodzaje flawoprotein (FP), trzy lub cztery rodzaje cytochromów

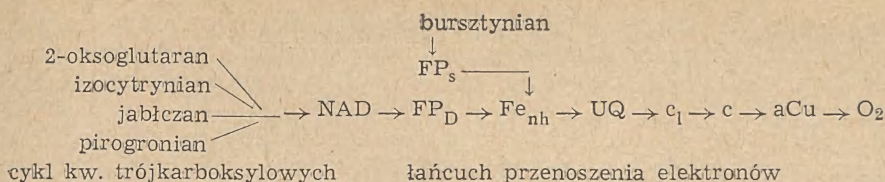


Rys. 3. Zdjęcie w mikroskopie elektronowym mitochondrionu mięśnia serca szczura (wg 7)

(cyt) i co najmniej cztery rodzaje białek, zawierających niehemowo związane żelazo (Fe_{nh}). Składniki te tworzą cztery kompleksy, z których każdy zawiera kilka białek oksydoredukcyjnych. Kompleksy te powiązane są ze sobą przy udziale warstw fosfolipidowych, tworząc pojedynczy zhybrydowany system; w którym przemiany zachodzą wewnątrzcząsteczkowo, a nie międzycząsteczkowo.

Należy podkreślić, że fosfolipidy są integralną częścią nie tylko cząstek przenoszących elektrony, lecz mitochondrionu jako całości. Łączą one w nieprzerwaną całość wszystkie jego strukturalne elementy, umożliwiając powiązanie ze sobą i wzajemną regulację poszczególnych procesów.

Kolejność zgrupowania składników łańcucha przenoszenia elektronów, a więc i kolejne etapy oksydoredukcji przedstawia schemat 2.



Schemat 2. Kolejne etapy przenoszenia elektronów z substratu na tlen cząsteczkowy

Elektrony wyzwolone w przemianach oksydoredukcyjnych cyklu kwasów trójkarboksylowych przeniesione są na NAD, powstaje jego forma zredukowana — NADH, przekazująca dalej elektrony na specyficzną flawoproteinę FP_D. Powstaje zredukowana flawoproteina i regeneruje się NAD, gotowy do przyjęcia od substratów następnej pary elektronów. Zredukowana flawoproteina przekazuje elektrony na następny przenośnik — żelazoproteinę, a ta na ubichinon. Zespół FP_D → żelazoproteina tworzy jeden z czterech kompleksów łańcucha przenoszenia elektronów. Drugim jest zespół bursztynian → FP_s, trzecim — prawdopodobnie wspólnym dla obu pierwszych — zespół przenoszący elektrony ze zredukowanego ubichinonu na cytochrom c, czwartym — zespół przenoszący elektrony ze zredukowanego cytochromu c na tlen cząsteczkowy.

Dwa pierwsze kompleksy połączone są z trzecim za pomocą ubichinonu, trzeci z czwartym — poprzez cytochrom c. NAD — substrat pierwszego kompleksu łączy poprzez matrix cykl kwasów trójkarboksylowych z łańcuchem przenoszenia elektronów.

Przeniesienie elektronów przez omówione przenośniki związane jest z oksydacyjną fosforylacją, tj. produkcją ATP. Oksydacyjna fosforylacja jest energetycznym etapem oddychania i głównym mechanizmem dostarczającym energii większości organizmów heterotrofowych.

Mechanizm oksydacyjnej fosforylacji jest od prawie 15 lat przedmiotem intensywnych badań i licznych hipotez. Zagadnienie to, ograniczone do dehydrogenazy NADH i 2-metylochinonów (witamina K, ubichinon), jest opracowywane również w Katedrze Biochemii Uniwersytetu Warszawskiego. Genezą naszych badań było zainteresowanie się jeszcze w okresie wojennym witaminą K — czynnikiem egzogennym dla kręgowców, aktywnym w procesie krzepnięcia krwi, oraz jej antymetabolitami z grupy dikumarolu.

Na podstawie wyników naszych badań zaproponowaliśmy w 1950 roku jako hipotezę roboczą udział w procesie krzepnięcia krwi trójpierścieniowych form czynnych witamin i antyvitamin K (3). Na poparcie naszej hipotezy staraliśmy się znaleźć dowody chemiczne: wykazać tautomerię dikumarolu. Po ośmiu latach pracy w 1958 roku podaliśmy bezsprzeczne dowody tautomerii układów pironowych, a m. in. tautomerii dikumarolu — układu dwupirononowego. Dowodem tym było otrzymanie izomerycznych eterów alfa- i gamma-pironowych (4).

W tym samym roku prowadzone w licznych ośrodkach i zakończone niepowodzeniem próby wykazania udziału witaminy K w łańcuchu przenoszenia elektronów w mitochondriach tkanek ssaków doprowadziły do wykrycia dwóch innych 2-metylochinonów: ubichinonu i plastochinonu. O obu związkach już wspominałam. Dziś wiemy, że ubichinon jest jednym z akceptorów elektronów łańcucha oddechowego, czynnym w oksydacyjnej fosforylacji; plastochinon bierze podobny udział w fosforylacji fotosyntetycznej.

Wyniki dalszych naszych badań w połączeniu z wynikami innych autorów pozwoliły nam w 1960 roku na podanie hipotezy roboczej dla wyjaśnienia udziału tych związków w fosforylacji oksydacyjnej i fotosyntetycznej (5).

Według dzisiejszych wiadomości o procesie oksydacyjnej fosforylacji część naszej hipotezy nie jest słuszna — ubiquinon nie współdziała bezpośrednio z fosforanem. Zaproponowaliśmy jednak określoną przestrzenną strukturę aktywną i uwzględniliśmy możliwość jej reagowania z innymi pośrednikami. Ta część hipotezy ma szanse znalezienia potwierdzenia doświadczalnego. Zagadnienia te są obecnie przedmiotem naszych badań.

Ostatnie miesiące przyniosły w dziedzinie oksydacyjnej fosforylacji nowe fakty. Wykryto białkowe faktory sprzężenia ogniów tego procesu z ogniwami łańcucha przeniesienia elektronów (ETP) (8). Wykazano, że ogniwami łańcucha przenoszenia elektronów, przekazującymi energię na ATP w oksydacyjnej fosforylacji są trzy związki: NAD, ubiquinon i cytochrom c, a więc trzy pośredniki sprzęgające ze sobą poszczególne kompleksy łańcucha, o których wspominałam uprzednio. Każdy z tych przenośników ma właściwy sobie faktor sprzężenia — są to trzy różne białka, wydzielone już w postaci czystej. Zaproponowane cztery kolejne stadia chemiczne procesu oksydacyjnej fosforylacji podane są na schemacie 3.

1. Substrat + ETP $\rightarrow$ ETP $\sim$ substrat
2. ETP $\sim$ substrat + faktor $\rightarrow$ faktor $\sim$ substrat + ETP
3. Faktor $\sim$ substrat + P $\rightarrow$ faktor $\sim$ P + substrat_{ox}
4. Faktor $\sim$ P + ADP $\rightarrow$ faktor + ATP

Schemat 3. Kolejne stadia procesu oksydacyjnej fosforylacji (wg 8)

Zredukowany substrat oksydacyjnej fosforylacji (NADH, QH₂, cyt c_{red}) przekazuje elektrony właściwemu sobie ogniwu łańcucha i wytwarza (już w formie utlenionej) z jednostką przenoszenia elektronu ściany wewnętrznej mitochondrionu (ETP) kompleks makroergiczny. W wyniku współdziałania tego kompleksu z właściwym danej przemianie faktorem białkowym energia wraz z substratem zostaje przeniesiona na faktor, odblokowując łańcuch przeniesienia elektronów. W trzeciej reakcji kompleks faktor $\sim$ substrat współdziała z fosforanem, powstaje kompleks faktor $\sim$ fosforan i uwalnia się substrat zdolny do redukcji. Przeniesienie fosforanu na ADP daje ATP i uwalnia faktor.

Przedstawione wyniki są jeszcze zbyt świeże i wymagają dalszego potwierdzenia. Jednakże uzyskane dane wskazują już wyraźnie, że mechanizm magazynowania energii w procesie oddychania komórkowego można wyrazić w formie przemian molekularnych. Być może, że w podobny sposób potrafimy wyrazić już w niedalekiej przyszłości i inne zjawiska, związane z funkcjami biologicznymi wymagającymi dopływu energii, jak transport metabolitów przez błony, ruch, przewodzenie bodźców nerwowych czy wzrost i podział komórek.

LITERATURA

1. Arnon I. D., 1964, *Vith International Congress of Biochemistry*, New York, Abstracts X, 744.
2. Bassham J. A., Calvin M., 1962, *Udział węgla w fotosyntezie*, tłum. Z. Kasprzyk, Warszawa, PWRiL.

3. Chmielewska I., 1950, *Przemysł Chem.*, 6, 740.
4. Chmielewska I., Cieślak J., 1958, *Tetrahedron*, 4, 135.
5. Chmielewska I., 1960, *Biochem. Biophys. Acta*, 39, 170.
6. Green D. E., 1964, *VIth International Congress of Biochemistry*, New York, Abstracts VIII, 615.
7. Vogell H., 1963, *Symposium: Funktionelle und Morphologische Organisation der Zelle*, (Rottach-Egern, 1962), Springer Verlag, 23.
8. Webster G., 1964, *VIth International Congress of Biochemistry*, New York, Abstracts X, 764.
9. Weier T. E., 1961, *Am. J. Bot.*, 48, 615.

BUDOWA, FUNKCJA I PRZEMIANY RETIKULUM ENDOPLAZMATYCZNEGO

Za pomocą mikroskopu elektronowego wyróżnia się trzy zasadnicze elementy strukturalne protoplazmy: cząstki globularne — kuliste, które mogą być pojedynczymi makromolekułami lub połączeniem niewielu takich molekuł, elementy włóknienkowate — fibrylarne i błony — membrany bardzo cienkie, ale tworzące nieraz duże powierzchnie. Te elementy mogą się ze sobą kojarzyć w struktury zarówno ultramikroskopowych, jak i mikroskopowych wymiarów. Błony plazmatyczne są ogromnie pospolite w komórce, otaczają one protoplast oraz wyodrębniają i rozgraniczają w protoplazmie szereg obszarów różniących się od siebie morfologicznie i funkcjonalnie. Pomimo pewnych różnic w szczegółach budowy błony plazmatyczne wykazują zasadnicze podobieństwo, niezależnie od tego, z jakiej części komórki pochodzą. Każda błona składa się z trzech warstw; środkową stanowi zespół lipidów, gdzie dwie jednocząsteczkowej grubości błonki przylegają do siebie, przy czym w każdej błonce cząsteczki leżą w sposób uporządkowany, swymi hydrofilnymi grupami zwróconymi na zewnątrz, a hydrofobowymi łańcuchami do środka. Warstwa lipidowa pokryta jest z obu stron jednocząsteczkowymi warstwami białka. Grubość całej struktury waha się w granicach 70—100 Å i może się zmieniać w dość szerokim zakresie (ref. Korohoda, 1963). Przy bardzo dużych powiększeniach mikroskopu elektronowego w błonie plazmatycznej widoczne są trzy warstwy, dwie brzeżne ciemniejsze i jasna środkowa. Każda z warstw błony cytoplazmatycznej (plazmalemma) ma jednakową grubość, natomiast w tonoplaście warstwa przylegająca do wakuoli jest grubsza od pozostałych (Grun 1963 i in.). Sjöstrand (1963) opisał dalsze szczegóły strukturalne występujące w niektórych błonach plazmatycznych, gdzie środkowa jasna warstwa jest poprzecinana ciemnymi ziarenkami łączącymi na kształt mostków ciemne warstwy zewnętrzne. Gdy się patrzy na powierzchnię błony, okazuje się, że ziarenka o średnicy 50 Å są ułożone w długie szeregi.

Błony plazmatyczne stanowią granicę pomiędzy protoplazmą a otoczeniem i protoplazmą a sokiem komórkowym wakuoli; są one również elementami składowymi mitochondrii i plastydów (ref. Rodkiewicz, 1964); tworzą często bardzo obfity system kanałów i zbiorników zwany endoplazmatycznym retikulum, znajdują się w fotoreceptorach (Borovjagin i Frank, 1962 i in.); występują powszechnie w postaci mikrorurek (microtubules), odkrytych kilka lat temu nowych składników cytoplazmy. Mają one grubość 180 Å, a średnica ich światła wynosi 80 Å (Slautterback, 1963).

Podkreśla się często wyjątkową rolę w organizacji żywej materii wielkocząsteczkowych związków — białek i kwasów nukleinowych. Tymcza-

sem nie mniejsze znaczenie mają substancje tłuszczowe (Robertson, 1963). Ich właściwość formowania monomolekularnych warstw w środowisku wodnym mogła odegrać zasadniczą rolę w ewolucji komórki. Powstałe błonki tłuszczowe z regularnie ułożonymi i zorientowanymi cząsteczkami stworzyły dogodne powierzchnie dla uporządkowanego przyczepiania się cząsteczek białkowych i innych, dając początek przestrzennej organizacji protoplazmy; bez takiej organizacji nie do pomyślenia są złożone procesy życiowe. Można sobie przedstawić najprymitywniejszą komórkę jako nie-różnicowaną bryłę protoplazmy bez jakichkolwiek struktur wewnętrznych, ograniczoną błoną lipidowo-białkową. Powstanie wyspecjalizowanych organoidów komórkowych systemu endoplazmatycznego retikulum odbywałoby się w ewolucji przez wpuklanie się tej zewnętrznej błony plazmatycznej i dalsze różnicowanie się wyodrębnionych przez nią części protoplazmy w jądro, mitochondria i in.

BUDOWA ENDOPLAZMATYCZNEGO RETIKULUM

W komórce wyróżniano od dawna błonę cytoplazmatyczną stanowiącą zewnętrzną granicę protoplastu, błonę wakuolarną oddzielającą protoplazmę od wakuoli i błonę jądrową. Mikroskopia świetlna znała je raczej z obserwacji pośrednich niż z bezpośredniego oglądu, ponieważ grubość ich na ogół nie przekracza $0,1 \mu$, a więc leży poniżej zdolności rozdzielczej mikroskopu. Mikroskopia elektronowa nie tylko potwierdziła istnienie wymienionych błon, ale wykazała w komórce prócz tego cały system błon tworzących ściany sieci kanałów i zbiorników często połączonych ze sobą (Porter i in., 1945; Palade, 1955). System ten nazwano endoplazmatycznym retikulum (Porter, 1953). Sjöstrand (1955) odniósł się bardzo krytycznie do wprowadzonego terminu jako zbyt ogólnikowego i mało precyzyjnego. Sam on opisał pewne typy cytomembran (ref. Karpas, 1959), jednak termin endoplazmatyczne retikulum po pewnym uściśleniu rozpowszechnił się i przyjął.

Błony endoplazmatycznego retikulum zamykają i oddzielają od reszty komórki pewne nieraz znaczne ilości cytoplazmy, na ogół o homogennym wyglądzie. Poza endoplazmatycznym retikulum znajduje się bardziej ziarnista cytoplazma zwana często cytoplazmą podstawową. W niej zawieszone są mitochondria, plastydy, lizosomy, cysterny aparatu Golgiego, również otoczone własnymi błonami cytoplazmatycznymi. System kanałów retikulum łączy się bezpośrednio z zewnętrzną warstwą błony jądrowej. Warstwa zewnętrzna jest po prostu uważana za część endoplazmatycznego retikulum. Przestrzeń pomiędzy wewnętrzną a zewnętrzną warstwą błony jądrowej i kanały retikulum tworzą nieprzerwaną całość. Z drugiej strony kanały okresowo lub stale łączą się z zewnętrzną błoną cytoplazmatyczną komórki. Dzięki temu powstaje bezpośrednia droga pomiędzy otoczeniem komórki a cytoplazmą i jądrem. W tkankach roślinnych kanały retikulum sąsiadujących komórek łączą się ze sobą poprzez plazmodesmy (Buvat, 1962). W wielu typach komórek endoplazmatyczne retikulum jest reprezentowane tylko przez pojedyncze luźno rozrzucone kanały i cysterny (Esau, 1963).

Na zewnętrznej stronie ścian endoplazmatycznego retikulum mogą się znajdować drobne, ok. $150 \text{ \AA}$ średnicy, ribonukleoproteinowe ciała — ribosomy (Palade i Siekevitz, 1956). Ribosomy związane z błonami i swobodnie rozrzucone w cytoplazmie są miejscem intensywnej syntezy biał-

lek. Endoplazmatyczne retikulum połączone z ribosomami określa się jako szorstkie, a pozbawione ribosomów jako gładkie. Ogromne ilości szorstkiego retikulum w kształcie płaskich równoległych do siebie cystern (zbiorników) znajdują się w komórkach produkujących białka. Te struktury cytoplazmatyczne odpowiadają opisywanej z końcem wieku XIX przez Garniera ergastoplazmie, która jest bazofilną częścią cytoplazmy, jak przypuszczano, o wielkiej aktywności metabolicznej. Stąd zgrupowania szorstkiego retikulum przez wielu są nazywane ergastoplazmą (Haguenau i Hollman, 1961). Cysterny ergastoplazmy o długości kilku mikronów i grubości 50 mμ z tkwiącymi z zewnątrz ribosomami stanowią 2/3 cytoplazmy wydzielniczych komórek trzustki (Porter, 1961).

Gładkie elementy retikulum bywają w tych samych lub w oddzielnych komórkach, co i szorstkie. Przynajmniej w jednej klasie komórek — zaangażowanych w syntezie lipidów na eksport gładkie elementy znajdują się stale. Kanały gładkiego retikulum biorą udział w wewnątrzkomórkowym transporcie drobnych kropeł lipidowych pochłanianych w przewodzie pokarmowym (Palay, 1960).

Często układ i charakter elementów endoplazmatycznego retikulum jest właściwy dla określonego typu komórek, tak więc np. Petrov (1962) wyróżnił w gangliach splotu słonecznego komórki nerwowe z siatkowatym endoplazmatycznym retikulum i komórki z równolegle ułożonymi pasmami. Nie należy jednak sądzić, że struktury endoplazmatycznego retikulum są czymś sztywnym i trwałym. Wręcz przeciwnie, wydają się one najbardziej labilnymi elementami morfotycznymi protoplazmy i ulegają głębokim przemianom w ontogenezie komórek (podczas różnicowania się) pod działaniem czynników zewnętrznych w różnych okresach działalności fizjologicznej komórki. Już po godzinie utrzymywania liści moczarki w niesprzyjających warunkach tlenowych endoplazmatyczne retikulum z luźno rozrzuconych cystern przekształca się w koncentryczne zamknięte układy błon, które zanikają szybko po dostarczeniu tlenu (Wrischer, 1960). Bardziej drastyczne środki, jak np. ultradźwięki, rozbijają prawie całe endoplazmatyczne retikulum na nieregularne pęcherzyki, ale w parę godzin następuje regeneracja jego normalnych układów w postaci wydłużonych cystern (Selman i Jurand, 1964). Związki chemiczne, jak CCl_4 , również powodują rozpad endoplazmatycznego retikulum w komórkach wątroby (Reynolds, 1963), a rakotwórcza dimetylonitrozoamina wywołuje oddzielenie się ribosomów od ścian kanałów (Emmelot i Benedetti, 1961). W receptorach oka żaby bodźce świetlne stymulują rozwój szorstkiego endoplazmatycznego retikulum z gładkiego (Czencov, 1961; Frank, 1964). W normalnych procesach mitotycznych, przynajmniej w niektórych wypadkach, kanały zostają rozczłonkowane i pojawiają się znowu po zakończeniu podziału (Porter, 1955, 1961).

ENDOPLAZMATYCZNE RETIKULUM W ROZWOJU KOMÓRKI

Prawie wszystkie komórki zwierzęce i roślinne zawierają endoplazmatyczne retikulum. Młode embrionalne komórki mają niedużo elementów endoplazmatycznego retikulum, rozwija się ono silnie przy różnicowaniu się niektórych typów tkanek, podczas gdy w rozwoju innych prawie całkowicie zanika lub pozostaje bez większych zmian (Porter, 1961; Buvat, 1961, 1962; Wajzman, 1963; Esau, 1963). Na ogół struktury te są ubogie w komórkach roślinnych, z wyjątkiem wczesnych stadiów rozwoju wo-

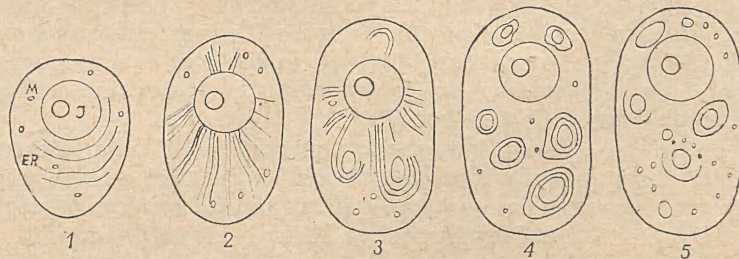
woreczka zalążkowego (Rodkiewicz i Mikulska, 1963) i gruczołowych komórek, w tych ostatnich nie osiąga ono jednak takiego stopnia organizacji jak w gruczołach zwierzęcych (Schnepf, 1964).

Niewiele danych mamy o powstawaniu endoplazmatycznego retikulum. Być może, jest ono wytwarzane przez jądro komórkowe, jak to obserwował u drożdży Lindegren (1962), według którego całe pasma wraz z ribosomami przechodzą z jądra do cytoplazmy. Wohlfarth-Bottermann (1963) twierdzi, że błony endoplazmatycznego retikulum tworzą się z morfologicznie niezróżnicowanej cytoplazmy podstawowej. U ameby w ekto-plazmie nie zawierającej żadnych błon cytoplazmatycznych pojawiają się one w ciągu bardzo krótkiego czasu pod działaniem KSCN. Ale obok tego cysterny mogą się rozrastać i zwiększać swą powierzchnię bądź wytwarzać drobne pęcherzyki, które zlewając się ze sobą dają początek nowym elementom retikulum. Opisano powstawanie z błony jądrowej specjalnego typu błon cytoplazmatycznych nazywanych „fenestrated cisternae” lub „annulate lamellae”, charakteryzujących się obecnością drobnych porów. W tym procesie zewnętrzna warstwa błony jądrowej wytwarza duże ilości pęcherzyków, które w cytoplazmie układają się obok siebie szeregiem i następnie zlewają się ze sobą (Kessel, 1963). Nie jest więc wykluczone, że zwykłe błony retikulum mają podobną genezę.

W rozwijających się komórkach endoplazmatyczne retikulum ulega szeregowi specyficznych przemian. Komórki trzustki młodych embrionów szczura mają tylko gładkie błony plazmatyczne, a dopiero z rozpoczęciem wydzielania przylłączają się do nich ribosomy i kształtuje się system zbiorników (Hirsch, 1964). U świnki morskiej podczas spermatogenezy zmienia się kształt, ilość i układ ergastoplazmy. Spermatogonia mają tylko niewiele rurkowatych i pęcherzykowatych elementów w cytoplazmie, spermatocyty natomiast w środkowej części posiadają obfitą sieć kanałów, a w części peryferycznej liczne płaskie zbiorniki ułożone równolegle do siebie i do powierzchni komórki. W młodych spermatydach zanikają stopniowo zbiorniki, a sieć ulega rozluźnieniu. Kiedy spermatydy się wydłużają, błony retikulum w ogóle już nie są widoczne, a w cytoplazmie pozostają tylko swobodne ribosomy (Fawcett, 1959). Bezbarwna strefa u podstawy liści roślin jednoliściennych zbudowana jest z mało zróżnicowanych komórek zawierających pewne ilości pasm endoplazmatycznego retikulum, które ulegają redukcji w starszych strefach i prawie całkowicie zanikających w dojrzałych komórkach. Należy sądzić, że przynajmniej część tych pasm przekształca się w wakuole (Mikulska, 1964).

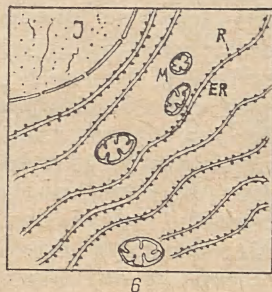
Uderzającym zmianom ulega endoplazmatyczne retikulum rozwijającego się megasporocytu lilii (*Lilium candidum*) (Rodkiewicz i Mikulska, 1964b). Historia powstawania woreczka zalążkowego tej rośliny jest odmienna niż u większości innych okrytozalążkowych. Po mejotycznym podziale megasporocytu żadna z czterech megaspor nie ulega degeneracji ani nie wytwarza ściany komórkowej; wszystkie pozostają w jednej komórce i biorą udział w budowie woreczka zalążkowego. Toteż cała protoplazma megasporocytu trafia do woreczka zalążkowego, a megasporocyt jest jednocześnie komórką macierzystą woreczka zalążkowego. W bardziej pospolitych typach rozwoju wytwarzają się cztery megaspory, z których jedna przekształca się w woreczek zalążkowy, a pozostałe degenerują się, czyli tylko część protoplazmy megasporocytu przejęta zostaje ostatecznie przez woreczek zalążkowy. Najmłodsze megasporocyty, jakie udało się zaobserwować (Mikulska i Rodkiewicz, 1964), mają gęstą

cytoplazmę i niezbyt dużo endoplazmatycznego retikulum, którego pasma są rozmieszczone równolegle wokół jądra i dosyć bezładnie dalej w cytoplazmie (rys. 1 i 6). W zwiększającym się szybko megasporocycie pojawia się ogromna ilość pasm endoplazmatycznego retikulum w całej cyto-



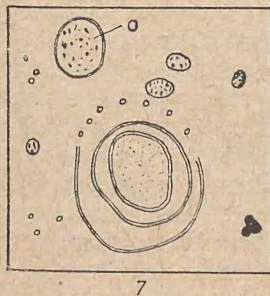
Rys. 1–5. Schemat przemian endoplazmatycznego retikulum podczas I profazy mejoptycznej w megasporocycie lilii

plazmie, przy tym konistytuują się duże zespoły równoległych do siebie pasm przebiegających promieniście od jądra w głąb komórki (rys. 2). Pasma te należy wyobrazić sobie jako bardzo płaskie zbiorniki; na przekrojach widoczne są ich profile. Układy pasm są bez wątpienia ruchliwe i zmieniają swe położenie, a w końcu zaczynają się związać (rys. 3) i prze-



Rys. 6. Silnie powiększony schemat struktury protoplazmy z komórki przedstawionej na rys. 1

kształcać w koncentryczne (na przekrojach) zespoły (rys. 4), które w istocie są zespołami współśrodkowych sferycznych cystern. Wszystkie opisane przemiany towarzyszą mejoptycznej profazie. Przy końcu pierwszej mejoptycznej profazy kuliste zespoły zaczynają ulegać rozpadowi (rys. 5). Rozpad polega na pękaniu zewnętrznych otoczek sfer, wzdłuż pęknięć następuje stopniowe przekształcanie się cysterny w drobne pęcherzyki (rys. 7) (Rodkiewicz i Mikulska, 1964b). Każdy pęcherzyk powstaje na



Rys. 7. Silnie powiększony schemat struktury protoplazmy z komórki przedstawionej na rys. 5. Rozpad koncentrycznych układów błon retikulum z wytworzeniem pęcherzyków i pozostawieniem nietkniętych ośrodków

J. — jądro, ER — endoplazmatyczne retikulum, R — ribosomy, O — ośrodek pozostający po rozpadzie koncentrycznego układu retikulum

skutek rozchodzenia się dwu membran, z których zbudowane są ścianki sfery. Tak więc kolejno rozpadają się wszystkie cysterny zespołu, aż pozostaje nietknięty ośrodek otoczony podwójną błoną. Dalsze obrazy sugerują, że całe endoplazmatyczne retikulum zanika, natomiast ośrodki mogą się dzielić i, być może, stanowią stały lub okresowy element komórki (gametofitu). W późniejszych stadiach — we wtórnym czterojądrowym woreczku zalążkowym nie ma rozwiniętego endoplazmatycznego retikulum, ale ukazują się ono znowu w dojrzewającym woreczku, gdzie tworzy system dużych równoległych kanałów.

Jak się zdaje, system wewnątrzkomórkowych błon bierze udział w procesach rozwojowych megasporocyty i woreczka zalążkowego. Morfologiczne zmiany omawianego systemu wskazują na jego związek z rozrastaniem się komórki. Megasporocyt lilii w ciągu kilku dni zwiększa swą objętość kilkanaście razy, przy tym cytoplazma pozostaje gęsta i niezwakuolizowana, czyli przyrost wynika nie z prostego uwadniania, ale wiąże się z syntezą cytoplazmy. Można przypuścić, że synteza ta ustaje albo istotnie się osłabia w okresie przed metafazą, analogicznie jak to się przeważnie dzieje w komórkach somatycznych. Najobfitsze endoplazmatyczne retikulum pojawia się w czasie intensywnego pomnażania cytoplazmy i wtedy jest ułożone w równoległe zbiorniki charakterystyczne dla komórek syntetyzujących białko. Nie można oczywiście na podstawie morfologicznych danych ustalić, czy bierze ono udział bezpośredni w syntezie, czy służy do przeprowadzania potrzebnych surowców i odtransportowywania gotowego produktu, czy wreszcie jest jedynie postumentem dla ribosomów. Układy zbiorników retikulum są ruchome i w dodatku zmieniają swe położenie prawidłowo w czasie rozbudowywania się megasporocyty. Na tej podstawie można wysnuć spekulatywne przypuszczenie, że jest to prawidłowo sformowany system transporterów służący do przenoszenia określonych typów substancji w określone strefy różniące się komórki. Przed metafazą ustaje prawdopodobnie synteza i wtedy rozległy aparat błon plazmatycznych okazuje się niepotrzebny, a nawet nieporęczny w okresie tworzenia się wrzeciona kariokinetycznego i ruchu chromosomów. Błony te zostają rozczłonkowane, natomiast ośrodki koncentrycznych ugrupowań pozostają nienaruszone i, być może, będą wykorzystane w dalszym rozwoju.

FUNKCJA ENDOPLAZMATYCZNEGO RETIKULUM

Błony plazmatyczne, jak wspomniano, są składnikami wielu organoidów komórkowych, toteż rolę formotwórczą przy powstawaniu tych organoidów często przypisuje się endoplazmatycznemu retikulum, ma ono również brać udział w procesach metabolicznych i w transporcie komórkowym (Porter, 1961; Woroncow, 1964). Wszystkie przytoczone interpretacje rezultatów badań nad organoidogenezą są sporne. Wątpliwości i sprzeczności wynikają ze statyczności obrazów w mikroskopie elektro-nowym, co sprawia trudność ułożenia posiadanych zdjęć we właściwej kolejności, odpowiadającej rzeczywistemu procesowi; nie mówiąc już o istniejących nieraz kłopotach z określeniem, jakimi organoidami są obserwowane struktury. Według wielu autorów części endoplazmatycznego retikulum przekształcają się w wakuole, przy tym błony tracą ribosomy, a zawartość zostaje uwodniona (Buvat, 1962; Poux, 1962 i in.), ale są i odmienne głosy, np. Marinos (1963) wyprowadza wakuole z ciałek

Golgiego. Te zresztą również według wielu są pochodną endoplazmatycznego retikulum (ref. Tokina, 1963). Ono także ma dawać początek mitochondriom (Zahnd i Porte, 1962), ale Bell i Mühlethaler (1964) widzą źródło mitochondriów w jądrze komórkowym, nie negując, oczywiście, ich zdolności do podziałów. Inne składniki komórki, jak lisosomy (Ogawa i Shinonaga, 1961 i in.) lub „dense bodies“ (Genevès, 1958), różnicują się z endoplazmatycznego retikulum, chociaż największy autorytet w zakresie lisosomów Novikoff i współprac. (1962) widzi ich źródło w ciałkach Golgiego.

Występowanie specyficznych układów ergastoplazmy w komórkach syntetyzujących białko, a co więcej, pojawianie się ich jednocześnie z początkiem intensywnej syntezy narzuca myśl o związku pomiędzy obu zjawiskami. Na przykład w oocytach opisano kształtowanie się dużych kilkunastokrotnych zespołów cystern w okresie vitellogenety (Zahnd i Porte, 1963). Dodatkowej sugestii dostarcza doświadczenie, w którym czynnik hamujący przyłączanie aminokwasów rozbił też powiązanie ribosomów z błonami ergastoplazmy (Emmelot i Benedetti, 1961). Udział ribosomów w syntezie białek jest bezsporny, ale ponieważ syntetyzują także ribosomy swobodnie rozrzucone w protoplazmie, rola drugiego człona ergastoplazmy — błon musi być raczej pośrednia. Przypuszcza się, że polega ona przede wszystkim na przewodzeniu produktów syntezy i okresowym ich gromadzeniu.

Hirsch (1964) przedstawia dosyć dokładny obraz aktywności komórek trzustki. Były one obiektem wielu badań, a referowane poglądy Hirscha nie we wszystkich szczegółach są powszechnie uznawane. Komórki wydzielnicze trzustki są wyraźnie spolaryzowane, ich części podstawowe mają dużo ergastoplazmy i mitochondriów, w wierzchołkowych są liczne dictyosomy, czyli aparat Golgiego. W tej części gromadzą się ziarna białka — zymogenu, substancji będącej prekursorem kilku enzymów. Białko syntetyzowane w ribosomach znajdujących się na ściankach kanałów endoplazmatycznego retikulum i w podstawowej cytoplazmie przenika przez cytoplazmę albo bezpośrednio z ribosomów do światła kanałów. Przechodzenie białka przez tłuszczową warstwę ściany odbywa się z udziałem specjalnych fosfatydowych nośników, które na krótko łączą się z cząsteczkami białka. W zależności od tego, czy zwierzę jest karmione czy głodzone, światło kanału rozszerza się lub zwęża w granicach 100—700 Å, ścianki zaś odpowiednio stają się cieńsze lub grubsze. Nagromadzanie się białek w kanałach doprowadza do utworzenia się drobnych ziaren o średnicy 0,2—0,3 μ . Wędrowkę ziaren obserwowano w mikroskopie świetlnym. Przesuwają się one ku wierzchołkowi. Ziarna te nie są identyczne z ostatecznym produktem komórki. W strefie wierzchołkowej kończą się kanały ergastoplazmy. Ich zakończenia są nabrzmiące lub szeroko rozwarłe. Hirsch przypuszcza, że drobne końcowe odcinki kanałów razem z transportowanym białkiem przyjmują kształt kulisty, odrywają się od macierzystej struktury i przenoszą dalej wydzielinę w strefie wierzchołkowej wprost do zgrupowania zbiorników i kanałów aparatu Golgiego. W tej części komórki powstają ziarna zymogenu. Nie jest wykluczone, że odrywające się ciałka łączą się ze sobą i budują duże zbiorniki wypełnione wydzieliną.

Histochemiczne metody zastosowane w mikroskopii elektronowej, szczególnie dotyczące umiejscowienia enzymów, być może, pozwolą lepiej wyjaśnić funkcję omawianych struktur. Dotychczas wykryto w endo-

plazmatycznym retikulum szereg enzymów typu fosfataz: ATP-azę, tiainofosfatazę, glukozo-6-fosfatazę i in. Niestety, rola ich w procesach komórkowych jest słabo rozumiana, tak że stwierdzenie obecności tych enzymów niewiele wnosi dla zrozumienia funkcji endoplazmatycznego retikulum (ref. Goldfischer i in., 1964; Tewari i Bourne, 1963; Wachstein i Fernandez, 1964). Również ostatnio zlokalizowano w cysternach retikulum strąty z reakcji przeciwciała — antygen, co nasuwa wniosek, że w nich gromadzą się lub tworzą niektóre przeciwciała (Rifkind i in., 1962; Petris i in., 1963).

*

Mikroskopia elektronowa ustaliła istnienie w cytoplazmie komórek zwierzęcych i roślinnych zespołu kanałów i zbiorników nazwanych endoplazmatycznym retikulum. Zebrano wiele danych o zachowaniu się tych struktur w różnych okresach rozwoju i w różnych warunkach. W wyniku stwierdza się, że endoplazmatyczne retikulum jest zmiennym i plastycznym składnikiem komórki. Szereg hipotez usiłuje przedstawić rolę tego składnika zarówno przy powstawaniu mikroskopowych struktur cytoplazmy, np. wakuole, mitochondria, lisosomy, jak i w procesach fizjologicznych. Wydaje się prawdopodobny udział endoplazmatycznego retikulum w transporcie i gromadzeniu białek, szczególnie białek sekrecyjnych. Jest ono traktowane jako system służący do przewodzenia wewnątrzkomórkowego.

LITERATURA

- Bell P. R., Mühlethaler K., 1964, *The degeneration and reappearance of mitochondria in the egg cells of a plant*, J. Cell Biol., 20, 235—248.
- Borovjagin V. L., Frank G. M., 1962, *Submikroskopическая организация и функциональные особенности митохондриальных клеток сетчатки*, Biofiz., 7, 42—50.
- Buvat R., 1961, *Le réticulum endoplasmique des cellules végétales*, Ber. deutsch. Bot. Gesell., 74, 261—267.
- Buvat R., 1962, *Electron microscopy of plant protoplasm*, Intern. Rev. Cytol., 11, 41—155.
- Czencov J. C., Borovjagin V. L., Brodskij V. J., 1961, *Submikroskopическая морфология ганглиозных нейронов сетчатки как отражение некоторых особенностей их метаболизма*, Biofiz., 6, 590—595.
- Emmelot O., Benedetti E. L., 1961, *Some observations on the effect of liver carcinogens on the fine structure and function of the endoplasmic reticulum of rat liver cells*, w Protein Biosynthesis wyd. RJC Harris, Acad. Press London — N. Y. 199.
- Esau K., 1963, *Ultrastructure of differentiated cells in higher plants*, Amer. J. Bot., 50, 495—506.
- Fawcett D. W., 1959, *Changes in the fine structure of the cytoplasmic organelles during differentiation*, w Developmental Cytol. wyd. D. Rudnick, Ronald Press, N. Y., 161—189.
- Frank G. M., 1964, *Структурно-функциональные соотношения в живой клетке в свете новых методов исследования*, Vest. Akad. Med. Nauk. SSSR, zesz. 2, 27—33.
- Genèves L., Lance A., Buvat R., 1958, *Sur la présence dans le cytoplasme végétale et sur la nature ergastoplasmique de constituants figurés analogues aux „dense bodies” des cellules animales*, C. r. Ac. Sci. Paris, 247, 2028—2030.

- Goldfischer G., Essener E., Novikoff A. B., 1964, *The localization of phosphatase activities at the level of ultrastructure*, J. Hist. Cytochem., 12, 72—95.
- Grun P., 1963, *Ultrastructure of plant plasma and vacuolar membranes*, J. Ultrast. Res., 9, 198—208.
- Haguenau F., Hollmann K. H., 1961, *The ergastoplasm in the mammary gland and its tumours*, w Biol. Structure a. Function wyd. T. W. Goodwin, Acad. Press, London — N. Y., vol. I, 169—194.
- Hirsch G. C., 1964, *Konstruktion und adaptive Umkonstruktion in der Zellen des exokrinen Pankreas*, Wiss. Beiblatt Materia. Med. Nordmark, No 49.
- Karpas A. M., 1959, *Ultramikroskopическое строение цитоплазмы тканевых клеток животных по данным электронной микроскопии*, Citol. 1, 153—171.
- Kessel R. G., 1963, *Electron microscope studies on the origin of annulate lamellae in oocytes of Necturus*, J. Cell Biol., 19, 391—414.
- Korohoda W., 1963, *Blony plazmatyczne w komórce*, Wiad. Bot., 7, 127—144.
- Lindgren C. C., 1962, *Origin of the endoplasmic reticulum*, Nature 195, 1225.
- Marinos N. G., 1963, *Vacuolation in plant cells*, J. Ultrast. Res., 9, 177—185.
- Mikulska E., 1964, *Badania nad ultrastrukturą komórek liści Clivia miniata i Bilbergia sp.*, Uniw. Łódź, Łódź, 61.
- Mikulska E., Rodkiewicz B., 1964, *Struktury cytoplazmatyczne megasporocytu i woreczka zalążkowego lilii obserwowane w mikroskopie elektronowym*, Acta Soc. Bot. Pol., 33, 619—630.
- Novikoff A. B., Essner E., Goldfischer G., Heus M., 1962, *Nucleosidephosphatase activities of cytomembranes*, w The Interpretation of Ultrastructure wyd. RJC Harris Acad. Press, N. Y. — London, 149—193.
- Ogawa K., Shinonaga Y., 1961, *Some notes on the lysosome histochemistry*, Abstr. Proc. Amer. Soc. Cell Biol., 1, 157.
- Palade G. E., 1955, *Studies on the endoplasmic reticulum*, J. Bioph. Biochem. Cytol., 1, 567—582.
- Palade G. E., Siekevitz P., 1956, *Liver microsomes. An integrated morphological and biochemical study*, J. Bioph. Biochem. Cytol., 2, 171—198.
- Palay S. L., 1960, *On the appearance of absorbed fat droplets in the nuclear envelope*, J. Bioph. Biochem. Cytol., 7, 391—393.
- Petris S. de., Karlsbad G., Pernis B., 1963, *Localization of antibodies in plasma cells by electron microscopy*, J. Exp. Med., 117, 849—862.
- Petrov V. S., 1962, *Elektronomikroskopическое исследование нервных клеток и некоторых внеклеточных элементов ганглиев солнечного сплетения*, Arch. Anat. Gist. Embr., 43, zesz. 11, 12—17.
- Porter K. R., 1953, *Observations on a submicroscopic basophilic component of the cytoplasm*, J. Exp. Med., 97, 727—750.
- Porter K. R., 1955, *Changes in cell fine structure accompanying mitosis*, w Symp. on Fine structure of cells. Noordhoff Ltd. Groningen, 236—250.
- Porter K. R., 1961, *The endoplasmic reticulum: some current interpretations of its forms and functions*, w Biological structure and function. wyd. Goodwin i Lindberg, v. I, 127—154, Acad. Press Londona. N. Y.
- Porter K. R., Claude A., Fullam E. F., 1945, *A study of tissue culture cells by electron microscopy*, J. Exp. Med., 81, 233—246.
- Poux N., 1962, *Nouvelles observations sur la nature et l'origine de la membrane vacuolaire des cellules végétales*, J. de Microsc., 1, 55—66.
- Reynolds E. S., 1963, *Liver parenchymal cell injury*, J. Cell Biol., 19, 139—157.
- Rifkind R. A., Osserman E. F., Hsu K. C., Morgan C., 1962, *The intracellular distribution of gamma globulin in mouse plasma cell tumor as revealed by fluorescence and electron microscopy*, J. Exp. Med., 116, 423.

- Robertson J. D., 1962, *The membrane of the living cell*, Sci. American, zesz. 4, 65—72.
- Rodkiewicz B., 1964, *Ultrastruktura i funkcja organoidów komórkowych*, Biologia w Szkole, zesz. 5.
- Rodkiewicz B., Mikulska E., 1963, *Electron microscope observations of cytoplasmic changes in developing megasporocyte of Lilium candidum*, Flora, 154, 383—387.
- Rodkiewicz B., Mikulska E., 1964, *The endoplasmic reticulum of Lilium candidum megasporocyte*, Naturwiss. 51, 517—518.
- Rodkiewicz B., Mikulska E., 1964, *Electron microscope observations of endoplasmic reticulum in Lilium megasporocyte*, Flora, w druku.
- Schnepf E., 1964, *Zur Cytologie und Physiologie pflanzlicher Drüsen*, Protopl., 58, 137—171, 193—219.
- Selman G. S., Jurand A., 1964, *An electron microscope study of the endoplasmic reticulum in newt notochord cells after disturbance with ultrasonic treatment and subsequent regeneration*, J. Cell Biol., 20, 175.
- Sjöstrand F. J., 1955, *The ultrastructure of the ground substance of the cytoplasm*, w Symp. on Fine structure of cells, Noordhoff Groningen, 222—228.
- Sjöstrand F. J., 1963, *A new ultrastructural element of the membranes in mitochondria and some cytoplasmic membranes*, Nature, 199, 1262—1264.
- Slautterback D. B., 1963, *Cytoplasmic microtubules*, J. Cell Biol., 18, 367—388.
- Tewari H. B., Bourne G. H., 1963, *Histochemical distribution of acid and alkaline phosphatases and 5-nucleotidase in the cerebellum of rat.*, J. Anat. (London) 97, 65—72.
- Tokin I. B., 1963, *Sovremennye predstavlenija o strukture i funkcijach kompleksa goldzi*, Arch. Anat. Gist. Embr., 45, zesz. 12, 10—22.
- Wachstein M., Fernandez C., 1964, *Electron microscopic localization of nucleoside triphosphatase in endoplasmic reticulum of liver and pancreas.*, J. Histochem. Cytochem., 12, 40—42.
- Wajzman I. S., 1963, *K uczeniju ob ultrastrukture kletok i tkanej*, Usp. Sovr. Biol., 56, 20—43.
- Wohlfarth-Bottermann K. E., 1963, *Grundelemente der Zellstruktur*, Naturwiss., 50, 237—249.
- Voroncov D. S., 1964, *Osnov i risi fiziologicznoj strukturi živoj klitki*, Fiziol. Žur., 10, 3—15.
- Wrisher M., 1960, *Veränderungen des endoplasmatischen Reticulums pflanzlicher Zellen, verursacht durch Sauerstoffmangel*, Naturwiss., 47, 521.
- Zahnd J. P., Porte A., 1962, *Sur un aspect particulier du réticulum cytoplasmique et ses rapports avec le chondriome dans très jeunes ovocytes d'un Poecildé Mollienisia sphenops*, C. rend. Ac. Sci., Paris, 255, 3037—8.
- Zahnd J. P., Porte A., 1963, *Sur une disposition particulière du réticulum cytoplasmique observée au début de la phase de grand accroissement vitellogénétique chez Téléostéen: Barbus conchonijs (Cyprinidés)*, C. rend. Soc. biol., 67, 1793—5.

POCHODZENIE BŁONY ŻÓŁTKOWEJ JAJ OWADÓW W ŚWIELE BADAŃ SUBMIKROSKOPOWYCH I GENETYCZNYCH

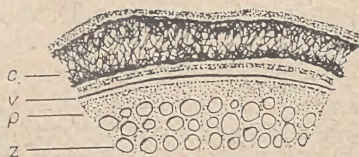
W oogenezie owadów uczestniczą zasadniczo dwa typy komórek: komórki folikularne pochodzenia mezodermalnego i prapłciowe, które stopniowo różnicują się na oogonia, oocyty i komórki odżywcze. Współdziałanie tych wszystkich kategorii komórek, w czasie formowania się i wzrostu oocyty, nie jest jeszcze dobrze poznane. Dokładna analiza jest tutaj trudna, zwłaszcza dlatego, że możliwości eksperymentowania są ograniczone.

Błone żółtkową (*membrana vitellina*), to jest osłonkę przylegającą bezpośrednio do cytoplazmy powierzchniowej jaj owadów, uważa się powszechnie za wytwór oocyty. Korschelt (1887), który pierwszy ją opisał, uznał ją za strukturalną część cytoplazmy powierzchniowej oocyty, a więc za osłonkę pierwszego rzędu i taka koncepcja przyjęła się aż do ostatnich lat (Nath, 1924; Wilson, 1925; Okada i Waddington, 1959, i inni). Wprawdzie w 1921 roku Nicholson sygnalizował, że błona żółtkowa jest wytworem komórek folikularnych, ale jego głos był odosobniony i nie zwrócił większej uwagi. Zresztą, musimy podkreślić, że pochodzeniem błony żółtkowej zajmowano się stosunkowo niewiele, mimo że stanowi ona bardzo istotną część jaja owadów.

Jaja owadów przed zapłodnieniem otoczone są dwoma osłonkami: błoną żółtkową i chorionem, które albo bezpośrednio stykają się ze sobą, albo są rozdzielone warstwą wosku (rys. 1). Usunięcie czy uszkodzenie

Rys. 1. Przekrój przez powierzchniową część jaja owada

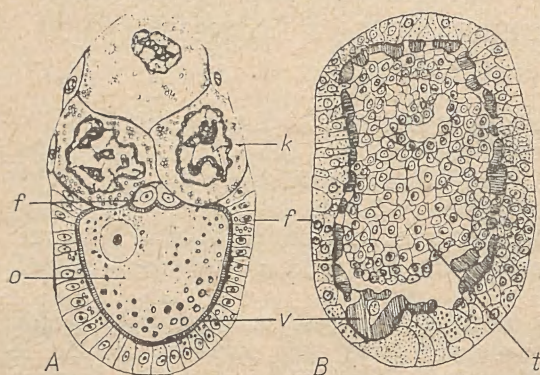
c — chorion, p — plazma powierzchniowa, v — błona żółtkowa, z — kule żółtka



chorionu zwykle nie powoduje śmierci zarodka, natomiast uszkodzenie błony żółtkowej zawsze powoduje zatrzymanie rozwoju. Znamy tylko nieliczne wypadki, kiedy błona żółtkowa w ogóle nie występuje. Brak jej u niektórych owadów, które składają jaja w ciele innych gatunków. U większości owadów błona żółtkowa jest bardzo delikatną strukturą, tylko u niektórych, jak na przykład u muchówki, jest bardzo trwała. Usunięcie chorionu nie powoduje tutaj żadnych odchyłeń w rozwoju.

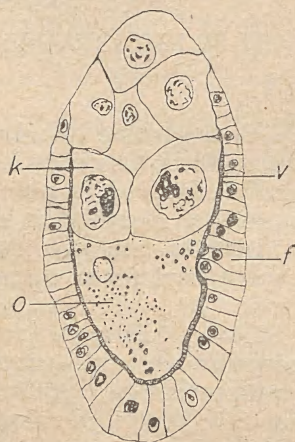
Wspomnieliśmy już, że Nicholson pierwszy zajął krytyczne stanowisko w stosunku do badań Korschelta i jego zwolenników. Zauważył on mianowicie, że u komara *Anopheles maculipennis* materiał na błonę żółtkową w niektórych pęcherzykach folikularnych wydzielany był pomiędzy komórki folikularne a oocyt i pomiędzy komórki folikularne a odżywcze.

U muchówek oocyt powstaje w germarium, jako członek grupy złożonej z szesnastu komórek, powstałej przez cztery podziały oogonium. Jedną z tych komórek różnicuje się na oocyt, reszta na komórki odżywcze. Następnie, całość zostaje otoczona przez komórki folikularne — elementy mezodermalne. Początkowo otaczają one oocyt i komórki odżywcze dość jednolicie, później różnicują się na komórki cylindryczne, nabłonkowato okrywające oocyt i silnie rozciągnięte, pojedynczo leżące na komórkach odżywczych (rys. 2 A). Wniosek Nicholsona był prosty: jeżeli materiał



Rys. 2. A — przekrój przez normalny pęcherzyk folikularny *Drosophila melanogaster*. B — przekrój przez pęcherzyk folikularny mutacji *female sterile*. Według Kinga i Koch, 1963

f — komórki folikularne, k — komórki odżywcze, o — oocyt, t — komórki zrakowaciałe, v — błona żółtkowa



Rys. 3. Przekrój przez pęcherzyk folikularny mutacji *fs/3/3^{59a}*. Według Gilla, 1963. Objaśnienia jak przy rys. 2

na błonę żółtkową jest wydzielany nie tylko pomiędzy oocyt a komórki folikularne, ale i pomiędzy komórki folikularne a odżywcze, to błona żółtkowa nie jest produktem oocyty. Poglądy Nicholsona zostały poparte w ostatnich latach badaniami submikroskopowymi i genetyczno rozwojowymi.

Błona żółtkowa pojawia się w końcowej fazie wzrostu oocyty. Obrazy submikroskopowe wykazują, że w tym czasie powierzchnie oocyty i komórek folikularnych zwrócone do siebie są pofałdowane w drobne kosmki, palczasto wchodzące pomiędzy siebie (King i Koch, 1963). Materiał na błonę żółtkową, w formie dużych nieregularnych cząsteczek, o charakterze białek złożonych, pojawia się pomiędzy tymi kosmkami i łączy w coraz większe agregaty. Od strony komórek folikularnych dołączają się do tych agregatów drobne kropelki o charakterze lipidów. W końcu kosmki skracają się, najpierw te, które wychodzą z komórek folikularnych, a potem kosmki z oocyty. Odpowiednio do tego, powierzchnia powstającej błony żółtkowej staje się gładka po stronie komórek folikularnych, a potem po stronie oocyty. Badania submikroskopowe wykryły jeszcze jeden interesujący fakt. W tym czasie, kiedy formuje się błona żółtkowa, w komórkach folikularnych pojawiają się specyficzne organelle, typowe dla nich i nie występujące w oocycie. Takie organelle utworzone są przez siateczkę wewnątrzplazmatyczną, która w kilku warstwach kon-

centrycznie otacza sudanofilne kropelki. Być może, te lipidy są prekursorami lipidów, które dołączają się do materiału tworzącego błonę żółtkową, chociaż nie zaobserwowano ich przechodzenia do przestrzeni międzykomórkowych.

Badania submikroskopowe nie rozstrzygają jeszcze ostatecznie sprawy pochodzenia błony żółtkowej, na ich podstawie niewiele można powiedzieć o pochodzeniu reszty materiału poza kropelkami lipidów. Bardziej konkretne dane uzyskano za pomocą metod genetyki rozwojowej, dyscypliny, która ostatnio robi ogromne postępy.

U owadów znamy różne czynniki: geny, przemieszczenia materiału dziedzicznego, ubytki, które u samiec homozygotycznych w stosunku do danego czynnika powodują nienormalny rozwój pęcherzyków folikularnych. Liczne mutacje, naturalne i sztuczne, mogą u homozygot blokować normalny rozwój oocytu, przez zablokowanie normalnego rozwoju pęcherzyka folikularnego (Beatty, 1949). Takie nienormalności mogą polegać, między innymi, na zwielokrotnieniu lub zmniejszeniu ilości komórek rozrodczych przypadających na jeden oocyt, na zwiększeniu ilości oocytów przypadających na jeden pęcherzyk folikularny, czy wreszcie na zmianie położenia oocytu wewnątrz pęcherzyka.

U homozygot mutacji *fs/3/3^{59a}* *Drosophila melanogaster*, której czynnik wywołany sztucznie działaniem promieni X zlokalizowany jest w trzecim chromosomie, powstające w czasie oogenezy pęcherzyki folikularne nie o wiele odbiegają od normy (Gill, 1963). Różnią się tylko tym, że cylindryczny nabłonek folikularny zachodzi daleko na komórki odżywcze (rys. 3). Mimo to w takich pęcherzykach oogeneza nie przebiega normalnie, witelogeneza jest nieprawidłowa i jajo nie jest zdolne do rozwoju. Nieprawidłowe jest także wydzielanie się materiału na błonę żółtkową. U dzikiego typu materiał ten wydzielany jest wyłącznie pomiędzy oocyt a komórki folikularne, w tym przypadku także pomiędzy komórki folikularne i komórki odżywcze, i to daleko poza oocytem (rys. 3).

Bardziej od normy odbiegają owariole homozygot *fes* (*female sterile*). Tutaj pęcherzyki folikularne (King i Koch, 1963) złożone są z nieregularnego nabłonka mezodermalnego, otaczającego masę nieodróżnicowanych komórek płciowych, będących w różnych fazach mitoz, często wielobiegunkowych, mających wygląd zrakowaciały. Nie widać tutaj żadnego różnicowania w kierunku oocytu czy komórek odżywczych. Jednak w odpowiednim czasie materiał na błonę żółtkową jest wydzielany pomiędzy komórki folikularne i zrakowaciele (rys. 2 B). U tej mutacji występuje jeszcze inne ciekawe zjawisko, nawiązujące do badań submikroskopowych. Powierzchnie agregatów, składających się na błonę żółtkową, są gładkie po stronie komórek rakowatych, a nieregularne po stronie komórek folikularnych. Według Kinga i Koch świadczy to o tym, że materiał na błonę żółtkową „spływa” od strony komórek folikularnych, które wyłącznie przyczyniają się do jego produkcji.

U mutacji *fes* błona żółtkowa ma inny charakter chemiczny aniżeli u dzikiego typu. Normalnie błona żółtkowa barwi się intensywnie zielenią Janusową, u mutacji *fes* nie barwi się zupełnie (King i Koch, 1963). Ten fakt świadczy niewątpliwie o tym, że musi istnieć jakiś indukujący wpływ oocytu na komórki folikularne, regulujący normalną syntezę błony żółtkowej.

Tak przedstawiają się ostatnie badania dotyczące pochodzenia błony żółtkowej u owadów. Kwestia, czy oocyt, czy komórki folikularne pro-

dukują błonę żółtkową, zdaje się zbliżać ku ostatecznemu rozstrzygnięciu. W czasie formowania się błony żółtkowej w komórkach folikularnych występują specyficzne organelle, nic specyficznego nie pojawia się w oocyocie. Ponadto, dziś nie ulega wątpliwości, że morfogeneza zachodzi pod kontrolą genów. O kształtowaniu się jaja także decydują geny, kontrolujące początkową determinację komórek tworzących pęcherzyki folikularne i ich późniejszą funkcję. I w tych przypadkach, kiedy na skutek zmian w materiale dziedzicznym nie dojdzie do różnicowania na oocyty i komórki odżywcze, powstaje błona żółtkowa. To jest na pewno bezpośredni dowód, że nie jest ona produktem oocyty, jak to powszechnie dotychczas sądzono.

LITERATURA

- Beatty R. A., 1949, *Studies on reproduction in wild type and female sterile mutants of Drosophila melanogaster* Meig., Proc. Roy. Soc. Edin., 63.
- Gill K. S., 1963, *Developmental Genetic Studies on Oogenesis in Drosophila melanogaster*, J. Exp. Zool., v. 152, no. 3.
- King R. C., Koch E. A., 1963, *Studies on the ovarian follicle cells of Drosophila*, Quart. J. micr. Sci., v. 104, pt. 3.
- Nath V., 1924, *Egg follicle of Culex*, Quart. J. micr. Sci., 69.
- Nicholson A. J., 1921, *The development of the ovary and ovarian egg of a mosquito Anopheles maculipennis* Meig. Quart. J. micr. Sci., 65.
- Okada E., Waddington C. H., 1959, *The submicroscopic structure of the Drosophila egg*, J. Embryol. exp. Morph., 7.
- Wilson E. B., 1925, *The Cell in Development and Heredity*, The MacMillan Co., New York.

PIOTR KOWALIK

CO TO JEST BIOCYBERNETYKA

Praca niniejsza przedstawia miejsce biocybernetyki we współczesnej nauce, podaje podstawowe założenia cybernetyki, przytacza kilka przykładów zastosowań cybernetyki w zagadnieniach biologicznych oraz formułuje pobieżnie zasady eksperymentu cybernetycznego i kilka definicji biocybernetyki.

1. SYTUACJA W NAUKACH PRZYRODNICZYCH

Współczesne przyrodoznawstwo podzielić można według Lapunowa [17] na trzy zasadnicze części. Historycznie najstarsze przyrodoznawstwo empiryczne zajmuje się gromadzeniem materiału faktycznego i jego wstępną systematyzacją. Z kolei przyrodoznawstwo teoretyczne sprowadza materiał empiryczny do wspólnych teorii i formułuje ogólne prawidłowości rządzące przyrodą, a przejawiające się w badaniach empirycznych. Wreszcie przyrodoznawstwo matematyczne tworzy abstrakcyjne modele odwzorowujące teorie i hipotezy przyrodnicze oraz szuka ich ogólnych rozwiązań. Porównanie funkcjonowania odpowiednich modeli matematycznych z rzeczywistością pozwala sądzić o tym, w jakim stopniu wyjaśnione są już podstawowe prawa poszczególnych dziedzin poznania.

Przykładem powyższego podziału może być sytuacja we współczesnej fizyce i wzajemny stosunek fizyki eksperymentalnej, fizyki teoretycznej i fizyki matematycznej. W biologii proporcje są inne: część eksperymentalna i opisowa tej nauki rozwinięta jest ogromnie, biologia teoretyczna — znacznie słabiej, a biologia matematyczna jest dotychczas tylko zbiorem luźno związanych ze sobą oddzielnych teorii.

Matematyka w przyrodoznawstwie nie tworzy żadnych praw dla świata fizycznego czy biologicznego, lecz jest tylko narzędziem, za pomocą którego ustala się stosunki panujące w tym świecie. Podobnie cybernetyka jako nauka matematyczna nie zastąpi nigdy przyrodoznawstwa i rola jej w stosunku do wiedzy o świecie jest tylko pomocnicza.

2. ISTOTA METODY CYBERNETYCZNEJ W BIOLOGII

Metoda cybernetyki to budowa abstrakcyjnych modeli odwzorowujących sprzężenia między poszczególnymi istniejącymi zjawiskami w celu wykorzystania tych sprzężeń do sterowania światem materialnym. Założenia i aksjomaty cybernetyki odnoszą się do właściwości elementów badanych układów, sprzężeń między elementami w układzie, sprzę-

zeń między układem a otoczeniem, jak też struktury układów oraz ich funkcji, ewolucji i rozwoju.

Cybernetyka opiera się na zespole aksjomatów i reguł, realizując, nie po raz pierwszy w historii nauki, marzenia Pitagorejczyków i urzeczywistniając starożytny ideał, w myśl którego — jak pisze Niels Bohr [5] — „sformułowanie praw przyrody powinno sprowadzać się do rozważań nad czystymi liczbami“. Metodą cybernetyki staramy się wykryć tę abstrakcyjną, dynamiczną strukturę układu, którą zmieniając moglibyśmy sterować — dowolnie i dla nas korzystnie — funkcją i ewolucją układu.

Zadania cybernetyki w biologii mają dwójaki charakter:

1) zbieramy z jej pomocą informacje o strukturze i funkcjach obiektów biologicznych; jest to zadanie typu „pasywnego“, polegające na coraz doskonalszym zgłębianiu istoty procesów biologicznych;

2) wykorzystujemy otrzymane dane w celu oddziaływania na żywą przyrodę, aby zapewnić człowiekowi najlepsze warunki życia i działalności. Jest to „aktywny“ obszar zastosowań cybernetyki w biologii, związany z wypracowywaniem sposobów optymalnego sterowania procesami biologicznymi w oparciu o ogólne prawa sterowania.

Wysuwany jest czasem przez niechętnych cybernetyce biologów zarzut sprowadzający się do stwierdzenia, iż wkład cybernetyki do nauk biologicznych ogranicza się do powtórzenia za pomocą nowej terminologii znanych od dawna prawidł (por. *Kosmos*, 2, 1961, s. 127). Metoda cybernetyki jednak to nie tylko prosty przekład dotychczasowych pojęć i terminów na nowy język, lecz mozolna droga weryfikacji dotychczasowych pojęć, wyodrębniania do tej pory nieznanymi elementami przyrody, sprzężeń między elementami, podukładami oraz środowiskiem i układem biologicznym, wykrywania związków przyczynowo-skutkowych i korelacyjnych w układzie, przedziałów stabilności i ergodyczności układów i innych. „Podejście cybernetyczne do badania procesów życiowych — pisze Lapunow [17] — w określony sposób dopełnia dotychczasowe podejście opisowo-biologiczne i molekularno-biochemiczne, a dokładne zbadanie procesów sterowania, i tylko ono, pozwala sądzić o tym, czy już w dostatecznym stopniu poznano elementarne, fizykochemiczne akty życiowe i wyjaśniono całość zagadnień, obecnie badanych przez biologię“.

3. OGÓLNA TEORIA UKŁADÓW A CYBERNETYKA

Cybernetyka ze swoim dorobkiem teoretycznym jest tylko pewnym konkretnym i dość ograniczonym przypadkiem ogólnej teorii układów (ang. „General Systems Theory“). Ogólna teoria układów narodziła się z badań nad metodologią poszczególnych dyscyplin naukowych, a główne inspiracje do jej też dała biologia, technologia i pewne działy stosowanej matematyki (Raport [22]).

Sam termin „ogólna teoria układów“ pochodzi od biologa Ludwiga von Bertalanffy, którego prace nad termodynamiką układów otwartych (żywych lub nieożywionych) dały podstawę do naukowej interpretacji m. in. „ekwifinalnego“ działania takich układów.

Podstawowe koncepcje ogólnej teorii układów, spotykane często w cybernetyce, pochodzą od innego biologa, R. W. Gerarda, który zajmując się organizmami żywymi stwierdził, że można je analizować

z trzech punktów widzenia: 1° — od strony ich struktury (budowy, anatomii), 2° — funkcji (działania, funkcjonowania — obejmuje to zmiany odwracalne w układzie) oraz 3° — historii (proces wzrostu, uczenia się, etc. — zmiany nieodwracalne). Jest to inspiracja określonej postawy badawczej, którą można zaobserwować u szeregu nauk. Łączne badanie struktury (morfologii), funkcji i historii (ewolucji) widzimy w biologii, socjologii, ekonomii, etnologii.

Od Gerarda pochodzi zasada cyklicznej współzależności trzech wymienionych aspektów układu. Struktura (np. nerwowa) determinuje funkcję układu (zachowanie się), a funkcjonowanie — determinuje historię i rozwój układu. Prawa ewolucji są tu ciekawą ilustracją tej zasady. Interesującą formę matematyczną zasadzie Gerarda nadał ostatnio Oskar Lange [6, 16] w ramach teorii układów cybernetycznych.

Wielu uczonych podejmowało próby formułowania ogólnych twierdzeń teorii układów, między innymi prawa homeostazy, wzrostu, przepustowości informacyjnej układu, stabilności, adaptacji, rozmnażania się układów itp. Wspomnieć można tu nazwiska cybernetyków i niecybernetyków — Rapoporta, Millera, Ashby'ego, von Neumanna, Bellmanna, Lapunowa, Jacobsona, Brajnesa i innych.

Zakres zainteresowań cybernetyki jest bardziej ograniczony niż ogólnej teorii układów, a jej metody — bardziej ścisłe.

4. TEORIA UKŁADÓW CYBERNETYCZNYCH

Powstanie teorii układów cybernetycznych miało przebieg mniej więcej następujący: w obiektach biologicznych i technicznych wybrano pewne najistotniejsze cechy zaobserwowanych prawidłowości i wyrażono je w postaci wyidealizowanej jako tezy cybernetyczne, które zastosowane następnie do zjawisk ekonomicznych, społecznych, fizjologicznych, elektronicznych i wielu innych — wykazały tam swoją przydatność i prawdziwość.

Pamiętać trzeba zawsze, że w ściśle sformułowanych twierdzeniach cybernetyki ogólnej, jak pisze H. Greniewski [10], mówimy tylko o abstrakcyjnych elementach i ich sprzężeniach, a dopiero w komentarzach do tych twierdzeń możemy mówić na przykład o organizmach czy maszynach.

Wstępny najtrudniejszy etap formułowania podstawowych aksjomatów i założeń teoriopoznawczych i metodologicznych cybernetyki mamy już poza sobą (etap indukcyjnych uogólnień też biologii, technologii, ekonomii i innych nauk).

Przedstawimy w skrócie wybrane założenia teorii układów cybernetycznych. Następnie podejmiemy próbę krótkiego przeglądu zastosowania tej teorii do zagadnień biologicznych, zatrzymując się na poziomie molekularnym (biochemicznym), organizmowym oraz biocenotycznym.

Zasadnicze założenia cybernetyki brzmią:

1. Wyodrębniamy elementy działające badanego układu jako symbole pewnych przedmiotów czy zjawisk materialnych.
2. Elementy te są „względnie odosobnione“, kontaktujące się z otoczeniem tylko przez „wejścia“ i „wyjścia“.
3. Stany wejść elementu wyznaczają w sposób jednoznaczny stany wyjść; relacja ta nosi nazwę sposobu działania elementów.

4. Stany wejść i wyjść elementów można odwzorować na odpowiednich skalach jakościowych lub ilościowych.

5. Elementy mogą być sprzężone tylko przez swoje wejścia i wyjścia. Wyróżnione sprzężenie jest nazywane dalej kanałem informacji lub niezbyt ściśle informacją (Dichter [8]).

6. Sprzężone ze sobą elementy tworzą układ posiadający jednoznaczną strukturę informacyjną (Dichter [8]), na którą składa się zbiór wszystkich sprzężeń, czyli kanałów informacji w układzie.

7. W układzie wyróżnić można fragment zewnętrzny struktury informacyjnej, czyli sprzężenia układu ze środowiskiem oraz jej fragment wewnętrzny. Układ, w którym znamy tylko jego strukturę zewnętrzną, nazywany jest „czarną skrzynką“ (ang. „black box“).

8. „Element układu“ jest pojęciem relatywnym, a wybór kryterium określenia elementów jest najważniejszy przy opisie układu, bowiem przy każdym wyborze elementów otrzymujemy nowy układ cybernetyczny.

9. W miarę zwiększania się liczby elementów układy nabierają charakteru sieci, których właściwości zależą bardziej od schematów sprzężeń niż od natury samych elementów (Jaroń [12]).

10. Struktura informacyjna (zwana też dynamiczną) oraz stany wejść układu decydują o sposobie jego działania i rozwoju.

11. Jeżeli dwa układy o różnej naturze mają jednakowe struktury informacyjne, to są one izomorficzne względem siebie i jeden z nich jest analogowym modelem drugiego.

12. Pojęcie „struktura informacyjna układu“ jest jednoznaczne, natomiast układ ją realizujący, zapewniający jej istnienie fizyczne, należy tylko do pewnej „rodziny układów“ izomorficznych. Układy o izomorficznej strukturze informacyjnej są identyczne w działaniu, mimo różnic w ich budowie fizycznej.

13. Układy w zależności od ich struktury i stanów wejść mogą oznaczać się stabilnością, ergodycznością, możliwością samoczynnego rozwoju i ewolucji etc.

14. Proces celowego porządkowania informacyjnej struktury układu nosi nazwę sterowania.

15. Nauka o procesach celowego, optymalnego sterowania układami dowolnej natury nazwana została cybernetyką.

Elementami abstrakcyjnego układu mogą być w rzeczywistości neurony w układzie nerwowym, części maszyny matematycznej, zjawiska w organizmie, przedsiębiorstwa przemysłowe w ramach gospodarki narodowej etc. W cybernetyce bowiem nie jest najważniejsze czym się aktualnie steruje i co przedstawia sobą schemat struktury układu, ale jak się steruje. Podobnie przy powstawaniu matematyki nie wniano, co się aktualnie liczy: wielbłądy, niewolników czy monety, lecz jak się liczy (Mazur [19]).

W biologii metodą cybernetyczną na ogół poszukujemy dynamicznych struktur informacyjnych układów (tworzymy ich teorię „cybernetyczną“), rzadziej porządkujemy środowisko przyrodnicze, aby realizowało zadaną z góry strukturę i funkcję. To ostatnie jest domeną nauk stosowanych, m. in. technicznych (jak np. bionika), które przekształcają środowisko w celu zaspokojenia potrzeb ludzkich. Nauką stosowaną jest też np. medycyna kliniczna, przekształcająca celowo pewne układy biologiczne.

Cybernetyka może zająć się dowolną strukturą informacyjną niezależnie od tego, do obszaru której nauki można by tę strukturę zakwalifikować. Dzięki cybernetyce można w poszczególnych naukach wznieść się na wyższy szczebel abstrakcji i przejść od badanych zbiorów elementów do badań struktur informacyjnych w tych zbiorach, do zastosowania w tych naukach ścisłego aparatu matematycznego (Dichter [8]). Cybernetyka w biologii, zwana też biocybernetyką, zajmuje się specyficznymi strukturami i procesami życiowymi i ich fizykochemiczną manifestacją. Według biocybernetyki każdy układ, każdy proces biologiczny może mieć swój aspekt informacyjny. W tym też sensie biocybernetyka może mieć w biologii zasięg powszechny, można by z jej pomocą badać wszystko, tylko nie wszystko opłaca się badać.

5. ZASTOSOWANIA TEORII UKŁADÓW CYBERNETYCZNYCH W BIOLOGII

Zastosowanie teorii układów cybernetycznych w biologii opiera się na podstawowym założeniu, że strukturalnie zorganizowany konkretny układ biologiczny jest materialną realizacją pewnego układu cybernetycznego, gdyż — jak mówi Ashby [2] — rzeczywistość jest ograniczeniem różnorodności.

Biocybernetyka wyodrębnia i opisuje w organizmie żywym między innymi poszczególne elementy o określonym działaniu, sprzężenia informacyjne między nimi, hierarchiczną strukturę sprzężeń między elementami i podukładami, funkcjonowanie organizmu i jego elementów przejawiające się w transformowaniu informacji odbieranych ze środowiska zewnętrznego i wewnętrznego oraz ewolucję i rozwój układów ożywionych.

Według Lapunowa [17] organizm żywy posiada układ sterowania złożony z wzajemnie sprzężonych ze sobą elementów, który to układ odbiera informacje ze środowiska, przetwarza je, przechowuje i emituje odpowiednie sygnały. Reakcje organizmu są funkcją stanu bodźców na wejściach oraz stanu pamięci układu. Reakcje, czyli informacje emitowane z układu, nastawione są na działalność adaptacyjną i na ochronę stałości środowiska wewnętrznego organizmu.

Życie, definiuje Lapunow [17], jako ultrastabilny stan materii, wykorzystującej przy wytwarzaniu reakcji gwarantujących przetrwanie, informację zakodowaną na poziomie molekularnym.

Charakterystyczną cechą życia jest hierarchiczne zorganizowanie układów sterowania, które przejawia się następnie w strukturze organizmów żywych. Materia żywa podzielona jest dzięki temu na molekuly, komórki, tkanki, organizmy, populacje itd. Na każdym z tych poziomów wyróżnić można hierarchiczne układy sterowania zarówno na poziomie molekularnym, jak komórkowym, organizmowym, populacyjnym czy ewolucyjnym.

Przytoczmy pewnie przykłady zastosowań pojęć cybernetyki do zagadnień biologicznych (por. też Himmel [11]), rozpoczynając od poziomu molekularnego, poprzez poziom organizmu, aż do poziomu biocenozy.

Rozpocniemy od omówienia zastosowań metody cybernetycznej w biochemii. Wszystkie prace w dziedzinie zastosowań cybernetyki do procesów biochemicznych mają na celu poszukiwanie układów sterujących na poziomie biologiczno-molekularnym i sposobów kodowania in-

formacji na tym poziomie. Wymienić można tu zwłaszcza prace z dziedziny molekularno-cybernetycznej teorii dziedziczności (dalej nie omawiane) oraz z dziedziny teorii samoregulacji procesów wewnątrzkomórkowych.

K. A. Kafiani [3] i inni stwierdzili, że specyficzny układ sprzężeń między metabolitami a enzymami w komórce umożliwia samoczynną regulację stężenia produktów końcowych metabolizmu wewnątrzkomórkowego. Przemiana materii w komórce jest według wymienionego autora siecią procesów, posiadającą właściwości samoregulacji i samorozwoju w zależności od stanu środowiska zewnętrznego. Sterowanie i samoregulacja możliwa jest tam dzięki specjalnej właściwości niektórych głównych enzymów do przyjmowania informacji o „efektach ich pracy”. Mianowicie informacja ta materializuje się w postaci stężenia określonego produktu, którego osiągnięcie stanowi „cel” działania danego układu. Podwyższenie owego stężenia hamuje wytwarzanie produktu i tłumi aktywność odpowiednich enzymów, a obniżenie stężenia przyspiesza wytwarzanie produktu. W ten sposób, dzięki mechanizmowi kompensacyjnych sprzężeń zwrotnych, stężenie produktu utrzymuje się na określonym poziomie, zapewniając „stałość środowiska wewnętrznego” komórki. Sprzężenia zwrotne w komórce regulują nie tylko koncentrację produktów, ale i ilość enzymów. Hierarchia sterowania odpowiada tu hierarchii procesów katalitycznych. Niższy poziom sterowania to przemiany metabolitów (nośników materii i energii) pod wpływem bezpośrednich katalizatorów, wyższy poziom to wytwarzanie tych katalizatorów itd.

Organizm żywy jako całość ze swoją budową strukturalną posiada liczne sprzężenia szeregowie, równoległe i zwrotne między elementami. W organizmie wyróżnić można też szereg autonomicznych podukładów sterowania, hierarchicznie powiązanych. Ich bliższe poznanie pozwolić może w przyszłości na sterowanie z zewnątrz pewnymi funkcjami organizmu (np. w medycynie). Informacja sterująca w organizmie kodowana jest albo w postaci genów, albo impulsów nerwowych, albo w postaci koncentracji pewnych substancji we krwi.

Istnieją w organizmie elementy sprzężone w obwody np. w samym mózgu, utrzymujące jego czynności na określonym poziomie, inne obejmują cały organizm, utrzymując w optymalnych granicach temperaturę, chemizm krwi, ciśnienie tętnicze, tonus mięśni itp., a więc zapewniając homeostazę organizmu. Trzeci wreszcie, bodaj najważniejszy rodzaj sprzężonych zwrotnie elementów i podukładów obejmuje organizm i otoczenie, służąc zachowaniu równowagi organizmu ze środowiskiem, i zachowanie się celowe (Ashby [1]). Wszystkie te sprzężenia są wzajemnie hierarchicznie powiązane.

Mechanizmy regulacji biologicznej w organizmie bada się metodami analogicznymi, jak mechanizmy regulacji w układach technicznych, drogą włączania zakłóceń eksperymentalnych. Obserwując przy tym proces regulacji można wyciągnąć wnioski o jego jakości i możliwościach. Fizjologia doświadczalna już dawno posługuje się tą metodą, ale podejście cybernetyczne zabezpiecza ścisłą ilościową ocenę pracy regulatorów biologicznych (por. między innymi pracę dr Bogdanika [4] o homeostazie). Parin i Bajewski [21] sugerują, że dzięki rozwojowi teorii regulacji technicznej i biologicznej można wysuwać między innymi sze-

reg nowych hipotez odnośnie do patogenazy różnych chorób oraz ewentualnie nowych metod ich leczenia.

Pojęcia i metodę cybernetyki zastosować można też do badań zjawisk na poziomie populacji, biocenozy, fizjocenozy czy ewolucji, czego przykładem mogą być prace teoretyczne na ten temat (por. Ashby [1], Lapunow [17, 18], Szmalhauzen [23] i inni) lub artykuł o gospodarce wodnej łąk naturalnych (Kowalik [14]).

6. ZASADY EKSPERYMENTU CYBERNETYCZNEGO

Metody cybernetyki sprowadza się, jak już powiedziano na wstępie, do zbudowania modelu cybernetycznego badanego zjawiska. Dzięki zasadzie izomorfizmu model ten (abstrakcyjny!) może być zrealizowany przez dowolny układ fizyczny.

Tak więc, struktura informacyjna układu biologicznego może być zamodelowana przez odpowiedni układ, np. elektroniczny. Zbudowana przez McCullocha maszyna do czytania tekstów pisanych dowolnym pismem posiada strukturę informacyjną, która została przez znanego neuroanatomę von Bonina wzięta za strukturę czwartej warstwy kory mózgowej pola wzrokowego z dużą ilością komórek ziarnistych (Choynowski [7]).

Układy izomorficzne spotyka się często w praktyce, gdyż wygodniej posługiwać się izomorficznym odbiciem układu (zwłaszcza elektronicznym), niż uciążliwą nieraz rzeczywistością. Przykładowo mapa jest izomorficznym odbiciem pewnych cech terenu, układ równań izomorficznym odzwierciedleniem układu mechanicznego, recepta jest izomorficzna ze składem lekarstwa, a historia choroby z przebiegiem zjawisk patologicznych w organizmie.

Zamiast badań rzeczywistości można więc przeprowadzać badania eksperymentalne na modelach i przy ich pomocy weryfikować teorie przyrodnicze.

„Eksperyment cybernetyczny — pisze Lapunow i Jabłonski [18] — polega na tym, że badany układ zastępujemy badanym modelem. Modelowanie zaś zasadniczo polega na stworzeniu układu izomorficznego, lub prawie izomorficznego względem układu badanego“.

Model cybernetyczny pozwala sprawdzić prawdziwość naszych wyobrażeń o jakimś konkretnym układzie, może też być pewnym wyjściowym schematem do dalszych rozważań naukowych. Może się też zdarzyć, że w końcu zasady funkcjonowania modelu będą lepsze niż badanego (odtwarzanego) konkretnego obiektu.

Dzięki wprowadzeniu tego typu badań modelowych zaciera się różnica między doświadczeniem a obliczeniem (Wójcicki [26]), jako że model, np. elektroniczny, jest zarówno 1° — odwzorowaniem procesów biologicznych i fizycznych, jak i 2° — maszyną matematyczną. Tego typu badaniom wróży się wielką przyszłość w nauce współczesnej.

Spotyka się coraz częściej fakty wyposażania laboratoriów biologów, fizjologów czy psychiatrów w specjalnie dla nich konstruowane urządzenia elektroniczne do przeprowadzania „eksperymentów cybernetycznych“. Przybierają one czasem postać cybernetycznych maszyn diagnostycznych. Wszystkie te urządzenia należą do tej samej rodziny, co tak zwane sztuczne zwierzęta, wywodzące się od „zółwi“ Grey Waltera,

„myszy“ Roberta Shannona, „ćmy“ Norberta Wienera i „homeostatu“ Ross W. Ashby'ego.

Rozwinięcie tego tematu wymagałoby osobnego wykładu z metodologii cybernetyki i biocybernetyki.

7. UWAGI KOŃCOWE I DEFINICJE

Nauka każda, zaakceptowana przez uczonego i stosowana przez niego w praktyce staje się stopniowo pewnym światopoglądem. Można mówić też i o pewnym światopoglądzie cybernetycznym czy biocybernetycznym. Spotyka się szereg definicji i określeń „światopoglądowych“ dla cybernetyki, od niegdyś wspomnianego jej związku z metafizyką czy mechanicyzmem, aż do ostatnio podkreślanej łączności cybernetyki z materializmem dialektycznym. Przypisuje się cybernetyce różne pokrewieństwa, na przykład identyfikując ją czasem z prakseologią. Różne definicje cybernetyki są często sprzeczne ze sobą, co świadczy między innymi o bardzo szybkim i niezmiernie wszechstronnym rozwoju tej młodej nauki.

Ross W. Ashby [2] pisze o niej m. in.: „metody cybernetyki mogą okazać się decydujące w badaniu pewnych trudnych problemów nie tylko przez bezpośrednie podanie rozwiązania, lecz przez wykazanie nieprawidłowości postawienia samych problemów lub błędności założeń“. Zdanie to przypomina powiedzenie Nielsa Bohra [5] z zupełnie innej dziedziny wiedzy, iż „rozwój fizyki pouczył nas, że załazek owocnego rozwoju tkwi często we właściwym doborze definicji“, a dwaj inni fizycy — A. Einstein i L. Infeld [9] — twierdzą: „Sformułowanie zagadnienia ma często większe znaczenie niż jego rozwiązanie, które może być po prostu kwestią zręczności matematycznej lub doświadczalnej. Stawianie nowych problemów, odkrywanie nowych możliwości, umiejętność patrzenia w nowy sposób na stare zagadnienia — wszystko to wymaga wyobraźni twórczej i znamionuje postęp nauki“...

Do przekształcania świata potrzebna jest umiejętność świadomego sterowania nim, czyli cybernetyka. Stąd też płyną coraz częściej wysuwane postulaty włączenia cybernetyki do programu studiów technicznych, medycznych, ekonomicznych, filozoficznych i innych oraz postulatularyzacji tej nauki w społeczeństwie.

Znakomity polski biolog prof. Adam Wodziezko [24] określił przyrodę jako układ, w którym wszystkie składniki powiązane są w harmonijną całość węzłami wzajemnej zależności, które można zmieniać i przekształcać tylko do pewnych granic. Dziedzinę wiedzy zajmującą się świadomym sterowaniem układu przyrodniczego nazwał prof. A. Wodziezko fizjotaktyką — nauką o ustosunkowaniu się człowieka do przyrody (por. też Krzyszowski [15]). Biocybernetyka ze względu na przedmiot swych badań może być zaklasyfikowana jako nowe, odmienne ujęcie niektórych praw owej stworzonej przez prof. Wodziezkę fizjotaktyki.

Podsumowując całość rozważań definicję biocybernetyki sformułować można następująco: Biocybernetyka jest nauką o celowym, optymalnym porządkowaniu struktury układów biologicznych lub — mówiąc inaczej — nauką o świadomym sterowaniu złożonymi procesami zachodzącymi w przyrodzie ożywionej.

LITERATURA

- [1] Ashby R. W., 1960, *Design for a Brain. The origin of adaptive behaviour*, Second Ed. Chapman a. Hall, London. (Wyd. rosyjskie, Moskwa, 1962).
- [2] Ashby R. W., 1962, *Wstęp do cybernetyki*, PWN, Warszawa.
- [3] *Biologičeskie aspekty kibernetiki*, 1962, Red. A. M. Kuzin, AN SSSR, Moskwa.
- [4] Bogdanik T., 1963, *Cybernetyczna interpretacja homeostazy*, Polski Tygodnik Lekarski, 31, s. 1129.
- [5] Bohr N. 1963, *Fizyka atomowa a wiedza ludzka*, PWN, Warszawa.
- [6] *Całość i rozwój w świetle cybernetyki*. 1963, Dyskusja nad książką Oskara Lange, *Studia Filozoficzne*, 3—4, s. 3.
- [7] Choynowski M., 1957, *Założenia cybernetyki a zagadnienia biologii*, *Postępy Wiedzy Medycznej*, z. 3, s. 239.
- [8] Dichter W., 1963, *Istota cybernetyki w aspekcie teorii informacji*, *Podstawowe Problemy Współczesnej Techniki*, t. 8, PWN, Warszawa, s. 229.
- [9] Einstein A., Infeld L., 1962, *Ewolucja fizyki*, PWN, Warszawa.
- [10] Greniewski H., 1963, *Cybernetyka (Przedmiot — Metoda — Zastosowania)*, *Nowe Drogi*, 2, s. 66.
- [11] Himmel A., 1963, *Zastosowanie cybernetyki w medycynie i biologii*, *Biuletyn Wojskowej Akademii Medycznej*, z. 3—4, s. 7.
- [12] Jaroń J., 1961, *Zastosowania grafów do układów cybernetycznych*, *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Łódzkiego*, Ser. II, z. 11.
- [13] Kempisty M., 1963, *0-1 Modele cybernetyczne*, PWN, Warszawa.
- [14] Kowalik P., 1964, *Próba wstępnej analizy cybernetycznej wybranego zagadnienia gospodarki wodnej*, *Archiwum Hydrotechniki*, 3, s. 421.
- [15] Krzyszowski J., 1959, *Fizjotaktyka, pomost techniki do ochrony przyrody*, *Przyroda Polska*, 9—10, s. 8.
- [16] Lange O., 1962, *Całość i rozwój w świetle cybernetyki*, PWN, Warszawa.
- [17] Lapunow A. A., 1963, *Ob uprawiajuszeczich sistemach żywej przyrody i obszeim ponimanii żizniennych processow*, *Problemy Kibernetiki*, t. 10, s. 179.
- [18] Lapunow A. A., Jabłonskij S. W., 1963, *Teoreticheskie problemy kibernetiki*, *Problemy Kibernetiki*, t. 9, s. 5.
- [19] Mazur M., 1963, *O cybernetyce i cybernetykach*, *Argumenty*, 13, s. 3.
- [20] Nowik I. B., 1961, *O niekotorych metodologicznych problemach kibernetiki*, *Kibernetiku na Służbu Kommunizmu*, red. A. I. Berg, t. 1, Moskwa—Leningrad, s. 34.
- [21] Parin W. W., Bajewskij R. M., 1963, *Kibernetika w medycynie i fizjologii*, *Medgiz*, Moskwa.
- [22] Rapoport A., 1963, *Ujęcia ogólnej teorii układów*, *Studia Filozoficzne*, 1, s. 51.
- [23] Szmahauzen I. I., 1960, *Osnovy ewolucionnogo processa w swiecie kibernetiki*, *Problemy Kibernetiki*, t. 4.
- [24] Wodniczko A., 1958, *Co to jest fizjotaktyka*, *Przyroda Polski Zachodniej*, 2, s. 111.
- [25] Woskriesienskij A. D., Prochorow A. I., 1961, *Problemy kibernetiki w biologičeskich naukach*, *Kibernetiku na Służbu Kommunizmu*, red. A. I. Berg, t. 1, Moskwa—Leningrad, s. 107.
- [26] Wójcicki A., 1964, *Zasady eksperymentu*, wyd. MON, Warszawa.

PASOŻYTY RYB JAKO PODSTAWA CHARAKTERYSTYKI PARAZYTOLOGICZNEJ ZBIORNIKA*

Pasożyt, w tym przypadku głównie pasożyt ryby, jeżeli się go nie traktuje jedynie z punktu widzenia morfologii — nie może być przedmiotem badań w oderwaniu od środowiska wodnego. Jest on bowiem wynikiem, ostatecznym efektem nie tylko stosunków pomiędzy nim a rybą w obrębie nierozzerwalnego kompleksu pasożyt — żywicieli. W nie mniejszym stopniu stan zarażenia ryby zależy od czynników środowiska zewnętrznego, działającego na niego poprzez organizm ryby. Są to powiązania bardzo skomplikowane. Już samo środowisko wodne jako podłoże, w którym rozgrywają się procesy parazytologiczne, jest złożonym zespołem szeregu bardzo różnorodnych czynników, zarówno biotycznych, jak i abiotycznych. Zahaczając o nie przebiega wśród nich, najczęściej również złożony, rozwój pasożyta, zależny w pierwszej linii od obecności żywicieli pośrednich i ostatecznych, od stosunków pomiędzy nimi i od zmiany tych stosunków. Zawilość tego układu komplikuje jeszcze bardziej jego płynność. Dynamika środowiska sama niestała wywiera nieustanny wpływ na dynamikę biocenozy, której składniki znajdują się wobec siebie w równie zmiennym stosunku. W rezultacie powstaje szereg przesunięć. Mogą się one splatać i krzyżować, nasilać lub likwidować. Znaczenie dla procesów parazytologicznych ma dopiero ich wypadkowa.

W tym układzie pasożyt i ryba, dwa nierozłączne czynniki kompleksu pasożyt — żywiciel zajmują określoną pozycję: są nie tylko wypadkową działających czynników, ale i czynnymi składnikami biocenozy.

W takim ujęciu pasożyt jako ostateczny efekt działających na niego poprzez rybę czynników środowiska, i ryba, z której życiem jest nierozzerwalnie związany, są niejako odbiciem stosunków ekologicznych zbiornika i mogą stanowić podkład pod jego parazytologiczną charakterystykę.

Charakterystyka zbiornika wodnego jest to zobrazowanie jakościowego i ilościowego składu fauny jego pasożytów, głównie lub wyłącznie pasożytów i ich dynamiki w przyczynowym związku z morfologią, charakterem i stosunkami ekologicznymi odnośnego zbiornika.

W badaniach nad dynamiką pasożytów w zbiornikach wodnych można wyróżnić dwa kierunki. Jeden z nich, który można by nazwać biocenologicznym, ma na celu uchwycenie pełnej dynamiki wszystkich pasożytów w zbiorniku w oparciu o całokształt tych procesów ekologicznych, z którymi pasożyty są w jakikolwiek sposób związane. Uwzględnia się w takich badaniach, poza morfologią i charakterem zbiornika, jego florę i faunę i ich rozmieszczenie przestrzenne, idzie się śladem znanych już cykli rozwojowych i dąży do wykrywania poszczególnych

* Referat wygłoszony na I Międzynarodowym Kongresie Parazytologicznym w Rzymie.

etapów na drodze nieznanymi jeszcze cyklów i łączenia ich w całość. Do wniosku dochodzi się tutaj drogą syntezy, poczynając od szczegółów i zjawisk ubocznych. W takich badaniach pasożyty ryb, mimo iż są ich najważniejszym składnikiem, stanowią tylko pewien określony wycinek biocenozy.

Drugi kierunek, który można by nazwać inwazjologicznym, jest bardziej prosty i zawężony. Chociaż podstawą, na której się opiera jest i tutaj pasożyt i dążenie do wykrycia praw rządzących zasadami inwazji, odnosi się to już tylko do pasożytów ryb, więc pełnego obrazu powiązań ekologicznych zbiornika dać nie może. Jeśli pomimo to daje go w stopniu wystarczającym i odpowiadającym celowi, to dlatego, że ryba jest związana przez swoje pasożyty ze wszystkimi grupami systematycznymi fauny zbiornika oraz reaguje szybko na wszelkie zmiany otoczenia, co pozwala dostrzec nie tylko te procesy i zjawiska, w których ryba razem ze swymi pasożytami bierze bezpośredni udział, ale także i szereg zjawisk przebiegających obok niej, jeśli o jej życie w jakikolwiek sposób zahaczają.

Do wniosku dochodzi się tu, odwrotnie niż w badaniach biocenologicznych, drogą analizy, poczynając od ostatecznego efektu, jakim jest inwazja, i schodząc poprzez rybę, drogą utartych i znanych cyklów rozwojowych, do poszczególnych czynników otoczenia*.

Badania, odpowiadające kierunkowi biocenologicznemu i stanowiące duży krok naprzód w dziedzinie ekologii parazytologicznej pierwszy zainicjował w Polsce prof. W. L. Wiśniewski i prowadził ze swymi współpracownikami na jeziorach Drużno, Gołdapiwo i Mamry północne w latach 1949—1958. Wymagają one bliższego omówienia. Głównym ich zadaniem było poznanie dróg krążenia pasożytów w biocenoze jeziornej i wykrycie zależności fauny pasożytów od limnologicznego typu jeziora. Metodą objęte zostały następujące założenia: 1) ustalenie składu biocenozy i wyróżnienie w niej żywicieli charakterystycznych, mniej charakterystycznych i rzadkich; 2) wyróżnienie w składzie parazytofauny jeziora pasożytów charakterystycznych, mniej charakterystycznych i rzadkich przy użyciu ekstensywności i intensywności zarażenia jako miernika; 3) wykrycie poszczególnych członów nieznanymi jeszcze cyklów rozwojowych i łączenie ich w pełne cykle.

W rezultacie, obok szeregu wniosków o dużym walorze poznawczym, które udało się uzyskać z badań na Drużnie wykazano też pewne rysy parazytofauny, charakterystyczne dla zbiornika silnie zeutrofizowanego. W związku z tym wyraża Wiśniewski przypuszczenie, że fauna pasożytów może być od typu zbiornika zależna, co mogłoby mieć duże znaczenie dla diagnostyki rybackiej, lecz że przed daniem definitywnej odpowiedzi należałoby zbadać drogi i rytm krążenia pasożytów w większej ilości zbiorników różnego typu. Niestety w związku ze śmiercią Profesora z trzech zbadanych jezior opracowano w całości i opublikowano tylko jezioro Drużno i częściowo Gołdapiwo.

Badania nad składem i dynamiką wszystkich pasożytów w zbiorniku wodnym prowadzi w ostatnich czasach Zakład Zoologii Zwierząt Bezkręgowych Uniwersytetu w Leningradzie pod kierunkiem prof. dr I. J. Poljańskiego.

* W pierwszej części niniejszego referatu wykorzystałam tezy nieopublikowanego referatu prof. Z. Raabego na Zjazd Rybacki w Giżycku w 1952 r. traktowane przez niego jako wynik naszej wspólnej dyskusji.

Wychodząc od strony badań inwazjologicznych tezę Wiśniewskiego o zależności fauny pasożytów od typu jeziora podejmuje i potwierdza Chubb (1961, 1964) w wyniku badań na oligotroficznym jeziorze Llyn Tegid i wczesnomezotroficznym jeziorze Llyn Padarn (W. Brytania). Chubb wnioski swoje opiera głównie już tylko na składzie fauny ryb i ich pasożytów, w odniesieniu do typu jeziora uważając te wartości za zasadnicze przy ocenie wpływu zbiornika na faunę jego pasożytów.

Tezę Wiśniewskiego i wywody Chubba potwierdzają także wyniki niepublikowanych jeszcze badań Kozickiej nad fauną pasożytów ryb β mezotroficznych jezior Gołdapiwo i Mamry północne, przeprowadzonych w latach 1954—1958 na Pojezierzu Mazurskim w Polsce. Stwierdzono w nich postępujące wraz ze starzeniem się zbiornika wodnego cofanie się gatunków *Salmonidae* wraz z ich fauną pasożytniczą na korzyść ryb związanych z litoralem i właściwej im fauny pasożytów.

Badania przeprowadzone na jeziorach Llyn Tegid i Llyn Padarn i na jeziorach Gołdapiwo i Mamry ograniczone do wąskiego odcinka biocenozy, jakim są pasożyty ryb i ryby rozpatrywane w przyczynowym związku z typem limnologicznym jeziora można zaliczyć do badań inwazjologicznych, które jako szybsze i tańsze od badań biocenologicznych mogą być prowadzone nie tylko na jednym, ale na kilku zbiornikach wodnych jednocześnie. Jednak ze względu na zawężenie tematyki mają bardziej ograniczony zasięg poznania.

Mimo to szybkość, z jaką prace o takim lub podobnym nastawieniu mogły być prowadzone, i objęcie nimi wielkich przestrzeni pozwoliło na osiągnięcie bardzo cennych wyników. Przy ich pomocy odtworzono szlaki wędrówek ryb w czasach prehistorycznych, historię wielu zbiorników słodkowodnych i mórz, sukcesywne łączenie się i rozchodzenie wielu systemów rzecznych, przyczyn zmian w składzie parazytofauny ryb anadromicznych w okresie ich wędrówek oraz ustalono skład fauny pasożytów ryb poszczególnych zbiorników wodnych na olbrzymiej przestrzeni. Ostatnio próbuje się z ich pomocą określić miejsce pobytu i rozmieszczenie przestrzenne ryb oceanicznych. W kierunku tym przodujące stanowisko przypada szczególnie Dogielowi i jego szkole.

Przy pomocy badań inwazjologicznych rozwiązuje się często wiele zagadnień mających znaczenie dla praktyki rybackiej. W badaniach takich metodyka polega na ustaleniu jakościowego składu ryb z wyróżnieniem gatunków dominujących, pospolitych, mniej pospolitych i rzadkich oraz na ustaleniu ilościowego i jakościowego składu ich pasożytów. Spośród nich wybiera się następnie i przeznacza do badań te, które występują w stopniu mogącym wywołać zastrzeżenia lub obawę epizoojci, lub te, które są z innych względów interesujące — czasami opracowuje się wszystkie. Następnie w nawiązaniu do życia ryby i po śladzie, jaki stanowi pasożyt, analizuje się różne czynniki otoczenia, starając się wśród nich wyróżnić te, które są związane z przebiegiem danego procesu parazytologicznego. Nie jest to łatwe, czasami nawet prawie niemożliwe. Na przebieg procesów parazytologicznych mogą bowiem mieć wpływ nawet takie czynniki, jak kształt misy jeziornej oraz powierzchnia czynnego dna, nie mówiąc już o stosunkach wewnątrz i międzygatunkowych u ryb.

Trudność ujęcia i zobrazowania stanu zarażenia w zbiorniku wodnym zwiększa jeszcze bardziej fakt, że stan ten może być bardzo różny w różnych częściach jeziora.

O wartości poznawczej pasożyta, jako wypadkowej czynników dzia-

łających w środowisku, świadczy jeszcze inny typ badań, prowadzonych ostatnio w Polsce na Pojezierzu Mazurskim. Charakterystykę jeziora oparto w nich tylko na czterech gatunkach pasożytów: *Ergasilus sieboldi*, *Ligula intestinalis* (plerocerkoid), *Triaenophorus nodulosus* (plerocerkoid) i *Posthodiplostomum cuticola* (metacerkaria), użytych jako wskaźniki, w związku z czym badaniom tym nadano nazwę wskaźnikowych. Metoda okazała się dobra. Przy jej pomocy zbadano 26 tysięcy ryb na 32 jeziorach o łącznej powierzchni około 90 kilometrów kwadratowych, w okresie trzech lat. Na podstawie ogromnej ilości materiału z dużych prób pobieranych możliwie często, z wielu stanowisk na jeziorze otrzymano szereg danych stanowiących podkład dla zamierzeń rybactwa oraz szereg ogólnych wniosków ciekawych zarówno dla praktyki, jak i dla problematyki parazytologicznej, których przy pomocy dwu poprzednich metod nie udało się uzyskać. Między innymi w trakcie badań w Zespole Węgorzewo ustalono, że żaden z czterech pasożytów wytypowanych do badań nie jest związany z określonym typem jeziora, lecz że może się rozwijać w każdym z nich, jeśli w nim znajdzie odpowiednie warunki. Pasożyty te, specyficzne dla wielu gatunków ryb związanych z litoralem można było znaleźć prawie zawsze we wszystkich typach jezior na badanym terenie — a więc w β mezotroficznych eutroficznych i stawowych, czyli że żaden z powyższych typów jezior nie wyklucza ani występowania, ani nasilenia inwazji przez cztery wskaźnikowe pasożyty.

Na zakończenie należy podkreślić, że charakterystyka zbiornika nie jest kompletna, o ile nie uwzględni się w niej stanu zarażenia młodocianych stadiów. Stadia młodociane mogą być bowiem stadiami największych strat, co jest zrozumiałe choćby ze względu na inny niż u ryb starszych stosunek wielkości ciała żywiciela do wielkości ciała pasożyta. W związku z tym pasożyt może się stać dla nich poważnym czynnikiem eliminacyjnym. Mogą one także posiadać inny niż ryby starsze skład fauny pasożytów.

Należy przypuszczać, że badania, uwzględniające pasożyty jako człon biocenozy przyczynią się nie tylko choćby w części do wykrycia praw rządzących zasadami inwazji i epizooecji, ale także do wyjaśnienia bardziej ogólnych prawidłowości rządzących życiem indywidualnym zbiornika. Mogą one także rzucić pewne światło na te przemiany ekologiczne, które towarzyszą starzeniu się jezior.

Odpowiednie zestawienie opisanych powyżej trzech typów badań ma niewątpliwie duże znaczenie dla wykrywania, ustawiania i rozwiązywania szeregu problemów parazytologicznych, co zasługuje na uwagę przy opracowywaniu planów badań parazytologicznych w skali międzynarodowej.

Wydaje się, że metoda wskaźnikowa daje przy tym specjalne korzyści. Nie oddaje ona wprawdzie pełnego obrazu biocenozy, jak metoda biocenologiczna, ani nie ukazuje pełnego obrazu historii życia i znaczenia danego pasożyta, jak metoda inwazjologiczna, ale stwarza przejrzystszą i bardziej porównywalną charakterystykę zbiornika. Operuje ona indikatorami, uwidacznia najbardziej węzłowe punkty w parazytologicznym stanie zbiornika — te punkty, które są najważniejsze nie tylko dla jego aktualnej oceny, ale i dla prognozy niezbędnej przy zabiegach gospodarczych.

RIBOSOM — PRACOWNIA ŻYWEJ KOMÓRKI*

Przed około 20 laty dzięki mikroskopowi elektronowemu udało się bezpośrednio zaobserwować ribosomy w ekstrakcie bakterii. W latach pięćdziesiątych naszego wieku ustalono charakter i rolę tych cząstek w żywej komórce. Stwierdzono, że cząstki te są zbudowane z RNA i białek, że są obecne we wszystkich tkankach i że występuje określona korelacja między koncentracją ribosomów w tkance a zdolnością tej tkanki do syntezy białek.

Zamecnik wraz ze współpracownikami przeprowadził następujące doświadczenie. Wstrzykiwano szczurom radioaktywny aminokwas i następnie w różnych odstępach czasu badano wątroby tych zwierząt. Udało się stwierdzić, że aminokwas ten był przenoszony do wątroby poprzez krew gdzie w krótkim czasie został wbudowywany do różnych protein. Na początku tworzenia się proteiny te były związane z ribosomami, od których następnie uwalniały się. Doświadczenie to nie pozostawiało wątpliwości, że ribosomy znajdują się na biologicznej drodze syntezy białek i że są miejscem, w którym pojedyncze aminokwasy są gromadzone i później łączone w łańcuchy protein. Zidentyfikowanie ribosomów jako pracowni wytwarzających białka zostało poparte przez późniejsze doświadczalne prace w wielu laboratoriach.

Budowa ribosomu: Przy pomocy mikroskopu elektronowego oraz metody ultrawirowania udało się wykazać, że ribosom zbudowany jest z dwóch cząstek; na przykład u *Escherichia coli* jedna z cząstek sedimentuje z szybkością 30 S, a druga z szybkością 50 S. Cząstka pierwsza posiada masę nieco mniejszą od 1 miliona. Wielkość obu cząstek jest rzędu około 200 Å. W komórce obydwie cząstki są ze sobą połączone w jedną pojedynczą jednostkę, która sedimentuje z szybkością 70 S i której masa wynosi prawie 3 miliony. Uważa się, że cząstka 70 S jest funkcjonalną biologiczną jednostką w komórce. Ta funkcjonalna jednostka — ribosom składa się z mniej więcej równych ilości RNA i białka. RNA cząstki 30 S jest skupiony w pojedynczej jakby łańcuchowej molekuły; cząstka 50 S złożona jest z jednej lub dwóch takich molekuł. Gdyby wyciągnąć w linię prostą powyższe łańcuchy, to byłyby one od 40 do 100 razy dłuższe od średnicy ribosomu. Stąd też uważa się, iż muszą one być w cząstce niezmiernie silnie pozwijane.

Jak ribosomy pomagają w syntezie białek w komórce? Przed kilkoma laty nie wiadano, że komórka zawiera więcej niż jeden rodzaj RNA i sądzono, że RNA działa jako matryca w syntezie białek. Później odkryto RNA przenośny (transfer RNA) oraz tzw. wysłannikowy RNA (messenger RNA). Obecnie stwierdza się, że do powierzchni ribosomu przyczepiają się różne części całego systemu syntetyzującego białko. To przyczepienie powinno być bardzo dokładne, ponieważ różne części tego samego systemu muszą być ze sobą połączone we właściwym czasie, we właściwej sekwencji i we właściwym przestrzennym uporządkowaniu. Wysłannikowy RNA jest przyczepiony do cząstki 30 S a przenośny RNA do cząstki 50 S. Przenośny RNA musi być w kontakcie z wysłannikowym RNA, ażeby otrzymać genetyczną informację. A więc przenośny RNA pozostaje w kontakcie z oby-

* David Elson, 1964, *The ribosome — factory of the living cell*, Discovery, 25, 7, s. 24—29.

dwoma cząstkami; jedna jego część jest połączona z cząstką 50 S, a druga łączy się z cząstką 30 S poprzez wysłannikowy RNA.

Przed przeszło rokiem kilka grup badaczy ogłosiło dane na temat występowania ribosomów w różnych zespołach. Podawano dla nich nazwy: ribosomalne agregaty, poliribosomy, polisomy, ergosomy. A więc jednostką syntetyzującą białko w komórce nie jest pojedynczy ribosom, lecz ich grupa. Taka grupa może składać się z 3, 4, 5 lub nawet wielu ribosomów połączonych ze sobą poprzez łańcuch RNA (przypuszcza się, że jest to wysłannikowy RNA). Długość wysłannikowej molekuly RNA musi być wiele razy większa od średnicy ribosomu, tak aby pewna liczba ribosomów mogła być doczepiona do tej samej molekuly w tym samym czasie.

Kiedy rozpoczyna się synteza białka, wtedy każdy ribosom przyczepia się do łańcucha wysłannikowego RNA na jednym jego końcu. Następnie przesuwają się wzdłuż łańcucha odczytując sekwencję genetyczną wysłannikowego RNA i odbierając po drodze różne molekuly przenośnego RNA z jego aminokwasami. Tak powstaje łańcuch proteinowy. Gdy ribosom przesunie się dostatecznie daleko, wtedy inny ribosom może znów przyczepić się do tego samego miejsca w łańcuchu RNA co ribosom poprzedni. Z kolei następne ribosomy będą się doczepiały w ten sam sposób. Wszystkie ribosomy będą jednak wytwarzać identyczne kopie tej samej proteiny, ponieważ odczytują ten sam genetyczny wysłannik RNA. Kiedy ribosomy osiągną koniec łańcucha RNA, wtedy odrywają się i molekuly białka zostają uwolnione. Istnieje więc określony kierunek procesu tzn. synteza białka, zawsze rozpoczyna na jednym końcu wysłannikowego łańcucha RNA, a kończy się na jego końcu przeciwnym.

Maciej Zenkter

INDUKCJA TOLERANCJI IMMUNOLOGICZNEJ WYCIĄGAMI RIBOSOMALNYMI I KWASÓW NUKLEINOWYCH U NOWORODKÓW MYSZY*

Zjawisko „czynnej tolerancji immunologicznej” opisano jako stan indukowany, w którym przeszczepy tkanki są indukowane przez organizmy, które normalnie odrzuciłyby je. W tych doświadczeniach tolerancję immunologiczną wywołano przez poddanie gospodarza działaniu homologicznych żywych komórek tkankowych w dostatecznie wczesnym stadium rozwoju. Inne badania wykazując indukowanie tolerancji u dorosłych zwierząt zostały również ostatnio omówione.

Próby wywołania tolerancji za pomocą wyciągów komórkowych na ogół nie dawały rezultatów. Jednak ostatnie prace dostarczyły danych wskazujących, że indukcję tolerancji można wywołać wyciągami kwasów nukleinowych, homogenatami tkanek, wyciągami antygenów oraz rozbitymi komórkami śledziony.

Eichwald i Silmsen w 1955 r. odkryli układ zapewniający zgodność tkankową, połączony z genem płci. Najprostsza hipoteza sprawdzona szeregiem doświadczeń tłumaczy mechanizm tej niezgodności jako powiązanie antygeny męskiego, nie występującego u samic, z genem Y. Zjawisko to obserwowano u myszy ze szczepu C57, gdzie przeszczepy „isografts” z samców na samice zachowywały się jak „homografts” i były odrzucane. Martinez i współpracownicy opisali ostatnio indukcję tolerancji względem „isografts” u samic szczepu C57BL po osiągnięciu dojrzałości przez ciągłe wstrzykiwanie całkowicie rozartych komórek śledziony po-

* A. C. Trakatellis, A. E. Axelrod, M. Montjar, F. Lamy, *Induction of immune tolerance with ribosomes and ribonucleic acid extracts in new-born mice*, Nature, t. 202, nr 4928, 1964, s. 154.

chodzących od samców. Doświadczenie autorów miało na celu ustalenie czy podobną tolerancję można wywołać przez wstrzykiwanie noworodkom myszy płci żeńskiej wyciągów mikrosomów, ribosomów względnie kwasu ribonukleinowego z izogenicznych samców.

Dla przygotowania preparatu mikrosomalnego zbierano śledziony do naczynia z suchym lodem i przygotowywano 5—10% roztwór w szklanym homogenizatorze. Wszystkie czynności wykonywano w temperaturze 0—4°C. Kwas ribonukleinowy oznaczano według metody z orcinolem, a białko według metody Lowryego i współpracowników. Przygotowywano również standardowy preparat ribosomowy, zawierający cząstki o stałej sedymentacji według Kórnera oraz oczyszczone ribosomy wg Wettsteina i innych.

Preparaty mikrosomalne, ribosomalne, standardowe i oczyszczone otrzymywano ze śledzion dorosłych myszy szczepu C57BL/6J i wstrzykiwano noworodkom płci żeńskiej również z tego samego szczepu. Po upływie 30 dni przeszczepiano tym samiczkom skórę samców szczepu C57BL/6J. Do przeszczepu w grzbietowej części ciała samiczek pobrano skórę pełnej grubości z okolicy brzusznej samców 15×2,0 cm, stosując metodę opisaną wcześniej przez Axelroda i współpracowników. Przeszczepy przyszywano w kilku miejscach jedwabnymi szwami; kryteria przeżywalności przeszczepu przyjęto również wg Axelroda i współpracowników.

Dane w tabelicy 11 wskazują, że podawanie mikrosomów i ribosomów ze śledzion samców ze szczepu C57BL/6J mogły wywołać tolerancję u samiczek tego samego szczepu. Działanie ribonukleazy na ribosomy niszczyło tę zdolność. Ribosomy otrzymane ze śledzion samiczek były również nieczynne. Samiczki kontrolne przy tym systemie przeszczepu odrzucały przeszczepy skórek z samców (isografts) po upływie 15—25 dni. Przyjmowano, że zwierzęta rozwinęły tolerancję, jeśli po upływie 3—4 tygodni po przeszczepieniu na przeszczepie wyrósł nowy pęk włosów a przeszczepy utrzymywały się co najmniej 2 miesiące. U większości zwierząt z rozwiniętą tolerancją, po upływie 5—6 miesięcy przeszczepy były bardzo dobrej jakości.

Przeciwnie, wstrzykiwanie tej samej dawki ribosomów standardowych lub oczyszczonych dziewiątego dnia po urodzeniu, wywoływało uczulenie samiczki względem przeszczepów skórnych z samców, co objawiało się znacznie szybszym odrzuceniem ich (12—15 dni). Podczas naszych badań czasami występowało zahamowanie wzrostu samiczek szczepu C57BL/6J, którym wstrzyknięto po urodzeniu preparat ribosomalny śledziony z izogenicznych samców. Ten objaw stawał się widoczny na ogół po 12—15 dniach a zwierzęta umierały zazwyczaj po 3—4 tygodniach. Zjawisko to występowało częściej po stosowaniu preparatu otrzymanego ze szczepu A/HeJ. Opisano zdolność wytwarzania przeciwciał przez króliki przeciw ribosomom wątrobowym króliczym lub mysim — swoistą cechę przypisywaną przede wszystkim nukleozydom i nukleotydami. Dodd i współpracownicy omówili również schorzenie autoimmunizacyjne u królików wywołane przez tę immunizację. Autorzy tej pracy zdolali wykryć przeciwciała po 30 dniach od chwili wstrzyknięcia noworodkom preparatu ribosomalnego. Przypuszczają oni, że w ich doświadczeniach wystąpiła immunizacja podobna do omawianej przez Dodda i innych. Przypadek ten ogranicza się wprawdzie do jednego osobnika i wymaga dalszych badań.

Autorzy przygotowali również preparat, zawierający wszystkie składniki nukleotydowe ze śledzion dorosłych samców metodą wyciągu Gierera i Schramma z pewnymi modyfikacjami. Przygotowano wyciągi z fenolem niepodgrzewanym i podgrzewanym. Podgrzewanie niszczyło częściowo większe cząsteczki RNA, całkowity rozkład ciężkich frakcji następował po działaniu ribonukleazy.

Podawanie preparatów całkowitego RNA komórek śledziony, otrzymanych metodą fenolową na gorąco (85°C) lub zimno, wywoływało tolerancję względem przeszczepów skóry samców szczepu C57BL/6J. Natomiast preparaty podgrzewane do

95°C lub trawione ribonukleazą nie posiadały zdolności indukowania tolerancji. Podobnie rozpuszczalny RNA był nieskuteczny.

Wyniki doświadczeń autorów tej pracy wyraźnie wskazują, że można uzyskać tolerancję względem „isografts” przeszczepom skóry samców u noworodków — samiczek szczepu C57BL/6J stosując zastrzyki mikrosomów, ribosomów lub preparatów wszystkich składników nukleotydowych ze śledziona izogenicznych samców. Oprócz tego doświadczenia nasuwają silnie przypuszczenia, że czynność biologiczna indukowania zdolności tolerancji występuje w części RNA preparatów. Stąd rozpad na cząstki mniejsze niż 13 S lub całkowity rozpad do nukleotydów niszczy całkowicie zdolność RNA do indukowania tolerancji. Autorzy zakładają więc, że aktywność biologiczna znajduje się w ergosomach lub preparatach RNA, zawierających messenger RNA odpowiedzialny za syntezę antygeny transplantacji i za stałą biosyntezę antygeny donatora w organizmie gospodarza, prowadzącą do uruchomienia mechanizmu tolerancji.

Alternatywne tłumaczenie powinno uwzględniać wywołanie depresywnej reakcji swoistego ergosomu lub mRNA względem mechanizmu odporności odpowiedzialnego za odrzucenie przeszczepu. Te założenia stanowią hipotezy, których prawdziwość jest obecnie badana.

Konstancja Jakutowicz

MOLEKULARNY MECHANIZM POWSTAWANIA SIERPOWATYCH ERYTROCYTÓW*

Submolekularny mechanizm powstania żelu w hemolizatach komórek sierpowatych został omówiony we wcześniejszym doniesieniu (1); przypuszczano że przy 38°C walina z wolną grupą aminową blokuje genetycznie wymienioną grupę walilową β -łańcucha prowadząc do cyklizacji między NH-walilem a 4 grupą treonylową wiązaniem wodorowym. Tę sugestię wysunięto dla wyjaśnienia zmiany skręcalności optycznej wraz z temperaturą. Słuszność przypuszczenia udało się ocenić stosując zamiast grupy walilowej — hydrofobową propanu. Autor stwierdził, że propan, etan i metan usuwają sierpowatość erytrocytów zawierających Hb-S (hemoglobinę komórek sierpowatych). Te związki mogą również zapobiec albo odwrócić powstawanie żelu odtlenowanego hemolizatu Hb-S. Po wprowadzeniu tych związków zmniejsza się również skręcalność. Te obserwacje są zgodne z hipotezą już omawianą, dotyczącą kolejności procesów prowadzących do powstawania sierpowatości erytrocytów.

Zjawisko „sierpowacenia” badano redukując erytrocyty dodawaniem 4% roztworu metabisulfitu ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$). Małą próbkę krwi umieszczano w okrągłodennej kolbce na 50 ml połączonej z zasobnikiem propanu. Propan rozpuszczał się przy 38°C pod ciśnieniem 300 mm słupa rtęci. Żel otrzymywano w małej ampulce a zmianę skręcalności mierzono na aparacie, jaki opisywano we wcześniejszych pracach.

Nie stwierdzono „sierpowacenia” w przypadku potrakowania krwi propanem. Próbkę kontrolne wykazywały w 100% sierpowatość. Jeśli propan zastępowano etanem lub metanem wyniki były podobne. Te proste cząsteczki mogą również upłynnić żel odtlenowanego hemolizatu Hb-S lub zapobiec jego powstawaniu. Skręcalność normalnych hemolizatów Hb-S przy 38°C zmienia się w obecności propanu. Erytrocyty zawierające Hb-S^{Georgetown} nie tracą sierpowatości pod wpływem propanu. Badano mechanizm submolekularny powstawania sierpowato-

* M. Murayama, A molecular mechanism of sickled erythrocyte formation, Nature, t. 202, nr 4929, 1964, s. 258.

ci, gdyż stwierdzono, że odtlenowany hemolizat Hb-S przy dostatecznym stężeniu ścina się przy 38°C lecz upływnia się odwracalnie przy chłodzeniu. Hemolizaty normalnej hemoglobiny Hb-A nie tworzą wcale żelu. Zjawisko odwracalnego powstawania żelu sugeruje pewne dynamiczne zmiany konformacji wraz ze zmianą temperatury. Skręcalność Hb-A wraz z temperaturą zmienia się nieznacznie.

Jedyna różnica między normalną hemoglobiną Hb-A a hemoglobiną komórek sierpowatych Hb-S polega na zmianie wyłącznie jednego aminokwasu licząc od wolnej grupy aminowej β -łańcucha. Jest to 6 reszta aminokwasowa licząc od wolnej grupy aminowej łańcucha peptydowego. α -łańcuch obu hemoglobin jest identyczny (podano kolejność aminokwasów w różnych hemoglobinach α -łańcucha).

Sierpowatości nie można wytłumaczyć w ten sam sposób, co różnicę ruchliwości między hemoglobinami — genetyczną wymianą aminokwasów. Ze schematu (rys. 1) wynika, że między grupy CO pierwszej reszty walilowej a czwartą resztą glutaminową powstaje mostek wodorowy z grupą NH.

Takie wiązanie może ustabilizować 6 reszt aminokwasowych zmniejszając swobodę rotacji. Jest to jeden z warunków reguły Kouzmána i Eyringa: „Czynniki, ograniczające swobodę orientacji dookoła wiązań, mają tendencję do zwiększania aktywności optycznej”. Przy 0°C wiązanie wodorowe prawdopodobnie ulega hydratacji, gdyż wiązania hydrofobowe stają się słabsze. W rezultacie łańcuch hemoglobiny nie tworzy już pierścienia i zmniejsza się skręcalność. Propan interferuje w hydrofobowej interakcji łańcucha bocznego, gdyż występuje wtedy taka sama kolejność procesów jak przy chłodzeniu.

Zgodnie z omawianymi obserwacjami łącznie z trójwymiarową budową zredukowanej ludzkiej hemoglobiny ogłoszonej przez Muirheada i Perutza można obecnie przedstawić prawdopodobny mechanizm molekularny powstawaniem sierpowatości erytrocytów. Wykazali oni, że dwa β -łańcuchy zredukowanej hemoglobiny rozsunęły się, wskutek czego wzrasta odległość między tymi dwiema grupami hemowymi o 7 Å. Z punktu widzenia atomowego stanowi to istotną zmianę budowy. Znany jest fakt, że utlenowanie odwraca sierpowatość bez względu na sposób powstania. Widać teraz, że uzupełniające się grupy wiążące β -łańcuchów odsuwają się przy redukcji, natomiast po utlenieniu zbliżają się. Grupy reagujące przy cyklizacji końcowej części β -łańcuchów pokrywają się raczej dokładnie z odpowiednimi grupami α -łańcucha; gdy grupy wiążące β -łańcuchów (po utlenieniu) zbliżają się, komplementarność już nie występuje.

Zapobieganie sierpowatości poprzez wiązanie grupy -SH jest prawdopodobnie analogiczne do działania utlenowania. Podczas amperometrycznego miareczkowania jonami srebra i rtęci w celu zbadania chemizmu grup -SH hemoglobiny ludzkiej wyjaśniono, że cząsteczki ulegają zmianom konformacyjnym analogicznym do procesu utlenowania, a więc w hemoglobinie powstają wiązania merkaptanowe. Interakcja merkpto-merkpto (HS—SH) wydaje się być analogiczną do dobrze znanej interakcji hem-hem. Mechanizm odwracający proces powstawania sierpowatości przez odczynniki SH musi mieć znaczenie strukturalne tak jak utlenowanie.

Badano dichroizm sierpowatości erytrocytów zawierających Hb-S i Hb-C^{Georgetown}. W sierpowatych komórkach cząsteczki są uszeregowane linowo podobnie jak w Hb-C^{Georgetown}, chociaż submolekularny mechanizm jest odmienny. W obu przypadkach występuje cyklizacja przy końcu z wolną grupą -NH; u Hb-S występuje wiązanie o charakterze hydrofobowym, podczas gdy u Hb-C^{Georgetown} wiązanie elektrostatyczne, w którym łączy się -NH₃ waliny z -CO glutaminy. To wiązanie nie ulega odwracalnemu rozpadowi przy chłodzeniu lub pod wpływem odczynników chemicznych.

Sposób uszeregowania Hb-S cząsteczek oraz kształt cząsteczek podano na rys. 2, zaś Hb-C^{Georgetown} — na rys. 3.

Proponowany mechanizm powstania sierpowatości jest zgodny z danymi doświadczalnymi; daje teoretyczne podstawy do badań klinicznych. Nie można przesadzić w podkreślanie niebezpieczeństwa stosowania propanu dla „unsickling” gdyż jest on niebezpieczny dla żywego organizmu. Pod tym względem bardziej skuteczny jest tlen. Wskazane jest również oziębianie obwodowych naczyń krwionośnych dla „upłynnienia” hemoglobiny.

Konstancja Jakutowicz

PROBLEM ORGANIZACJI SYSTEMOWEJ W BIOLOGII TEORETYCZNEJ*

W ostatnich dziesiątkach lat obserwuje się zmniejszenie zainteresowania biologią teoretyczną. Wydaje się, że zasadniczą przyczyną tego zjawiska jest fakt, iż w tym czasie biologia zrobiła duży krok naprzód i w istocie wyszła daleko poza ramy organizmu, z którym związane były podstawowe konstrukcje teoretyczne. Równocześnie pojawiły się zawiązki całkowicie nowego sposobu syntetyzowania i co najważniejsze sposób ten podporządkował sobie cały współczesny materiał, który nie mieścił się w klasycznej już teorii ewolucji.

Ta nowa synteza powstała na podstawie danych nie tylko z dziedziny biologii, ale i innych, licznych dziedzin wiedzy. Jest to idea organizacji żywej materii. W przyrodzie nie ma życia niepodlegającego ewolucji, jak też nie ma niezorganizowanej żywej materii.

Interesującym jest fakt, że pomimo iż teoria organizacji zajęła już w biologii trwałą pozycję, to nie postawiono jeszcze pytania co oznacza pojawienie się nowej koncepcji w stosunku do klasycznej biologii ewolucyjnej.

IDEA ORGANIZACJI

Dowolną jednostkę można rozpatrywać w dwóch podstawowych aspektach: aspekcie powstania jej struktury i funkcji (*genesis*) oraz w aspekcie organizacji zapewniającej jej istnienie i funkcjonowanie.

Jest właściwe nauce, że przedmiotem szerokiego badania w okresie początkowym jest jakaś jedna, najbardziej dostępna strona zagadnienia. Od tego momentu gdy różnorodność świata zaczęło wiązać z jego zmiennością, idea ewolucji (a potem — rozwinięta teoria ewolucji) zajęła centralne miejsce w teoretycznej biologii. Przypuszczano, że odszyfrowując mechanizm ewolucji wyjaśni się i organizację. Tak więc w ramach tej teorii uformowany został obraz świata organicznego w całości. Jednakże był to tylko obraz filogenetycznej jedności i filogenetycznej całości życia, ale uważano że i fakt zorganizowania życia znajduje w niej odbicie.

Oczywiście słuszność filogenetycznego aspektu życia nie może być podawana w wątpliwość. Jednakże druga, potencjalna połowa życia — koncepcja jego organizacji — pozostała nie rozwinięta w klasycznej biologii i nie odegrała żadnej roli chociaż sam fakt istnienia organizacji nie budził żadnych wątpliwości.

Tworzenie się nowego kierunku w teoretycznej biologii uwzględniającego ideę organizacji zachodziło w dwu kierunkach. Po pierwsze w ramach dziedzin zajmujących się biologią organizmu uwaga przesunęła się od pojedynczych procesów do ich współdziałania. O ile istota współdziałania zamyka się w ustanowieniu łączności i przekazaniu informacji kanałami łączności, pierwsze duże osiągnięcia w analizie

* Streszczenie artykułów: K. M. Chailova, *Problema sistemnoi organizovannosti v teoreticheskoj biologii*, Żurn. Obšč. Biol. 24, 5:324—333, 1963; D. A. Krivoluckij, *Sistemnaja organizovannost' i teoria ewolucii*, Żurn. Obšč. Biol. 25, 2:230—233, 1964.

współdziałania uzyskano dopiero w ostatnich czasach, po pojawieniu się teorii łączności i cybernetyki. Ta grupa współczesnych dyscyplin pogranicznych łączących w sobie zasady fizyki, biologii i techniki traktuje osobniki według nowych zasad — jako systemy. Pojęcie systemu tak już rozpowszechnione w fizyce okazało się konieczne w biologii, jako że osobniki rozpatrywane w aspekcie wewnętrznego współdziałania, przedstawiają sobą typowe systemy. Stwierdzono, że podstawowe, złożone przejawy życia długo nie znajdujące wyjaśnienia do czasu przyjęcia teorii systemów, związane są właśnie z wewnętrznym współdziałaniem, czyli z systemowością.

Do tego zaliczyć można przede wszystkim zjawiska samoregulacji i regeneracji, genetycznego i fizjologicznego *homeostasis*, wyższych czynności nerwowych. Jednym z najistotniejszych osiągnięć było znalezienie dokładnego, ilościowego powiązania pomiędzy zasadniczymi cechami żywej i nieożywionej materii i odpowiednio zasadami fizyki i biologii — związek uporządkowania i organizacji z entropią.

Drugi nurt, którym do biologii teoretycznej przenikała idea organizacji związany był z rozszerzeniem sfery badań poza przedziały organizmu i rozwojem bio-, fito- i zoocenologii, nauki o biosferze, ekosystemach i biocenozach. Postawiło to w jednym szeregu z organizmem kilka nowych, ponad-organizmowych jednostek. Zamiast podstawowej jednostki przyrodniczej — gatunku — pojawił się szereg złożonych jednostek np. populacji, ekosystemów i które na równi z organizmem otrzymały prawo do włączenia się w obraz świata organicznego i teorię jego ewolucji. Jednak te ponad-organizmowe jednostki nie mogły być wciągnięte w filogenetyczny obraz życia, gdyż w tej płaszczyźnie nigdy nie były badane. Tak więc te jednostki badane były od razu w płaszczyźnie organizacji, a z kolei organizm był badany tylko w aspekcie ewolucyjnym. Nie było więc możliwe bezpośrednie porównanie, chociaż wydaje się ono konieczne. Ponieważ biologia teoretyczna nie mogła poradzić sobie z tymi faktami, przedmiot badania organizacji przeniesiono do ekologii. Doprowadziło to do tego, że ekologia zaczęła wyrastać na drugą ogólnobiologiczną dyscyplinę, równoważną teorii ewolucji. Jednakże jest oczywiste, że chodzi tu o dwa aspekty życia i konieczna jest tu podstawowa, wspólna synteza.

W ten sposób istotę przemian w biologii należy widzieć w tym, że zjawisko organizacji staje się przedmiotem tak samo głębokich rozważań, jak to było sto lat temu w stosunku do teorii ewolucji. Nie można się łudzić, że zjawisko organizacji jest procesem wtórnym w stosunku do ewolucji. Osiągnięcia współczesnej biologii dowodzą, że fakt ten jest tak samo właściwy żywej materii, jak właściwa jest jej możliwość rozwoju.

OGÓLNA TEORIA SYSTEMÓW W BIOLOGII

W dowolnej dziedzinie wiedzy badanie współzależności prowadzi do ustalenia organizacji systemowej. Podobnie rzecz miała się w biologii. Pierwszą poważną próbą było stworzenie przez Bertalanffyego „ogólnej teorii systemów”. Podstawowe pojęcie tej teorii — system — używane jest w szerokim znaczeniu, obejmuje bowiem tylko podstawowe zasady organizacji i stosowany jest nie tylko w odniesieniu do zjawisk biologicznych. Bertalanffy określił systemy jako „zestaw elementów znajdujących się we współzależności”. Istnieje cały szereg podobnych definicji. Istota ich zamyka się w tym, że istnieje współdziałanie komponentów i organizacja systemowa jako wynik tego współdziałania.

Biologiczna część ogólnej teorii systemów opracowana jest jeszcze w niedostatecznym stopniu. Na razie można tylko dostrzec podstawowe problemy pozwalające równocześnie wyobrazić sobie zasadniczy zakres tej teorii. Tak więc problemem pierwszym jest określenie pojęcia „żywy system”, bowiem pojęcie to nie odzwierciedla jego specyfiki. Specyfika ta zaś polega na tym, że 1) systemy te powstają

w przyrodzie (nie są sztuczne), 2) są funkcjonalnie złożone, 3) rozwijają się. Trzecia właściwość jest cechą swoistą tylko dla systemów biologicznych.

Drugim problemem biologicznej części ogólnej teorii systemów jest uszeregowanie liczby obiektów, które mogą być rozpatrywane w aspekcie systemowym. Jako system stojący poniżej organizmu uważa się np. gen. Natomiast za systemy stojące powyżej przyjmuje się np. fito- i zoocenozy (biocenozy). Ponad tym znajduje się system obejmujący wszystkie organizmy żywe i środowisko nieorganiczne. Nazw tu wiele: mikrokosmos, ekosystem, biosystem, biogeocenoza. Wszystkie ekosystemy ziemi to biosfera. Niektórzy autorzy wyróżniają jeszcze jako system populację, a inni dodatkowo gatunek.

Problem trzeci odnosi się do ważności i kolejności poszczególnych systemów w przyrodzie. Postawienie systemów ponadorganizmowych (np. ekosystemu) wyżej niż organizm nie rozwiązuje problemu, gdyż nadal pozostaje sporne położenie ekosystemu w biosferze. Oczywiście zagadnienie wzajemnego podporządkowania systemów ma nie tylko znaczenie chronologiczne, ale również odnosi się do mechanizmu ich wzajemnych powiązań.

ZASADA ORGANIZACJI SYSTEMOWEJ I NIEKTÓRE SPORNE ZAGADNIENIA BIOLOGII EWOLUCYJNEJ

Wysoka specyficzność, a co za tym idzie, ograniczenie zakresu działania ewolucyjnego traktowania życia polega na tym, że pozwala on tylko rozumieć i klasyfikować filogenetyczne połączenia pomiędzy organizmami. Niestety większość połączeń jakimi dysponuje organizm, czy to z innymi organizmami, czy ze środowiskiem, nie daje się klasyfikować w taki sposób. Zjawisko to szczególnie uwidoczniło się w ekologii. Charakterystyczną tendencją dla teorii ewolucji stało się traktowanie żywej przyrody tak, jak gdyby składała się tylko z organizmów (i gatunków). W ekologii natomiast zapanowała tendencja do traktowania przyrody jako „segmentowanej” całości i rozdzielania czynników według jedności („segmentów”) życia, tj. systemów.

Fakt ten spowodował to, że ostatnio wiele prac teoretycznych, ewolucyjnych zostało pozbawionych konkretności, gdyż opierały się na pojęciach ogólnych, z których część jest już przestarzała. Wielokrotnie powtarzające się opisy życia i ewolucji w takich kategoriach jak — „przemiana materii”, „asymilacja i dysymilacja” „rodzenie się i obumieranie”, „walka nowego ze starym”, „wzajemne stosunki pomiędzy organizmami” — nie dodają nic nowego.

Uznając istnienie organizacji życia nie można zgodzić się z bardzo powszechnymi poszukiwaniami przewodniego czynnika życia i ewolucji życia. Przypomina to bowiem poszukiwania kamienia filozoficznego. Wydaje się, że szukanie takiego wiodącego czynnika jest możliwe tylko w ramach danego systemu. Na przykład ewolucji biogeocenozy i biosfery można doszukiwać się w zasadniczych współzależnościach w ramach tych systemów. Podobnie ewolucji organizmu — we współzależnościach wewnątrz organizmu.

Reasumując należy podkreślić, że teoria systemów w biologii mimo niezbyt dokładnego sformułowania, jest już równorzędna teorii ewolucji. Są to po prostu dwa aspekty tego samego zagadnienia. Wydaje się, że właściwy, syntetyczny obraz życia winien obejmować oba te aspekty. Istotą nowego podejścia ewolucyjnego jest to, że na każdym poziomie organizacji żywej materii zakłada się działanie różnych czynników ewolucyjnych. To oczywiście nie przeczy klasycznej teorii ewolucji na poziomie organizmu.

Z тезami przedstawionymi w powyżej streszczonym artykule polemizuje Kriwoluckij. Zaprzecza Chailowowi jakoby teoria ewolucji nie mogła tłumaczyć osiągnięć niektórych dyscyplin współczesnej biologii. Kriwoluckij utrzymuje, że współ-

zależność procesów zachodzących w czasie regeneracji, wyższe czynności nerwowe, samoregulacja procesów biologicznych, genetyczny i fizjologiczny *homeostasis*, dają się znakomicie wytłumaczyć za pomocą teorii ewolucji. Możliwe jest również rozpatrywanie procesów zachodzących w biosferze z punktu widzenia teorii ewolucji, chociaż w tym przypadku prawidłowości ewolucyjne są zupełnie inne niż przy powstawaniu gatunków. Na dowód tego autor cytuje pracę Rossa, która z ewolucyjnego punktu widzenia wyjaśnia procesy zachodzące w różnych systemach, bo od atomu począwszy poprzez biosferę, aż do kosmosu.

Nie można mówić również o wyrównaniu pomiędzy ewolucjonizmem a ekologią, która ma swoje specyficzne zadania i nie może być dyscypliną ogólnobiologiczną. Obserwowany obecnie gwałtowny rozwój ekologii podobny jest do rozwoju jaki przeszedł w swoim czasie anatomia porównawcza, paleontologia, genetyka i inne działy biologii. To oczywiście nie upoważnia ekologię do zajmowania centralnego miejsca w biologii.

Dalej, zdaniem autora, Chailow nieco przesadnie podkreśla rolę teorii informacji i cybernetyki w wyjaśnieniu współzależności poszczególnych procesów. Badanie procesów dziedziczenia było możliwe po rozwoju genetyki, na którą teoria ewolucji miała istotny wpływ i która z kolei wniosła wiele do teorii ewolucji.

Kriwoluckij utrzymuje również, że niesłuszne jest twierdzenie, że teoria ewolucji potrzebna jest tylko do wyjaśnienia zagadnień filogenetycznych, ale tłumaczy również zagadnienia z dziedziny biogeografii, biocenologii i innych dyscyplin.

Wydaje się jednak, że krytyka Kriwoluckiego jest zbyt pobieżna, by podważyć istotne stwierdzenia Chailowa, którego artykuł jest bardzo ciekawym wprowadzeniem w zagadnienia nurtujące współczesną biologię teoretyczną.

Marek Gębczyński

WARUNKI ŻYCIA I ROZWÓJ ORGANIZMÓW*

Zwróciliśmy się do kilku biologów z prośbą o odpowiedź na pytanie czy promieniowanie jonizujące jest warunkiem życia. Część zapytanych odpowiedziała tak, część — nie. Zarówno pierwsze stanowisko jak i drugie ma swoje racje. Pierwsze — jest racjonalistyczno-naukowe, drugie zaś emocjonalno-psychologiczne („bomba atomowa”, „warunki życia” — to sprawy nie dające się pogodzić!). Wynika stąd, że sprecyzowanie i określenie wszystkiego tego, co składa się na pojęcie „warunki życia” jest bardzo ważne.

Historia poznania przyrody obfituje w momenty starć prawdy naukowej z pojęciami tradycyjnymi, tworzącymi się podczas całych stuleci pojęciami ludzkimi. Prawda naukowa niezmiennie od wieków wносиła i wноси do tych tradycyjnych pojęć istotne zmiany. Zdarza się często, iż prawda naukowa stoi na całkiem przeciwnym biegunie pojęć w porównaniu z wielowiekowymi wierzeniami. Każdy z Czytelników przytoczyć może przykłady tego rodzaju sprzeczności.

W świetle danych współczesnego przyrodoznawstwa coraz jaśniejszy jest fakt, że tradycyjne wyobrażenia nadają wszystkim pojęciom i zjawiskom sens bardzo uproszczony i ubogi. Pojęcia te nie uwzględniają wielu skomplikowanych związków zachodzących między organizmami żywymi i otaczającym środowiskiem. Rozwój przyrodoznawstwa zmusza biologów do nieprzerwanego wnoszenia zmian (czasem nawet bardzo istotnych) do tradycyjnych pojęć o środowisku zewnętrznym jako składniku systemu biologicznego, a więc o organizmie i warunkach jego życia.

* Pod powyższym tytułem ukazał się w radzieckim czasopiśmie *Woprosy Filosofii* (nr 10, 1964) artykuł W. N. Stoletowa, którego obszernie fragmenty przedrukujemy.

W naturalnych warunkach, których prawa poznaje nauka, każdy organizm współdziała z całym środowiskiem zewnętrznym, przyswaja on niezbędne dla siebie i sobie tylko właściwe substancje pokarmowe, jak też broni się przeciwko wszystkim czynnikom nie wchodzącym w skład jego potrzeb życiowych. Jedynie w warunkach ściśle eksperymentalnych, przy całkowitej izolacji można stworzyć dla badanego organizmu warunki, wykluczające wszelkiego rodzaju reakcje obronne. Aby jednak podobne doświadczenia, badające różnego rodzaju reakcje organizmu w całkowitej izolacji, wносиły nowe elementy do naszej wiedzy o przyrodoznawstwie, należy unikać wszelkiego rodzaju uproszczeń w wyobrażeniach dotyczących środowiska zewnętrznego.

Ilość czynników środowiska zewnętrznego (fizycznych, chemicznych, biologicznych), których wpływ na funkcje fizjologiczne (jak i na genetyczne) organizmów żywych jest bezprzecznie stwierdzony, rośnie z każdym rokiem. Powstała już konieczność ich sklasyfikowania, jak też dokładnego usystematyzowania. Według J. Zdanowa, klasyfikacja ta mogłaby mieć postać następującą:

A. CZYNNIKI POZAZIEMSKIE, KOSMICZNE

1. Nieorganiczne: pola elektromagnetyczne, jonizujące i ultrafioletowe promieniowanie Słońca, promieniowanie kosmiczne, oddziaływanie Księżyca na zjawisko przypływów i odpływów. Możliwe — pola neutrina.

2. Organiczne: Dziedzina ta nie jest jeszcze zbadana. Lecz biorąc pod uwagę możliwość uzyskania pewnych wiadomości pochodzących z meteorytów, które zawędrowały do nas z przestrzeni kosmicznej, gdzie znaleziono substancje pokrewne z cytozyną (jednym ze składników kwasów nukleinowych) można wnioskować o istnieniu tego rodzaju czynników.

B. CZYNNIKI ZIEMSKIE

1. Nieorganiczne: naturalna radioaktywność, elektryczne i magnetyczne pole Ziemi, procesy meteorologiczne, skład chemiczny biosfery.

2. Organiczne: „nasylenie” biochemiczne biosfery (gleby, powietrza przyglebowego) współzwiązki wewnątrzgatunkowe zachodzące między organizmami, jak też związki międzygatunkowe.

3. Człowiek i jego technika.

Każdy z punktów powyższej klasyfikacji jest nasycony bogatą treścią. Ograniczymy się jednak do rozpatrzenia zagadnienia substancji organicznej gleby.

Humus gleby dawno już wzbudza zainteresowanie biologów (o wiele wcześniej, niż np. zainteresowanie zagadnieniami kosmicznymi lub radioaktywnością gleby). Hipoteza, że powstanie humusu związane jest z działalnością mikroorganizmów i innego rodzaju żywych organizmów, które przetwarzają wszystkie resztki roślinne i zwierzęce nie jest wyznawana jednomyślnie przez większość biologów. Nie rozwiązane jest do końca zagadnienie: czy humus, jako rezultat procesów biologicznych i biochemicznych jest szczególnym naturalnym tworem organicznym o właściwym sobie składzie i charakterystycznej strukturze i właściwościach, czy też jest mechanicznym agregatem, mieszkanką heterogeniczną o wiele prostszych, indywidualnych związków chemicznych. Całkowite rozwiązanie zagadnienia istoty biologicznej humusu glebowego przyniesie przyszłość. Lecz to, co dotychczas zostało stwierdzone, daje genetykom niezwykle interesujący materiał dla badań i rozważań teoretycznych.

Gleba charakteryzuje się ogromnym nasyceniem biochemicznym i chemicznym. W glebie stwierdzono obecność polifenolów, chinomów, polisacharydów, jak też wielu kwasów organicznych. Gleba zawiera dużą ilość czynnych aminokwasów,

takich jak kwas asparaginowy i glutaminowy, alanina, glicyna, seryna, leucyna, izoleucyna, walina, metionina, lizyna, ornityna, feniloalanina, tyrozyna. Rola aminokwasów w działalności życiowej organizmów jest decydująca. Dotychczas niestety nie możemy nic powiedzieć o roli aminokwasów jako czynników zmieniających lub stabilizujących zjawiska dziedziczności. Lecz rolę taką odgrywają one niewątpliwie. Tioeter niesymetryczny — metionina, jest aminokwasem biologicznie ważnym. Do tioeterów należy wysyntetyzowany w laboratoriach związek — ipryd (dichlorodietylsiarczek). Badania ostatnich lat pozwoliły stwierdzić, że ipryd i jego pochodne odgrywają czynną rolę w zmianach genetycznych u roślin.

W hydrolizatach glebowych wykryto dużą różnorodność aminokwasów aromatycznych, znaleziono puryny, piramidynę — pochodne kwasów nukleinowych. Głównymi składnikami puryny są adenina i guanina. Uwalniające się przy rozkładzie kwasów nukleinowych związki purynowe wchodzi do procesu przemian w organizmach zwierzęcych i roślinnych. Są one czynnymi mutagenami.

Kwasy nukleinowe DNA i RNA stanowią jedną z głównych form organicznych, w których gromadzone są zapasy fosforu w glebie. W kwasach nukleinowych zawarte jest około 10% ogólnej ilości P_2O_5 w związkach organicznych. Duże zainteresowanie gleboznawców wzbudza fakt gromadzenia kwasów nukleinowych przez pewne minerały glebowe (np. przez kaolinit). Gromadzenie kwasów nukleinowych przez pewne minerały powoduje zatrzymanie procesów defosforyzacji tych kwasów przez nukleazy. Badania wykazały, że substancje nukleinowe gromadzą się w glebie w postaci związków z aluminium i żelazem (wg M. Kononowa).

W substancji organicznej gleby znaleziono dużą ilość organicznych kwasów tłuszczowych i ich eterów, stwierdzono też alkohole i aldehydy. Już w wieku ubiegłym stwierdzono, że aldehydy wywierają często ujemne działanie na rośliny. Obecnie zaś wykazano, że jeden z najprostszych aldehydów — formaldehyd — jest niezwykle aktywnym mutagenem.

Auksyny (substancje wzrostowe). Najbardziej typowy przedstawiciel auksynów glebowych — heteroauksyna, jest produktem działalności życiowej wielu mikroorganizmów glebowych. Przy działaniu auksyn na niezapłodnione zalążki, często obserwuje się ich rozrost: powstają owoce pozbawione nasion (partenokarpiczne). Jest to wypadek skrajny — całkowite wyłączenie procesu rozmnażania. Lecz między normalnym owocowaniem i pełnym wyłączeniem procesu owocowania mogą zachodzić też stany przejściowe, często związane ze zmianą dziedziczności.

W ziemiach zawierających ropę naftową, w torfie, w łupkach i w innych pokrewnych ciałach, stwierdzono duże ilości substancji, które mają silne działanie na wzrost i rozwój roślin. Liczne związki cykliczne — acenaften, fenilo-uretan, naftalen — tak jak i liczne morfozy (zmiany niedziedziczne) wywołują powstawanie tkanek o najbardziej różnym składzie chromosomalnym — poliploidów (zmiany dziedziczne).

Gibereliny — substancje pochodzące z mikroorganizmów, wykazują działanie stymulujące na wzrost roślin. Są one jeszcze mało zbadane z punktu widzenia ich oddziaływania na genetyczne zmiany u roślin. Lecz już wyniki pierwszych doświadczeń rokuja duże perspektywy takich badań. Znane są karłowate odmiany kukurydzy (do czasu dojrzewania prawie dwa razy mniejsze niż normalne rośliny), które zostały otrzymane w wyniku zmiany właściwości dziedzicznych. Oddziaływanie kwasu giberelinowego na te rośliny całkowicie likwidowało karłowatość, natomiast na normalne rośliny, z których otrzymano odmiany karłowate, kwas ten nie wywierał żadnego wpływu.

Alkaloidy są syntetyzowane przez liczne gatunki roślin. Niektóre z nich wykazują poważny wpływ na dziedziczność. Genetycy wykorzystują kolchicynę — alkaloid syntetyzowany przez wieloletnie trawy z rodziny liliowatych. Alkaloid ten

zmienia liczbę chromosomów w komórkach roślinnych, które to zmiany są dziedziczone w następnych pokoleniach.

W ten sposób wyniki badań nad chemią i biochemią gleby i roślin dobitnie wykazują błędy zwolenników tradycyjnego rozumienia środowiska, którzy próbują udowodnić, że organizmy żywe nie spotykają się w przyrodzie z substancjami, badanymi przez genetyków w laboratoriach w charakterze mutagenów. Bliższy prawdy jest inny wniosek, że genetycy zbadali tylko niewielką ilość substancji, które znajdują się w środowisku i które mogą wywoływać zmiany dziedziczności. Co więcej, genetyk nie powinien ograniczać swoich zainteresowań tylko do naturalnego środowiska zewnętrznego. Powinien on również starać się zbadać środowisko, które zostało stworzone w wyniku twórczej działalności człowieka. Współczesna chemia dąży do syntezy substancji o określonym działaniu, które nie istnieją w przyrodzie. Badanie wpływu takich substancji nie jest jakimś odstępstwem od nauki, lecz wypełnieniem obowiązku uczonego. Człowiek i jego technika — są jednym z potężnych i wciąż wzrastających czynników zmieniających otaczającą przyrodę. W imię interesów ludzkości uczeni-genetycy powinni stale badać wpływ powstającej techniki na zdrowie ludzi i ich dziedziczność.

Wszystkie naturalne czynniki (fizyczne, chemiczne, biologiczne itd.), które mogą oddziaływać na dziedziczność, z reguły występują w przyrodzie w stanie znacznego rozproszenia i obniżonego natężenia. W latach trzydziestych wykazano doświadczalnie, że promieniowanie jonizujące wywołuje zmiany dziedziczności. Wynikła stąd hipoteza, że wszelkie zmiany dziedziczności w przyrodzie powstają pod wpływem tego promieniowania. Dla sprawdzenia tego przypuszczenia zorganizowano specjalne badania, które nie potwierdziły w pełni powyższej hipotezy, w związku z czym uznano ją za wątpliwą. Stronnicy tradycyjnego wyobrażenia o środowisku zewnętrznym wykorzystują dziś ten argument jako dowód na to, że naturalne promieniowanie jonizujące (a także wszelkiego rodzaju czynniki fizyczne, chemiczne i biologiczne badane w laboratoriach genetycznych) nie mogą być traktowane jako naturalne, obiektywnie działające czynniki zmian dziedzicznych. Stosowane w laboratoriach czynniki zmieniające dziedziczność są bez porównania większe i działają w większym natężeniu i koncentracji, od czynników działających w warunkach naturalnych.

Bezwzględnie słuszne jest stwierdzenie, że wszystkie naturalne czynniki (fizyczne, chemiczne, biologiczne itd.), które są w stanie oddziaływać na dziedziczność, w warunkach naturalnych występują w stanie znacznego rozproszenia i obniżonego natężenia. Należy też dodać, że wiele substancji chemicznych wykorzystywanych w laboratoriach jako mutageny, są w warunkach naturalnych w stanie związanym, a więc aktywność ich jest znacznie obniżona. Mimo to tradycjonałści mylnie interpretują takie stwierdzenie. Chodzi tu przede wszystkim o celowość stosowania w warunkach eksperymentalnych takich natężeń czynników, które w warunkach naturalnych nie występują. Przypomnijmy sobie, co na ten temat mówił I. Miczurin. W 1915 roku opublikował on artykuł pod tytułem „Nasiona, ich życie i przygotowywanie do siewu”. Dużo uwagi poświęcił on tam wpływowi niskich temperatur na nasiona. Po otrzymaniu przez Dewara ciekłego wodoru zainteresowano się, jaki wpływ może on wywrzeć na zdolność do życia nasion. Sam Dewar zakładał, że niskie temperatury powinny zniszczyć nasiona, natomiast doświadczenia wykazały, że nasiona zachowały siłę kiełkowania. Prace te zwróciły uwagę I. Miczurina. Pisał on na ten temat: „...Szkoda, że nie znamy działania niskich temperatur na jakość roślin powstałych z tych nasion. Dla nas, sadowników, a szczególnie dla twórców nowych gatunków roślin, choć w ich pracach praktycznych nie ma możliwości spotkania się z tego rodzaju temperaturami, interesujące byłoby poznanie wpływu takich temperatur na zmianę jakości nasion i otrzymanych z nich roślin”.

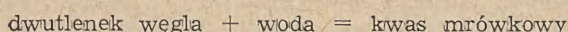
Widać stąd, że zachowanie się substancji żywej w warunkach eksperymentalnych bardzo interesowało I. Miczurina. Mało tego, sam on stawiał to zagadnienie w swoich doświadczeniach. Badał on nie tylko wpływ wywierany na rośliny przez naturalną temperaturę i światło, lecz także wpływ pól elektrycznych i magnetycznych, promieniowania kosmicznego, promieni rentgenowskich i ultrafioletowych, różnorodnych związków chemicznych itp. W doświadczeniach nad hybrydyzacją badał wpływ statycznych ładunków elektrycznych, słabych prądów indukcyjnych, pól magnetycznych — na zapłodnienie. Przy końcu życia opracował on plan tworzenia nowych roślin „przy pomocy energii promienistej w rodzaju promieniowania kosmicznego, rentgenowskiego i ultrafioletowego, jak też promieniowania jonizującego”. Plan ten nazwał on marzeniem swego życia. O nim też pisał w 1934 r., choć zaczął swoje badania nad wpływem pola elektrycznego i magnetycznego oraz ładunków elektrycznych w końcu XIX wieku. W doświadczeniach zwiększał on sztucznie natężenia pola elektrycznego gleby, zwiększał poziom pola elektromagnetycznego przy dojrzewaniu pyłków roślinnych i przy procesach zapłodnienia. Dlaczego postępował w ten sposób?

Naturalne promieniowanie radioaktywne, naturalne pola elektromagnetyczne, są — można powiedzieć — przyswojone przez organizmy żywe w toku ich rozwoju historycznego. Są one koniecznym i zwyczajnym czynnikiem występującym w środowisku ich życia. We właściwym sobie środowisku organizmy te w długim łańcuchu pokoleń kształtują własny typ dziedziczny. Ujemne i dodatnie warianty, stale tam występujące, nie są w stanie naruszyć konserwatywności istniejących właściwości dziedzicznych. Żeby otrzymać trwale dziedziczne zmiany należy organizmowi „zapropoować” takie warunki środowiskowe, które wychodzą poza granice normalnej zmienności środowiska, a dają warunki skrajne. Tak właśnie postępuje się obecnie np. przy zmianie roślin jarych w ozime: zamiast warunków wiosennych, „proponuje się” im warunki jesieni. Jasne jest, że są to zmiany całkowicie przeciwstawne. Tak samo postępuje się przy działaniu za pomocą promieniowania jonizującego: zamiast normalnego, naturalnego poziomu, stosuje się znaczne jego podwyższenie. Na razie co prawda nie jesteśmy wystarczająco zorientowani, jeśli chodzi o dozowanie tych czynników. Tym też należy tłumaczyć wiele niepowodzeń w eksperymentach.

Ostatecznym celem wszystkich doświadczeń naukowych jest poznanie obiektywnych praw rządzących przyrodą. W związku z tym możemy postawić pytanie: czy występują w warunkach naturalnych takie warunki eksperymentalne, które są badane w laboratoriach? Okazuje się, że niejednokrotnie (oczywiście jeżeli myśleć kategoriami czasu biologicznego) zdarzają się w przyrodzie sytuacje, gdy rośliny, mikroorganizmy lub zwierzęta spotykają się z warunkami skrajnymi. Przytoczymy obecnie przykłady.

1. Pole elektryczne Ziemi oraz warstwy powietrza do niej przylegające posiadają niewielkie natężenie. Wiadome jest jednak, że na obszarze tego pola często powstają w sposób naturalny lokalne pola elektryczne o zwiększonym lub bardzo wysokim natężeniu. Podczas burzy organizmy żywe znajdujące się w rejonie jej występowania są w krótkim okresie czasu poddane działaniu wysokich napięć. Wydarzenia takie nie są wcale rzadkością. Obliczono, że tam gdzie w ciągu jednego roku wydarza się 45—50 burz, na każdy kilometr kwadratowy powierzchni przypada jeden piorun. Inaczej mówiąc, w przyrodzie częstokroć występują takie warunki, jakie są sztucznie tworzone przez badaczy w laboratoriach. Lecz wszystko to nie wyczerpuje jeszcze zagadnienia.

Badając procesy ewolucji chemicznej udowodniono, że przez promieniowanie można wywołać następującą reakcję:



Dalsze przeobrażenia doprowadzają do powstania kwasu octowego i bursztynowego. Jak zostało powiedziane, kwas mrówkowy jest efektywnym mutagenem. Nie jest więc wykluczone, że w miejscach uderzeń piorunów tworzy się kwas mrówkowy, a więc znajdująca się w tych miejscach żywa substancja podlega działaniu całego kompleksu czynników wywołujących zmianę założeń dziedzicznych, a więc pola elektromagnetycznego, zwiększonych napięć, promieniowania jonizującego i wreszcie mutagenu chemicznego.

2. Ziemskie pole magnetyczne posiada niewielkie natężenie. Lecz wiadomo, że na przestrzeni tego całego pola występują stosunkowo duże obszary o podwyższonym natężeniu.

3. Niektóre minerały glebowe posiadają zdolność akumulowania kwasów nukleinowych. Stwierdzono również, że NH_3 może ulegać koncentracji w niektórych mikrosferach. Można więc uznać możliwość następującej sytuacji: na polu glebowym substancje chemiczne znajdują się w stanie znacznego rozproszenia, lecz są tam także pewne obszary lokalne, gdzie występuje koncentracja zwiększona.

4. Wszystkim formom żywej materii właściwe jest zjawisko wybiórczości. Wybiórczy stosunek organizmów żywych do środowiska zewnętrznego jest jedną z najwspanialszych właściwości materii żywej. Rośliny i mikroorganizmy pochłaniają nie wszystko co występuje w środowisku zewnętrznym — kierują się one pewnym wyborem. Tym wytłumaczyć można istnienie form biologicznych, takich jak formy „krzemowe”, „aluminowe”, „żelazne”, „wapienne”, „magnezowe” itd. (każda z tych form zawiera ponad 10% danego pierwiastka w stosunku do swojej wagi). Dzięki zjawisku wybiórczości formy biologiczne posiadają zdolność gromadzenia i koncentracji pewnych pierwiastków, natomiast inne ulegają rozproszeniu. Powyższa właściwość organizmów żywych jest jedną z przyczyn powstawania lokalnych terenów o podwyższonej koncentracji chemicznej. W ten sposób rozkład substancji chemicznych w glebie charakteryzuje się nie tylko znacznym rozproszeniem lecz również akumulowaniem ich na niewielkich obszarach.

5. Naturalne związki radu nie są w ogóle znane, a jego atomy są w stanie dużego rozproszenia. Lecz liczne gatunki roślin, wodorostów i mikroorganizmów posiadają zdolność akumulowania w sobie tych rozproszonych atomów, których zawartość procentowa wielokrotnie przekracza ich stężenie w otaczającym środowisku. Według danych W. Wernadskiego, A. Winogradowa i innych, w niektórych organizmach wodnych (rzęsa, wodorosty, rozgwiazdy) zawartość radu i uranu jest większa o sto, a nawet o tysiąc razy od ilości tych pierwiastków w otaczającym je środowisku. W. Wernadski przypisuje tym zjawiskom duże znaczenie. Stwierdził on, że z punktu widzenia energetycznego trwałym stanem w skorupie ziemskiej jest znaczne rozproszenie pierwiastków radioaktywnych, a nie ich koncentracja, co ma miejsce w organizmach żywych.

Wszystkie te fakty mają ogromne znaczenie poznawcze przede wszystkim dla genetyki. W przyrodzie występują nie tylko naturalne źródła promieniowania jonizującego, lecz także możliwe jest powstawanie niewielkich pól promieniowania jonizującego o większym natężeniu, tworzących się pod wpływem działalności życiowej organizmów żywych.

6. Organizmy żywe posiadają zdolność „wylapywania” określonych izotopów występujących w otaczającym środowisku ze związków naturalnych. Na przykład „Organizm inaczej reaguje na ciężką wodę, inaczej zaś na zwykłą, a co za tym idzie, organizm rozróżnia dwa rodzaje wodoru” (W. Wernadski, *Notatki Biogeochemiczne*, Wyd. AN ZSRR, 1940, str. 102). Uważane jest, że deuteru (ciężka woda) jest 6 400 razy mniej niż wody lekkiej. Związki deuteru są silnymi truciznami; deuter jest toksyczny przy dowolnym stężeniu. Właściwości fizyczne ciężkiej i lek-

kiej wody są różne, dzięki czemu przy cyrkulacji wody w przyrodzie obserwowane są lokalne odchylenia koncentracji deuteru w wodzie, parze wodnej i lodzie. Na przykład przy wyparowywaniu wody z powierzchni zamkniętych zbiorników wodnych, woda zostaje wzbogacona w deuter. Stwierdzono, że zarówno woda ciężka jak i lekka oddziałują rozmaicie na przemianę materii, układ rozrodczy, możliwości rozrodcze, a co za tym idzie i na dziedziczność. Działanie tej wody nie jest jeszcze dobrze poznane z genetycznego punktu widzenia.

7. Liczne organiczne składniki gleby, związki kompleksowe powstające z mineralnych, chemicznych, organicznych i biochemicznych substancji zawierają znaczne zapasy energii chemicznej oraz posiadają dużą aktywność. Dla określenia parametrów tej aktywności i energii można wskazać choćby katechiny — grupę związków organicznych. Pyrogallol, kwas galloowy i pirokatechina rozkładają takie kwasoodporne związki, jak krzemiany i krzemogliniany tworząc związki z krzemem i aluminium. Związków o dużej aktywności chemicznej jest w przyrodzie żywej niewyczerpalna ilość.

W toku rozwoju przyrodzonoznawstwa staje się coraz bardziej oczywiste, że środowisko zewnętrzne dysponuje niewyczerpalnymi zasobami substancji, które mogą zmieniać dziedziczność organizmów. Jednocześnie im bardziej wzrasta ilość poznanych substancji o właściwościach zmieniających dziedziczność, tym bardziej prawdopodobną wydaje się obecność w przyrodzie dużej liczby czynników, których rola polega na przeciwdziałaniu zmianom założeń dziedzicznych (antymutageny). Czynniki te istnieją zarówno w samym organizmie (zagadnienie to nie zostanie naświetlone, gdyż wybiega poza temat artykułu), jak i w środowisku zewnętrznym otaczającym. W danym środowisku, np. w glebie, liczne czynniki mutagenowe występują z reguły w postaci złożonych, kompleksowych związków, przez co pozbawione są swojej aktywności. Na obecność w środowisku zewnętrznym czynników przeciwdziałających procesom powstawania form w świecie roślin, zwracał już uwagę I. Miczurin. W jednym ze swych listów zastanawia się on, dlaczego tereny południowego Uralu, wystarczająco przecież zaopatrzone w światło i w wodę są ubogie w formy roślin owocowych. Wyciąga więc następujący wniosek: „Widocznie działa hamująco jakiś czynnik środowiska zewnętrznego, lub działa łącznie kilka takich czynników”. Zwraca on uwagę na kierunek poszukiwań przyczyn tego zjawiska; zagadnienie nie polega tylko na stwierdzeniu czego brakuje w środowisku zewnętrznym dla procesu powstawania form, lecz też co w nim występuje i wpływa hamująco na ten proces. Przy ocenie konkretnego środowiska życia roślin z genetycznego punktu widzenia należy, jak się wydaje, uwzględnić możliwość istnienia szeregu sytuacji, a więc: 1) czynniki warunkujące powstawanie form w przyrodzie nie występują, 2) czynniki takie występują, lecz ich działanie hamowane jest przez czynniki inne i z tego powodu pierwsze z nich nie dają widocznego efektu, 3) czynniki formotwórcze występują i działają w środowisku, w wyniku czego tworzą się nowe formy, lecz formy te w krótkim czasie zostają eliminowane drogą selekcji przez czynniki inne, nie mające nic wspólnego z czynnikami formotwórczymi.

Zagadka zjawiska nadzwyczajnej odporności niektórych form biologicznych, jak też szybkiej zmienności form innych, kryje się z jednej strony we właściwościach różnych systemów biologicznych (organizm i otaczające go środowisko zewnętrzne), z drugiej zaś w zmienności historycznej, w ewolucji systemów biologicznych.

W biosferze występują dwa rodzaje materii: z jednej strony nieożywiona, z drugiej — substancja żywa. Oba te rodzaje materii odgrywają w ewolucji przyrody żywej niejednakową rolę. W historycznym procesie rozwoju przyrody coraz bardziej wzrasta rola substancji żywej, która, można powiedzieć, podporządkowuje sobie materię nieożywioną. Duży i wciąż wzrastający wkład w zbadanie tego zagad-

nienia wnosi biogeochemia. Biogeochemik pomija parametry jakie są stosowane przez biologię dla charakterystyki gatunków (morfologia, zasięg rozprzestrzenienia, sprzeczność biologiczna itd.). Rozpatruje on gatunek biologiczny jako jednorodną substancję żywą, charakteryzującą się trzema cechami: a) średnia waga organizmu, b) przeciętny elementarny skład chemiczny, c) średnia energia biochemiczna (zdolność wywoływania migracji substancji chemicznych w biosferze). Każdy organizm jest rozpatrywany jako pole, w którym zbierają się i utrzymują określone atomy w określonych ilościach. Ilość tych atomów jest charakterystyczna dla organizmu należącego do tego lub innego gatunku biologicznego. Ilość ta określa możliwość danego organizmu do przyswajania sobie ze środowiska zewnętrznego atomów, jak też utrzymywania ich przy pomocy tylko jemu właściwej struktury w toku indywidualnego cyklu w obrębie całokształtu biosfery.

Ilość atomów i wielkość organizmów są bezsprzecznie wskaźnikami gatunkowymi. Według tych cech można porównywać gatunki między sobą.

Doświadczenia współczesne wykazały, że bierna część biosfery (temperatura, ciśnienie atmosferyczne, promieniowanie słoneczne i związany z tym klimat, atomowa energia substancji radioaktywnych, skład chemiczny mineralnej części skorupy ziemskiej, procesy wulkaniczne, przyciąganie ziemskie) ulegają procesom ewolucyjnym znacznie wolniej niż biologiczna część biosfery (różnorodność form biologicznych, ich wzajemne związki, aktywność biogeochemiczna, substancje organiczne gleby, biochemiczne nasycenie gleby i atmosfery itd.). Jednocześnie ewolucja gatunków biologicznych rozwija się w kierunku intensyfikacji procesów migracji substancji chemicznych. Znamienne i pouczające jest także to, że cała selekcja roślin dąży w istocie w tym samym kierunku (przy uwzględnieniu potrzeb człowieka). Selekcjonisci dążą do stworzenia gatunków roślin o coraz większej wadze i z wznrastającą wciąż możliwością dokonywania migracji pierwiastków chemicznych w biosferze.

Z punktu widzenia biogeochemii życie można przedstawić jako nieprzerwany strumień atomów dopływający ze środowiska zewnętrznego do organizmu i z organizmu do środowiska zewnętrznego. Strumień tych atomów budujący i podtrzymujący działalność życiową organizmu jest warunkowany oddychaniem, odżywianiem, metabolizmem, rozrodem itp. Biogeniczny prąd atomów w gatunkach biologicznych, wytworzony w toku doboru naturalnego trwa nieprzerwanie z pokolenia w pokolenie, wytwarzając określony rodzaj dziedziczności. Niekiedy jednak zaistnieć tu mogą istotne zmiany. W organizmie zachodzą pewne zmiany założeń dziedzicznych. Jeżeli doprowadzą one do utworzenia się nowego systemu biologicznego (procesy selekcji) — powstaje nowy rodzaj prądu biogenicznego atomów. Zmiany założeń dziedzicznych zachodzą w kierunku zwiększenia intensywności oddziaływania tych form na środowisko otaczające: na atmosferę, glebę, na jej żyzność itd.

Substancja żywa zmienia usytuowanie atomów w biosferze, eliminując te lub inne pierwiastki oraz ich związki. Na przykład prawie cały wolny tlen atmosfery i hydrosfery jest dostarczany przez organizmy chlorofilowe. Przypuszcza się, że w okresie powstawania życia na Ziemi promieniowanie ultrafioletowe Słońca wywoływało dysocjację cząsteczek wody na wysokości 100—200 km. Jeden z produktów dysocjacji — wodór molekularny, jak też i atomowy ulatnia się dość szybko do przestrzeni międzyplanetarnej, natomiast tlen pozostawał w atmosferze, tworząc warstwę izolującą, chroniącą rozwijające się życie przed zgubnym wpływem ultrafioletowego promieniowania Słońca. W okresie późniejszym podstawowym producentem tlenu stały się rośliny chlorofilowe.

Ilość substancji żywej na Ziemi w porównaniu z masą Ziemi jest zupełnie nieznaczna. Lecz ta stosunkowo mikroskopijna ilość substancji wykonuje w sko-

rupie ziemskiej i w atmosferze ogromną pracę, nie posiadającą sobie równej (biogeochemia robi w tym względzie wyjątek jedynie dla substancji radioaktywnych). Jednym z unikalnych wyników działalności życiowej organizmów jest gleba.

Pierwotne warunki życia są wynikiem ewolucji przyrody martwej. Lecz w wyniku powstawania życia zaistniały nowe możliwości ewolucji biosfery — warunki utworzone przez samo życie. Nabrały one w naszej erze geologicznej znaczenia. Rozwój materii biologicznej jako części biosfery w znacznym zakresie określa trwałość założeń dziedzicznych gatunków w łańcuchu pokoleń oraz zmiany tych założeń — a więc zachwianie trwałości. Dla poznania genetycznej roli podstawowych czynników środowiska (różnorodne promieniowanie, warunki temperatury, substancje chemiczne) wystarcza często samo rozdzielenie środowiska, wyizolowanie interesującego nas czynnika określając jego wpływ na organizm przy wyłączeniu czynników innych, a więc uzyskanie jego w stanie „czystym”.

Jest rzeczą znaną, że współzwiązek i współdziałanie między mutagenami działającymi na substancje żywą niewątpliwie istnieje (zachowanie się tlenu przy naświetlaniu, wpływ stopnia wilgotności ziarna na wynik naświetlania itd.). Jest to brane pod uwagę w badaniach i niewątpliwie charakter współzależności między tymi czynnikami będzie się stawał coraz bardziej jasny. Bardziej skomplikowane jest badanie genetycznej roli biologicznych składników biosfery. Współzależności te odgrywają pewną rolę w dziedziczności, są głębokie, bardziej skomplikowane i mniej jasne. Lecz wydaje się, że przy współczesnym stanie wiedzy nie dysponujemy inną drogą, niż zróżnicowana izolacja poszczególnych czynników biologicznej części biosfery i badanie ich w „czystej” postaci. Podejście tego rodzaju nie da nam oczywiście całokształtu wiadomości o związkach genetycznych, zachodzących między poszczególnymi biologicznymi czynnikami środowiska, a organizmami. Lecz każda cząstka fragmentarycznych wiadomości będzie przybliżać nas do poznania całości. Zagadnienie mentorów stanowi jedną z podstaw nauki miczurinowskiej. Pierwszy stopień opracowania tego zagadnienia polegał na doborze czynników działających na całą roślinę lub jakieś skupisko żywych jej komórek, (zraz, część kwiatu itd.). Tę część badań można scharakteryzować jako oddziaływanie na organizm na poziomie biologicznym. Następnym etapem jest sztuczne wprowadzanie do badanych roślin żywych substancji w postaci wyciągów roślin zmieszanych z wodą destylowaną, jak również wpływ pyłków jednych roślin na pyłki innych. Trzecim etapem jest wprowadzenie do organizmów dla tych lub innych celów substancji organicznych (np. cukrów). O tym etapie badań J. Żdanow pisze, że „widzimy tu dążenie wpłynięcia na żywy organizm na poziomie biochemicznym”. Czwartym etapem jest poszukiwanie substancji chemicznych wpływających na wzrost i powstawanie gatunków. Doświadczenia I. Miczurina udowodniły, że słaby (0,02%) roztwór nadmanganianu potasu jest stymulatorem energetycznym dla np. drzewa migdałowego.

Współczesne przyrodoznawstwo potwierdza słuszność kierunku miczurinowskiego. Zasób chemicznych, organicznych, biologicznych i biochemicznych środków oddziaływania na rośliny jest bezprzecznie dużo bogatszy obecnie, niż był w latach dwudziestych i trzydziestych, lecz scharakteryzowanie kierunku myśli poznawczej — rozdział skomplikowanego kompleksu, jakim jest środowisko zewnętrzne na części podstawowe i zbadanie każdej z nich z genetycznego punktu widzenia, jak też określenie wpływu poszczególnych czynników środowiska na różne poziomy organizacji roślin — nie tylko nie uległo przedawnieniu, lecz wraz z sukcesami przyrodoznawstwa nabrało istotnego znaczenia.

Dopóki selekcjonista lub genetyk kieruje się tradycyjnymi wyobrażeniami o środowisku zewnętrznym będzie on odnosił się do zagadnienia badań dziedzicz-

ności, kierowania nią przy tworzeniu nowych gatunków roślin i zwierząt w sposób, który I. Mieczurin nazwał obrazowo „poszukiwaniem skarbów”. Tylko przejście do analitycznego podziału środowiska zewnętrznego i zróżnicowane, dokładne badanie każdego czynnika z pozycji genetyki doprowadzi selekcjonistę lub genetyka do przejścia na wyższy stopień działalności twórczej.

W genetyce współczesnej istnieją ściśle określone sprzeczności między tradycyjnymi i naukowymi wyobrażeniami o środowisku zewnętrznym, jak też w sposobach podejścia do jego badań, lecz historia wiedzy pozwala nam wnioskować, że zwycięży podejście naukowe.

Tłum. M. K.

PRACE INSTYTUTÓW I ZAKŁADÓW NAUKOWYCH

SPRAWOZDANIE Z POSIEDZENIA POLSKIEGO KOMITETU MIĘDZYNARODOWEGO PROGRAMU BIOLOGICZNEGO

(WARSZAWA, 14.12.1964)

Posiedzenie miało następujący porządek dzienny:

1. Sprawozdanie ze Zjazdu MPB w Paryżu;
2. Sprawozdania z przebiegu prac prowadzonych w Polsce w ramach MPB;
3. Utworzenie nowych Sekcji problemowych.

1. Sprawozdanie ze Zjazdu w Paryżu przedstawił prof. dr K. Petruszewicz. Zjazd odbył się w dniach 22—27.VII.1964 r. i zgromadził przedstawicieli 35 krajów oraz szeregu organizacji międzynarodowych.

Na zebraniu plenarnym Zjazdu przyjęty został ogólny program badań między-narodowych, który określono jako — „Biologiczne podstawy produktywności ekosystemów i przystosowalności człowieka”.

Zdecydowano podzielić realizację programu na dwa etapy — etap przygotowawczy, trwający około dwu lat (1965, 1966) i następujący po nim, pięcioletni okres badań zasadniczych.

Na Zjeździe w Paryżu wybrano 26 osobowy Komitet złożony z przedstawicieli różnych krajów, który następnie wyłonił sześciuosobowe biuro, organ nadrzędny, z przewodniczącym prof. J. G. Baerem (Szwajcaria) i zatwierdził utworzenie 7 sekcji problemowych. Sekcje te są dziesięcioosobowe. Powstały następujące sekcje:

a) produktywności ekosystemów lądowych (w skrócie PT), z przewodniczącym F. Bourlière (Francja),

b) procesów produktywności (PP) — przewodniczącym jest I. Malek (Czechosłowacja),

c) ochrony lądowych ekosystemów — przewodniczący E. M. Nicholson (Anglia),

d) produktywności ekosystemów słodkowodnych (PF), przewodniczący — V. Tonolli (Włochy),

e) produktywności ekosystemów morskich (PM), przewodniczący — R. S. Glover (Anglia),

f) przystosowawczości człowieka (HA), przewodniczący J. S. Weiner (Anglia),

g) wykorzystania i kierowania biologicznymi zasobami (UM), przewodniczący — G. K. Davis (Stany Zjednoczone A. Pn.).

W skład zarządu Międzynarodowego Programu Biologicznego weszło kilku Polaków: prof. K. Petruszewicz został jednym z czterech wiceprzewodniczących biura, prof. I. Reifer wybrany został do sekcji procesów produktywności, a doc. dr A. Medwecka-Kornaś do sekcji ochrony lądowych ekosystemów.

2. W Polsce wstępne prace nad Międzynarodowym Programem Biologicznym prowadzone są od 1963 roku. Powstały dotychczas dwie sekcje: sekcja produktywności ekosystemów lądowych i sekcja produktywności ekosystemów słodkowodnych. Sekcja produktywności ekosystemów lądowych obejmuje trzy podsekcje:

a) produkcji pierwotnej, której organizatorem jest doc. dr A. Medwecka-Kornaś (Zakład Ochrony Przyrody PAN w Krakowie),

b) produkcji wtórnej bezkręgowców, z organizatorem dr A. Breymeyer (Zakład Ekologii PAN, Warszawa),

c) produkcji wtórnej drobnych gryzoni, z organizatorem dr R. Andrzejewskim (Zakład Ekologii PAN, Warszawa).

Organizatorem sekcji produktywności ekosystemów słodkowodnych jest dr Z. Kajak (Zakład Ekologii PAN, Warszawa), a w skład zarządu sekcji wchodzi — doc. K. Patalas (Instytut Rybactwa Śródlądowego, Olsztyn), dr A. Szczepański (Zakład Ekologii PAN), dr S. Wróbel (Zakład Biologii Wód, Kraków).

Każdy z organizatorów wygłaszał sprawozdanie z pracy sekcji. Wszystkie sekcje, jak wynikało z tych sprawozdań, organizowały w ubiegłym roku spotkania przedstawicieli ośrodków, które zgłosiły swój udział w badaniach MPB. Spotkania te były poświęcone głównie dyskusji stosowanych metod i zakresu prowadzonych prac.

Sprawozdanie z działalności podsekcji produkcji pierwotnej wygłosiła doc. A. Medwecka-Kornaś. Udział w pracach tej podsekcji zgłosiły następujące placówki naukowe:

Zakład Ekologii PAN (Warszawa), Zakład Ochrony Przyrody PAN (Kraków), Stacja Geobotaniczna UW (Białowieża), Stacja Zakładu Dendrologii i Arboretum Kórnickiego PAN (Turew).

Doc. A. Kornaś omówiła głównie wyniki prac prowadzonych na terenie Ojcowskiego Parku Narodowego przez Zakład Ochrony Przyrody przy współudziale Zakładu Klimatologii Katedry Geografii Fizycznej UJ, Katedry Mikrobiologii Rolnej WSR w Krakowie, Zakładu Fizjologii PAN, Katedry Urządzania Lasu WSR, Katedry Przyrodniczych Podstaw Melioracji WSR oraz Katedry Ewolucjonizmu i Genetyki Zwierząt UJ.

Badania te są bardzo wielostronne. Produkcję pierwotną bada się tam na tle bardzo szczegółowych badań środowiskowych — badań mikroklimatu (dopływ energii słonecznej, natężenie światła, temperatura, wilgotność, ilość opadów) i badań gleby (wilgotność, pH, pojemność wodna gleby, skład mechaniczny, zawartość szeregu pierwiastków i bakterii azotowych w glebie). Badania produkcji pierwotnej prowadzi się w dwu środowiskach — w lesie bukowym i na łące. Dla oceny produkcji drzewostanu i podrostu w lesie stosowano metody zbliżone do używanych w leśnictwie, tylko znacznie dokładniejsze. Ustalono aktualną biomasa drewna i orientacyjny roczny przyrost tej biomasy. Produkcję pierwotną netto runa leśnego i roślinności łąkowej określano też przez pomiary biomasy powtarzane co miesiąc. Osobno określano biomasa żywych i martwych części roślin oraz szybkość znikania części martwych. Rośliny leśne zbierano przy tym wraz z korzeniami, rośliny łąkowe bez korzeni. Dla trzech wybranych gatunków roślin (liście *Fagus sylvatica*, *Asarum europaeum*, *Asperula odorata*) przeprowadzono pomiary fotosyntezy i oddychania w ciągu sezonu, przy różnych warunkach świetlnych.

Uzupełnieniem tego bardzo ciekawego sprawozdania były krótkie relacje prof. W. Matuszkiewicza z wstępnych prac, rozpoczętych w Białowieckim Parku Narodowym nad produkcją grądu; dr T. Traczyka — nad postęпами prac prowadzonych w Kampinoskim Parku Narodowym (na łąkach śródeśnych oraz w mniejszym zakresie w olsie i grądzie), a także sprawozdanie doc. P. Trojana z prac rozpoczętych w Turwi nad produkcją runa w sztucznych zadrzewieniach. Prace prowadzone w Kampinoskim Parku Narodowym i w Turwi mają wiele metod zbliżonych do stosowanych w Ojcowie.

Następnie dr A. Breymeyer scharakteryzowała prace podsekcji produkcji wtórnej bezkręgowców. Udział w tych badaniach zgłosili:

Zakład Ochrony Przyrody PAN (Kraków), Zakład Ekologii PAN (Warszawa), Stacja Zakładu Dendrologii i Arboretum Kórnickiego PAN (Turew), Katedra Zoologii WSR (Olsztyn), Katedra Entomologii Stosowanej WSR (Wrocław), Instytut Zoologiczny PAN (Poznań), Katedra Zoologii WSR (Kraków).

Badania te są na razie głównie poszukiwaniem metod oceny produkcji netto bezkręgowców (głównie owady, pajęczaki, ślimaki) i oceny wpływu tych zwierząt na wielkość produkcji pierwotnej. W Zakładzie Ekologii PAN rozpoczęto badania w środowisku łąkowym w Puszczy Kampinoskiej. Drogą bardzo częstego pobierania prób (co 5 dni) ocenia się tam zmiany zagęszczenia zwierząt oraz ich biomasę i suchą masę, w przeliczeniu na jednostkę powierzchni. W odniesieniu do wybranych, najliczniejszych w danym środowisku gatunków, bada się ponadto liczbę jaj składanych przez samice, liczbę wylęgających się młodych oraz liczebność poszczególnych stadiów wiekowych. Takie parametry mają dać ocenę wielkości produkcji. Szczególną uwagę zwrócono w tym ośrodku na zagadnienie roli owadów roślinożernych w ograniczaniu produkcji pierwotnej. Badania nad tym zagadnieniem prowadzi się drogą eksperymentów terenowych, pod izolatorami. Stosowano różne zagęszczenia owadów (*Auchenorhyncha* — ssące soki roślin, *Acridoidea* — zjadające poszczególne części liści) i oceniano zarówno zmiany zachodzące w liczbie owadów w trakcie doświadczenia, jak i zmiany masy roślinnej (oceniano — przeciętną długość blaszki liściowej, suchą i świeżą masę roślin oraz stopień ich uszkodzenia według względnej skali pięciostopniowej). Owady te powodowały znaczne straty w ilości siana. Porównywano też produkcję pierwotną w izolatorach, w których przy tym samym zagęszczeniu owadów, wprowadzany był gatunek drapieżny — mianowicie pająki sieciowe.

W Zakładzie Ochrony Przyrody badania produkcji wtórnej też były prowadzone w środowisku łąkowym. Obok oceny zmian zagęszczenia zwierząt, badano tam szczegółowo ślimaki, określano ilość pobieranego przez nie pokarmu, starano się też określić wielkość wyzerrek na roślinach.

Sprawozdanie to uzupełnił doc. P. Trojan, który zreferował prace prowadzone w Turwi, w środowisku polnym. Tam też praca koncentrowała się na poszukiwaniu metody, która pozwoliłaby ściśle ocenić zagęszczenie zwierząt. Jak stwierdził doc. Trojan zastosowano tam metodę, która daje możność wyłowienia z określonej powierzchni 90% fauny. Opracowuje się tam grupy — *Coleoptera*, *Acridoidea*, *Heteroptera*, *Diptera*.

Dr R. Andrzejewski poinformował zebranych o pracach prowadzonych nad oceną produktywności drobnych gryzoni. Badania prowadzone są przez następujące ośrodki badawcze: Katedrę Ewolucjonizmu i Genetyki Zwierząt UJ (Kraków), Zakład Badania Ssaków PAN (Białowieża), Stacja Zakładu Dendrologii i Arboretum Kórnickiego PAN (Turew), Zakład Ekologii PAN (Warszawa).

W wyniku odbytych zebrań przedstawicieli tych ośrodków, opracowano instrukcję, która miała na celu ujednolicenie stosowanych metod zbierania materiałów naukowych i standaryzację używanej aparatury. Instrukcja dotyczyła:

- a) metodyki zbierania materiałów dla charakterystyki populacji w terenie (liczebność, struktura wiekowa itp.),
- b) sposobów konserwowania i sporządzania odpowiedniej dokumentacji oraz sporządzania charakterystyki morfologicznej łowionych zwierząt,
- c) metodyki zbierania nasion, które mają dać ocenę zasobności pokarmu.

W celu ujednolicenia sposobów dokonywania pomiarów, sekcji i innych czynności związanych ze zbieraniem i konserwowaniem odławianych zwierząt Zakład Badania Ssaków PAN zorganizował kurs szkoleniowy.

Dzięki temu, że wszystkie współpracujące ośrodki zgodziły się na zastosowanie standardowych metod badawczych można było zaplanować podział prac w taki sposób, żeby wyniki badań wzajemnie się uzupełniały. W Katedrze Ewolucjonizmu i Zakładzie Badania Ssaków prowadzono głównie badania nad metabolizmem, wybiornością pokarmową i wartością kaloryczną tkanek. W Zakładzie Ekologii PAN przeprowadzono głównie badania nad oceną zmian liczebności i biomasy populacji

według opracowanych standardowych metod, w trzech stanowiskach (las i łąka w Puszczy Kampinoskiej, las w Mikołajkach). Przeprowadzono też prace metodyczne nad porównaniem oceny zagęszczenia zwierząt przy pomocy różnych metod polowu.

Połączenie tych dwu kierunków badań (badania metabolizmu i badanie zagęszczenia) pozwoli na przeprowadzenie pełnej oceny przepływu energii przez badane populacje drobnych gryzoni.

Sprawozdanie z pracy sekcji produktywności ekosystemów słodkowodnych wygłosił dr Z. Kajak. Udział w pracach tej sekcji zgłosiły następujące ośrodki:

Instytut Rybactwa Śródlądowego (Olsztyn), Zakład Ekologii PAN (Warszawa), Instytut Zootechniki (Kraków), Zakład Hydrobiologii Eksperymentalnej Instytutu Biologii Doświadczeń, Katedra Botaniki WSR (Lublin), Katedra Limnologii WSR (Olsztyn), Katedra Hydrobiologii UW (Warszawa).

Sekcja ta ma nieco inny charakter niż poprzednia. Prace nad produktywnością w placówkach naukowych wchodzących w jej skład prowadzone były już często od szeregu lat. Stąd też wynika duża liczba zgłoszonych tematów (41) i znaczna ich różnorodność. Tematy te można pogrupować w następujący sposób: produkcja pierwotna — 11 tematów, produkcja wtórna — 18, destrukcja — 2, zależności między poziomami troficznymi — 4, badania całych ekosystemów — 6.

Jest to jedyna sekcja, w której prowadzi się badania nad przepływem materii i energii przez cały ekosystem (prowadzone przez IRS i ZEPAN) oraz próby oddziaływania na naturalne ekosystemy drogą zabiegów eksperymentalnych (IRS, Katedra Limnologii WSR, Olsztyn).

3. Powołano następnie dwie nowe sekcje problemowe — sekcję produktywności ekosystemów morskich, której organizatorem został prof. W. Mańkowski (Morski Instytut Rybacki, Gdynia) i sekcję przystosowawczości człowieka, której organizatorem został prof. A. Wanke (Zakład Antropologii PAN, Wrocław).

Prof. Mańkowski zapoznał zebranych ze stanem badań nad problematyką morską w Polsce. Następnie, prof. A. Wanke poinformował zebranych, jak przedstawia się program badawczy tej sekcji. Badania będą dotyczyły trzech kierunków: badania rozwojowe budowy fizycznej i sprawności człowieka; zagadnienia genetyki populacyjnej; zagadnienia antropologii fizjologicznej (środowiskowej).

Prof. A. Wanke przedstawił też tematy, jakie mają być opracowywane w każdej z tych grup problemowych w Zakładzie Antropologii PAN i współpracujących z nim ośrodków.

Dyskusja, w której zabierało głos 17 osób, dotyczyła głównie dwu zagadnień:

Po pierwsze zwrócono uwagę na rysujące się niebezpieczeństwo zatracenia jednolitości programu badań MPB na skutek włączania prac, które tylko pośrednio wiążą się z programem. Dlatego też konieczne jest dokładniejsze opracowanie kryteriów pozwalających na zaklasyfikowanie zgłaszanych od MPB tematów.

Drugim, głównym tematem dyskusji było zagadnienie znaczenia praktycznego prac prowadzonych w MPB. Zwrócono uwagę na potrzebę prowadzenia badań w terenach zagospodarowanych przez człowieka i na konieczność współpracy z rolnictwem i leśnictwem.

Anna Kajak, Lech Ryszkowski

DZIESIĘCIOLECIE ZAKŁADU BADANIA SSAKÓW PAN

W sobotę, 21 listopada 1964 r. odbyło się w Białowieży posiedzenie Rady Naukowej Zakładu Badania Ssaków poświęcone analizie i ocenie dorobku Zakładu.

Szczegółowe sprawozdanie z dziesięciu lat pracy przedstawił pełniący obowiązki

kierownika Zakładu dr Z. Pucek. Przypomniął on przede wszystkim szczególną historię tej placówki, która działała od 1952 r. początkowo jako nie posiadająca statusu prawnego stacja terenowa Katedry Anatomii Porównawczej UMCS, a od 1954 r. jako Zakład Instytutu Zoologicznego PAN. W ciągu trzech lat dzięki nieustrudzonej energii, pomysłowości i talentowi organizacyjnemu zmarłego przed dwoma laty profesora Augusta Dehnela stacja zaczęła się przekształcać w samodzielną placówkę badawczą. W 1957 r. została powołana jako Zakład Badania Ssaków Polskiej Akademii Nauk. Dziś rozporządza pracownikami wyposażonymi w niezbędny sprzęt i szereg unikalnych urządzeń w znacznym stopniu skonstruowanych własnymi siłami pracowników, wiwarium i magazynami, rezerwatem specjalnym, w którym prowadzi się badania nad hybrydyzacją bydła domowego z żubrami, pięknie urządzonej (w parku pałacowym) terenem oraz dwoma budynkami mieszkalnymi dla pracowników. W zakładzie pracuje 14 pracowników naukowych, 11 pracowników naukowo-technicznych, 2 pracowników administracji i 9 obsługi oraz 1 pracownik biblioteki. Zakład prowadzi własne wydawnictwo ciągłe *Acta Theriologica* publikujące rokrocznie tom prac własnych pracowników oraz innych autorów polskich i zagranicznych. Wymiana czasopisma prowadzona przez Zakład i przez Instytut Zoologiczny PAN obejmuje 1032 punktów z czego 901 za granicą. Zbiory Zakładu liczą ok. 60 000 egz. Biblioteka posiada ok. 1800 druków zwartych, ok. 2500 woluminów czasopism i ok. 3000 odbitek.

Główny nurt pracy stanowi kontynuację biomorfologicznych badań Dehnela. W ostatnich latach badania są w coraz szerszym zakresie nastawiane na analizę zmienności różnych wskaźników fizjologicznych (metabolizm, krew, wzrost i rozwój w okresie postnatalnym), co prowadzi m. in. do wyjaśnienia istoty „zjawiska Dehnela”. W 1963 r. zapoczątkowano badania nad produktywnością drobnych gryzoni, co z jednej strony pozwala na zastosowanie w badaniach ekologicznych metod wypracowanych w badaniach biomorfologicznych, z drugiej zaś wzbogaca te ostatnie o tyle, że poszerza analizę zmienności (indywidualnej, sezonowej, wiekowej). Z badaniami nad produktywnością (zgodnymi z Międzynarodowym Programem Biologicznym) wiążą się badania biometeorologiczne, które są nastawiane obecnie głównie na mikroklimat gniazd, np. itp., jako czynnik współokreślający bilans energetyczny.

Kontynuowane są badania nad fauną ssaków, które w najbliższych latach będą prowadzone na terenach Polski centralnej i Polski północnej. Celem tych podstawowych badań jest monograficzne opracowanie fauny ssaków.

Odrębny dział pracy stanowią próby udomowienia niektórych leśnych gryzoni dla celów laboratoryjnych. Doświadczenia wstępne, przeprowadzone przez mikrobiologów i wirusologów wykazały większą niż u tradycyjnych zwierząt laboratoryjnych wrażliwość na niektóre odczynniki. Stwarza to możliwość zastąpienia niektórych zwierząt nowymi, bardziej wydajnymi i tańszymi (np. królików nornikiem bułym *M. agrestis* — w doświadczeniach z gruźlicą bydła).

Kontynuowane są również badania nad hybrydyzacją żubra z bydlęciem. Prace te przyniosły już wiele ciekawych obserwacji teoretycznych (np. dziedziczenie okresu ciąży i czasu pierwszej rui według gatunku ojcowskiego). Mają one też pewne cele praktyczne (zwiększenie masy cieląt hybrydów w porównaniu z cielętami bydła).

Wszystkie te kierunki pracy ustaliły się lub zostały zapoczątkowane za życia prof. Dehnela. Zespół pracowników Zakładu odczuł boleśnie przedwczesną śmierć jego założyciela, tymbardziej, że stało się to w okresie jego tworzenia.

Rada Naukowa, po zapoznaniu się z przebiegiem pracy w ostatnich dwóch latach i po wizytacji pracowni — stwierdziła, że wysiłek włożony przez uczniów prof. Dehnela w utrzymanie i rozwijanie nakreślonego przez niego kierunku rozwoju dał dobre rezultaty. Zakład spełnia w dostatecznym stopniu wymagania w zakresie

organizacji pracy badawczej i życia naukowego. Przebieg kształcenia kadr rokuje dalsze uzyskanie wymaganych stopni naukowych. Produkcja naukowa wyraża się liczbą 220 publikacji, wzrasta stopniowo z roku na rok. W 1964 r. ukazało się 36 prac z czego 26 oryginalnych.

W niedzielę 22 listopada odbyła się uroczystość odsłonięcia kamienia pamiątkowego ufundowanego przez uczniów prof. Dehnela, na skraju ścisłego rezerwatu pod



Rys. 1. Uroczystość odsłonięcia tablicy pamiątkowej prof. dr A. Dehnela
(fot. T. Płodowski)

ulubionym dębem Profesora, naprzeciwko kamienia wystawionego przed laty innemu badaczowi Puszczy — Józefowi Paczoskiemu. W uroczystości wzięli udział uczniowie Profesora Dehnela, jego rodzina, przyjaciele i współpracownicy, przedstawiciele Wydziału II PAN, władz miejscowych, białowieskich placówek naukowych (IBL, Stacja Geobotaniczna UW) i Białowieskiego Parku Narodowego oraz przybyli z radzieckiej części puszczy dyrektor tamtejszego gospodarstwa leśnego, kand. nauk. W. Romanow. Przemówienie poświęcone wspomnieniu zasług prof. Dehnela wygłosił zastępca Sekretarza Wydziału II PAN — prof. Kazimierz Krysiak, który dokonał odsłonięcia kamienia.

SESJA PLENARNA WYDZIAŁU II PAN

Dnia 12 października 1964 r. odbyła się w Warszawie kolejna sesja plenarna Wydziału II PAN.

W części naukowej posiedzenia prof. dr Irena Chmielewska wygłosiła referat pt. „Funkcje biologiczne jako wyraz przemian molekularnych”.

Ponadto prof. dr J. Heller złożył sprawozdanie z Międzynarodowego Kongresu Biochemicznego (USA, Waszyngton, 26.VII—1.VIII.1964 r.), prof. dr W. Gajewski z Międzynarodowego Kongresu Botanicznego (Anglia, Edynburg, 3—12.VIII.1964 r.) oraz prof. dr A. Wanke z Międzynarodowego Kongresu Nauk Antropologicznych i Etnologicznych (ZSRR, Moskwa, 30.VII—6.VIII.1964 r.).

W części organizacyjnej posiedzenia sekretarz Wydziału II, prof. dr K. Petruszewicz zapoznał zebranych z planem badań Wydziału II.

Rozpatrzone z wynikiem pozytywnym następujące wnioski Rad Naukowych o nadanie stopnia doktora nauk przyrodniczych:

1) mgr Bogumile Wacław-Rozkrutowej (Zakład Farmakologii), która wykonała pod kierunkiem prof. dr Janusza Supniewskiego pracę pt. „*Badania fitochemiczne Solanum Laciniatum AIT*” (recenzentami pracy byli profesorowie: J. Opieńska-Blauth i T. Bodalski),

2) mgr Henryce Godzińskiej (Instytut Immunologii i Terapii Doświadczalnej), która wykonała pod kierunkiem prof. dr Stefana Slopka pracę pt. „*Analiza immunoelektroforetyczna surowic świnek morskich*” (recenzenci: profesorowie: E. Mikulaszek i W. Mejbbaum-Katzenellenbogen),

3) mgr Jadwidze Podwińskiej (Instytut Immunologii i Terapii Doświadczalnej), która wykonała pod kierunkiem doc. dr Mieczysława Metzgera pracę pt. „*Wpływ enzymów na rozwój zdolności aglutacyjnych krętków białych*” (recenzenci: profesorowie: S. Legeżyński i A. Skurski).

K. Św.

SESJA PLENARNA WYDZIAŁU NAUK BIOLOGICZNYCH PAN

Dnia 10 grudnia 1964 r. odbyła się w Warszawie kolejna sesja plenarna Wydziału II PAN.

W części naukowej sesji prof. dr Włodzimierz Michajłow wygłosił referat pt. *Ewolucyjne problemy cykli rozwojowych niektórych gatunków Euglenoidina (Flagellata) — pasożytów Copepoda*. Po referacie wywiązała się ożywiona dyskusja.

W części organizacyjnej sesji zatwierdzono stopień naukowy doktora nauk przyrodniczych:

1) mgr Henrykowi Szelegiewiczowi (Instytut Zoologiczny), który wykonał pod kierunkiem prof. Janusza Nasta pracę pt. *Studia nad systematyką plemienia Pterocommatini Mordv. (Homoptera, Aphidinae)* — recenzenci profesorowie T. Jaczewski, Z. Raabe oraz doc. W. Bazyluk,

2) mgr Bohdanowi Pisarskiemu (Instytut Zoologiczny), który pod kierunkiem prof. Stanisława Kapuścińskiego wykonał pracę pt. *Fauna mrówek Afganistanu*

(Hymenoptera: Formicidae) — recenzenci profesorowie W. Koehler, K. Strawiński, J. Nast.

Następnie Wydział przyznał wydziałowe nagrody naukowe za 1964 rok następującym samodzielnym pracownikom nauki:

1) prof. dr Wacławowi Gajewskiemu (Zakład Genetyki Ogólnej PAN) za pracę pt. *Cytogenetic relationship within Delphinium Oxysepalum and Delphinium elatum from Tatra mountains*,

2) doc. dr Stanisławowi Dryłowi (Zakład Biologii Instytutu Biologii Doświadczalnej im. Nenckiego) za pracę pt. *Oblique orientation of Paramecium caudatum in electric field*,

3) doc. dr Przemysławowi Szafrzańskiemu (Instytut Biochemii i Biofizyki PAN) za cykl prac nad biosyntezą białka, a w szczególności za pracę pt. *Soluble ribonucleic acid in the polymerisation of aminoacid*,

4) prof. dr Andrzejowi Pigińskiemu (Zakład Cytofizjologii w Katedrze Anatomii Porównawczej UJ) za pracę z dziedziny protozoologii, za cykl prac nad enzymami czynnymi podczas encystacji pierwotniaka *Urostyla*, a w szczególności za pracę pt. *Aktywacja katalozy w homogenatach czynnych i encystowanych Urostyla*.

K. Św.

WALNE ZGROMADZENIE POLSKIEGO TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA

Zarząd Główny Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika zorganizował w Warszawie w dniu 28 listopada 1964 r. Walne Zgromadzenie Towarzystwa, poprzedzone plenarnym zebraniem Zarządu Głównego w dniu 27 listopada, z udziałem przedstawicieli poszczególnych oddziałów Towarzystwa. Najważniejsze elementy ze sprawozdań oddziałów uwzględnione zostały w sprawozdaniu prezesa Towarzystwa na Walnym Zgromadzeniu.

W części naukowej Zjazdu prof. dr Kazimierz Petrusewicz wygłosił referat pt. „Prace Międzynarodowego Programu Biologicznego”.

Po referacie wywiązała się dyskusja. Mówcy stwierdzili, iż produktywność ekosystemów, stanowiąca centralny problem prac Międzynarodowego Programu Biologicznego jest zagadnieniem, z którym ogół biologów styka się w jakimś stopniu w swojej pracy badawczej. Produktivność ekosystemów dotyczy bowiem całości świata organicznego i nie ma dziedziny badań biologicznych, które by do tego problemu nie nawiązywały.

Po dyskusji prof. dr Kazimierz Maślankiewicz złożył sprawozdanie z działalności Towarzystwa za lata 1963—1964.

Na wstępie zebrani chwilą ciszy uczcili pamięć zmarłych w tym czasie członków Towarzystwa.

Poprzednie Walne Zgromadzenie podjęło szereg uchwał. Prezes Towarzystwa poinformował zebranych o stanie realizacji tych uchwał. Poprzednie Walne Zgromadzenie upoważniło Zarząd Główny do podjęcia starań, zmierzających do reaktywowania czasopisma *Kosmos* s. B, poświęconego przyrodzie nieożywionej. W latach 1963—1964 redakcje czasopism zostały postawione wobec konieczności zmniejszenia objętości wydawnictw. W tych warunkach Zarząd Główny spotkał się z pewnymi trudnościami i nie uwińczył swoich starań sukcesem. Prof. Maślankiewicz poruszył sprawę na posiedzeniu Rady Naukowej Towarzystw Naukowych i Upowszechniania Wiedzy. W rezultacie tej akcji posiedzenie Rady, uznając słuszność i wagę sprawy upoważniło prof. Maślankiewicza do podjęcia dalszych starań w kierunku reaktywowania *Kosmosu* s. B.

Poprzednie Walne Zgromadzenie zobowiązało Zarząd Główny do przedłożenia propozycji zmian statutu Towarzystwa. Uchwała powyższa została zrealizowana — Zarząd Główny powołał Komisję, która przygotowała taki projekt do zatwierdzenia przez Walne Zgromadzenie.

Zgodnie z trzecią uchwałą poprzedniego Walnego Zgromadzenia, na wniosek Oddziału Krakowskiego i Zarządu Głównego, powołano w 1964 r. nowy Oddział w Katowicach.

Oddziały kontynuowały na ogół dawniejsze formy działalności. Z reguły więc organizowano posiedzenia naukowe z odczytami, referatami i komunikatami. W oddziałach dużym zainteresowaniem cieszyła się akcja zwiedzania zakładów wyższych uczelni i innych instytucji naukowych. Dużym powodzeniem cieszyły się także pokazy filmów przyrodniczych. W tematyce odczytów i pokazów filmowych dominowały zagadnienia z zakresu biologii, nie pomijano jednakże i astronomii, fizyki i nauk o ziemi. Należy podkreślić, iż oddziały Towarzystwa współpracowały z Polskim Towarzystwem Botanicznym, Chemicznym, Zoologicznym, Zootechnicznym, Biochemicznym, Tow. Wiedzy Powszechnej, z Ligą Ochrony Przyrody, oraz z katedrami wyższych uczelni, ze szkolnictwem średnim i studenckimi kołami naukowymi. Łącznie wygłoszono 230 odczytów i wyświetlono 320 filmów na 64 projekcjach. Nasiłeniu uległy kontakty z młodzieżą szkolną i z nauczycielstwem. W wyniku tej akcji, podejmowanej głównie przez Oddziały warszawski, lubelski, łódzki i toruński zorganizowano łącznie 132 prelekcje — pogadanki wraz z pokazami filmów przyrodniczych, jedną wycieczkę dla młodzieży i dwa zebrania dyskusyjne dla nauczycieli nad projektem Ministerstwa Oświaty, dotyczącym programu nauczania biologii w liceach ogólnokształcących. Wyniki dyskusji przekazano do Min. Oświaty. Zwiedzanie zakładów naukowych dało możliwość członkom Towarzystwa zapoznania się z najważniejszymi osiągnięciami nauki.

Towarzystwo im. Kopernika włączyło się do uroczystości, związanych ze stuleciem urodzin znakomitego botanika, prof. dr Mariana Raciborskiego. Wspólnie z Polskim Towarzystwem Botanicznym, Instytutem Botaniki PAN oraz Uniwersytetem Jagiellońskim zorganizowało w dniach 16—18 września 1963 r. sympozjum paleobotaniczne z udziałem gości zagranicznych. W ramach tych uroczystości dokonano przeniesienia zwłok i pomnika prof. Raciborskiego na stary cmentarz dla zasłużonych w Zakopanem. W listopadzie 1963 r. odbyło się w Bydgoszczy uroczyste posiedzenie z okazji założenia Oddziału. Poszczególne Oddziały stosowały pewne nowe formy działalności. Tak więc Oddział w Katowicach zorganizował w listopadzie 1963 r. dwudniową sesję naukową przyrodników śląskich, poświęconą aktualnym badaniom naukowym śląskich pracowni przyrodniczych. W sesji wzięło udział około 30 instytutów, katedr i zakładów naukowych. Oddział w Poznaniu współdziałał z Wydziałem Nauk Biologicznych i Nauk Leśnych WSR oraz z Poznańskim Towarzystwem Przyjaciół Nauk w zorganizowaniu I Ogólnopolskiego Sympozjum Genetycznego, które odbyło się w listopadzie 1963 r. oraz przy zorganizowaniu w 1964 r. sympozjum pt. „Białko roślinne — produkcja i wykorzystanie przez zwierzęta”. Oddział w Lublinie z okazji XX-lecia PRL zorganizował wystawę przyrodniczą, wykorzystując m. in. mapy wykonane w Katedrze Geografii Ekonomicznej UMCS i liczne eksponaty wykonane przez uczniów jednej ze szkół w Lublinie. Oddział Warszawski rozpoczął prace nad zorganizowaniem kurso-konferencji dla wykładowców szkół licealnych na temat higieny psychicznej. Oddział Krakowski zorganizował sympozjum nt. zagadnień immunologii. Frekwencja na imprezach wahała się w granicach od 15 do 300 osób.

Oddział Warszawski podjął wstępne kroki w kierunku zorganizowania filii Oddziału w Płocku. Zebranie inauguracyjne filii odbyło się w grudniu 1964 r.

Decyzją Zarządu Głównego Towarzystwa postanowiono utworzyć sekcję spe-

leologiczną oraz sekcję kopernikańską. Sekcja speleologiczna, kierowana przez prof. dr Kazimierza Kowalskiego, skupia w Towarzystwie speleologów czynnych w Polsce. W marcu 1964 r. w ramach działalności sekcji zorganizowane zostało sympozjum z udziałem 40 osób.

Sekcja Kopernikańska powstała z inicjatywy dr Gadomskiego, inż. Penconka, dr Pagaczewskiego i in., zajmujących się zagadnieniami dotyczącymi Mikołaja Kopernika i jego spuścizny naukowej.

Zarząd Główny Towarzystwa upoważnił inicjatorów do powołania sekcji i sprecyzowania jej zadań i zakresu działalności. Funkcję przewodniczącego sekcji pełni prof. dr K. Maślankiewicz.

Pewne założenia planu działalności sekcji znalazły oddźwięk w Sekcji Historii Nauki i zostały włączone do jej planów. Sekcja Kopernikańska może i powinna odegrać poważną rolę popularyzującą postać Kopernika i jego znaczenie na 400-lecie jego urodzin.

Towarzystwo kontynuowało swoją działalność na odcinku wydawniczym. *Kosmos* i *Wszechświat* ukazywały się w dotychczasowej ilości zeszytów rocznie w zmniejszonej jednakże objętości. (*Kosmos* o 10 arkuszy, *Wszechświat* o 4 arkusze). Niezależnie od tego wydano pod koniec 1963 r. *Zeszyt Problemowy Kosmosu*, zawierający materiały sesji naukowej, poświęconej współczesnym problemom endokrynologii, zorganizowanej w 1961 r. przez Oddział Warszawski Towarzystwa.

Niepokojąca jest zbyt mała liczba prenumeratorów *Kosmosu* s. A; dla zmiany tego stanu rzeczy *Wszechświat* wprowadził zasadę druku krótkich wzmianek informujących o tym czasopiśmie.

Podajemy *in extenso* sprawozdanie prof. dr Włodzimierza Michajłowa, redaktora *Kosmosu* s. A.

„W okresie sprawozdawczym *Kosmos* A ukazywał się w nakładzie ok. 1300 egzemplarzy i myślę, że nakład ten pomimo niedostatecznej prenumeraty ze strony członków był racjonalnie wykorzystany. Nie udało się nam przezwyciężyć tendencji do obcinania objętości *Kosmosu* i wobec tego i w 1963 r. i w 1964 r. czasopismo to ukazywało się w objętości o 10 arkuszy mniejszej. Myślimy jednak, iż w 1965 r. to niedomaganie zostanie przezwyciężone.

W ostatnim roku doszło niestety do poważnych poślizgów w ukazywaniu się czasopisma, opóźnienia sięgały połowy miesiąca a nawet i miesiąca. Nie wdając się w analizę przyczyn tego faktu chcę jednak podkreślić, że Redakcja *Kosmosu* dostarczała zawsze materiały do PWN w terminie ustalonym przez wydawnictwo. A więc wynika z tego, że chyba wina leży gdzieś w innych ogniach, a przede wszystkim wydawniczych i drukarskich.

Czasopismo ma zbyt zagranicą, wysyłamy do 25 krajów ok. 100 egzemplarzy naszego czasopisma, egzemplarzy, które są wydawane w języku polskim jedynie ze spisem treści w językach obcych.

Jeżeli chodzi o sprawy merytoryczne, to pragnę podkreślić, iż wzrosła liczba artykułów i opracowań nie zamawianych, co jest zjawiskiem dodatnim. Pojawiła się też pewna ilość nowych nazwisk autorów młodych.

Niedomaganiem jest to, że nadsyłane są do redakcji raczej duże artykuły, niewiele natomiast otrzymujemy krótkich notatek, interesujących wzmianek, w których poruszano by jakieś istotne zagadnienie w zwięzłej formie.

Rozumiem, że na Walnym Zgromadzeniu chodzi nie tyle o te dane natury formalnej, ile o przedstawienie generalnej linii rozwoju czasopisma — i chciałbym to w kilku słowach uczynić, lecz muszę to poprzedzić uwagami ogólnymi, dotyczącymi sytuacji nauk biologicznych w ogóle, co znajduje i odbicie u nas.

Sytuację tę cechuje przede wszystkim niesłychanie szybki postęp we wszystkich gałęziach wiedzy, czemu towarzyszy bardzo daleko idąca i wąska specjalizacja.

Prof. Petrusiewicz cytował w swym referacie dane, świadczące o tym i faktem jest, że co kilka lat powstają zupełnie nowe dziedziny wiedzy biologicznej i one zaczynają legitymować się nową nazwą, uzyskują własne czasopisma etc.

Tendencja to nieunikniona, słuszna i świadczy o postępie nauki i znajduje wyraz w ruchu wydawniczym. Gdy idzie o czasopisma biologiczne, to wydaje się je we właściwej postaci. Dysponujemy bogatą siecią czasopism specjalistycznych. W każdej dziedzinie są przeważnie dwa rodzaje czasopism — jedno dokumentacyjno-archiwalne i drugie dyskusyjno-informacyjne. W dyskusyjno-informacyjno-referatowych czasopismach dyskutowane są ogólne problemy i podawane są podstawowe informacje z danej gałęzi wiedzy.

Mamy sieć czasopism, której nam inne kraje mogą pozazdrościć. Mamy *Przegląd Zoologiczny*, *Wiadomości Botaniczne*, *Postępy Biochemii*, *Wiadomości Parazytologiczne* etc. etc.

Więc ustawienie czasopisma ogólnobiologicznego, jakim jest *Kosmos* s. A, musi się liczyć z faktem, że informacja specjalistyczna jest w dostatecznym stopniu załatwiona przez tamte czasopisma. *Kosmos* musi służyć innym tendencjom, które również nasilają się w nauce światowej.

Nieunikanie specjalizacji posiada bowiem pewne ujemne cechy. Następuje zawężanie horyzontu badań, odsuwanie się od podstawowych problemów, co zaczyna niekorzystnie odbijać się na kierunku i na przebiegu specjalizacji. W związku z tym w biologii światowej a także u nas istnieją stale nasilające się tendencje integracyjne, które znajdują wyraz w przenoszeniu metod z jednej dziedziny na inną oraz w powstawaniu nauk na pograniczu, nauk ze sobą spokrewnionych, a nawet odległych. Tendencja ta prowadzi do tego, że jednak problematyka ogólnobiologiczna, która w zarysach zasadniczych była sformułowana, przed wieloma dziesiętkami lat jest jednak stale przedmiotem uwagi badaczy.

Kosmos s. A powinien więc zawierać taki zasób informacji z różnych dziedzin biologicznych, które są w jakimś stopniu potrzebne każdemu biologowi, pracującemu na wąskim odcinku w ramach dość wąskiej specjalności. I to jest tendencja naszego czasopisma, która nas różni od wszystkich innych. Inną sprawą jest, jak nam się udaje tę linię realizować. Nie jest to sprawa łatwa. Trudno nam jest od autorów-specjalistów uzyskać opracowania napisane w języku dostępnym dla każdego biologa. Z drugiej strony słyszymy często narzekania, że odbiorcy nie rozumieją wszystkich artykułów drukowanych w *Kosmosie*. Niektórzy mówią, że nie rozumieją wzorów biochemicznych. Są to trudności przejściowe. Chyba obroną linię *Kosmosu* należy kontynuować, doskonaląc jedynie sposób przedstawiania różnorodnego materiału i ograniczając się do wachlarza zagadnień najbardziej istotnych. Sądzę, że to jako założenie i metoda nasilanie redakcji krótkimi, zwięzłymi informacjami, może być przyjęte jako program czasopisma na najbliższe lata.

Kończąc to krótkie sprawozdanie nie mogę się powstrzymać od tego, by nie wyrazić tu podziękowania kolegom z Redakcji *Kosmosu* serii A, która chyba należy do dość wyjątkowych redakcji, gdyż zbieramy się bardzo regularnie co dwa miesiące i wszyscy członkowie kolegium redakcyjnego czytają wszystkie artykuły i dostarczają nam swych uwag. Jestem członkiem kilku redakcji, lecz redakcja *Kosmosu* A jest chyba jedyną, w której wszyscy członkowie wnoszą swój istotny wkład w wydawanie tego czasopisma”.

Sprawozdanie z działalności redakcji czasopisma *Wszechświat* złożył prof. dr Zygmunt Grodziński. *Wszechświat* w 1964 r. objął 300 stron druku, z tego połowę stanowiły duże artykuły o różnej tematyce, 40 stron zajęły mniejsze artykuły, resztę — recenzje, terrarium i akwarium. Dominuje w dalszym ciągu tematyka biologiczna, z mniejszą jednak niż dotychczas przewagą w stosunku do proble-

matyki z dziedziny przyrody nieożywionej. Zgodnie z dotychczasową praktyką *Wszechświat* organizuje konkursy fotograficzne i czerpie z nich tematy do drukowanych wkładek kredowych. Zaznaczyć należy, iż zainteresowanie konkursami wzrasta; licznie zgłaszane prace odznaczają się wysokim poziomem artystycznym; wzrasta też i ilość zdjęć zgłaszanych z małych ośrodków prowincjonalnych.

Wszechświat ma nakład 5 tys. egzemplarzy, z tego redakcja wysyła dla członków Towarzystwa 2500 egz., 2150 egz. pobiera Ruch dla kolportażu, pewna ilość rozsyłana jest w formie gratisów, niewielka ilość pozostaje w rezerwach redakcji. Koszt jednego zeszytu kształtuje się w granicach od 6-ciu do 7-miu zł. Czasopismo jest więc deficytowe, gdyż zeszyt w sprzedaży kosztuje 6 zł. Przy zwiększeniu liczby członków Towarzystwa o 1000 osób można by ten deficyt zlikwidować. Redakcji czasopisma, ze względów od niej niezależnych, nie udało się osiągnąć pełnej regularności w ukazywaniu się poszczególnych zeszytów *Wszechświata*.

W dyskusji nad czasopismami mówcy wysunęli pod adresem redakcji zarzut, iż zdarzają się niejednokrotnie artykuły, zamieszczające błędne stanowiska oraz mylne informacje.

Wyrazem aktywności Towarzystwa jest liczba jego członków. Uległa ona w okresie sprawozdawczym wzrostowi o 17%. W poszczególnych latach liczby te kształtowały się w sposób następujący: rok 1962 — 2240 członków, rok 1963 — 2477 członków, rok 1964 — 2631 członków. Stan liczbowy członków Towarzystwa w 13-tu oddziałach przedstawia się następująco: Oddział w Bydgoszczy — 97 członków, Oddział w Gdańsku — 79, Oddział w Katowicach — 290, Oddział w Krakowie — 572, Oddział w Lublinie — 110, Oddział w Łodzi — 447, Oddział w Olsztynie — 74, Oddział w Poznaniu — 133, Oddział w Puławach — 165, Oddział w Szczecinie — 88, Oddział w Toruniu — 184, Oddział w Warszawie — 300, Oddział we Wrocławiu — 92. Na pierwsze miejsce pod względem liczebności członków wysuwa się Oddział Krakowski, drugie miejsce zajmuje Łódź, trzecie Warszawa, czwarte Oddział Katowicki. Znalazło to swe odbicie i w działalności tych Oddziałów, które osiągnęły najlepsze wyniki pracy.

Zarząd Główny objął sprawy Towarzystwa z poważnymi deficytami finansowymi. Powstała konieczność przeprowadzenia znacznych oszczędności. W wyniku tej akcji uległy zmniejszeniu bądź całkowitemu wstrzymaniu dotacje dla Oddziałów. W chwili obecnej, mimo obcięcia dotacji przez PAN, sytuacja finansowa Towarzystwa przedstawia się korzystnie.

Po dyskusji nad sprawozdaniami Walne Zgromadzenie udzieliło absolutorium ustępującemu Zarządowi.

Poprzednie Walne Zgromadzenie upoważniło Zarząd Główny do powołania Komisji Statutowej, która przedstawi projekt statutu z koniecznymi zmianami najbliższemu Walnemu Zgromadzeniu. Konieczność dokonania zmian była podyktowana przede wszystkim brakiem możliwości corocznego zwoływania Walnego Zgromadzenia Towarzystwa. Uporządkowania wymagały również sprawy finansowe dotyczące odpłatności za wydawnictwa Towarzystwa. Korekty do statutu zostały opracowane przez Komisję w składzie prof. prof. Z. Grodziński, K. Maślankiewicz i H. Świdziński. Wprowadzono zmianę, formującą czas zwoływania Walnego Zgromadzenia Towarzystwa w okresach co 3 lata.

Po dyskusji nad wszystkimi propozycjami Komisji Walne Zgromadzenie przyjęło zmiany statutu jednomyślnie.

Walne Zgromadzenie połączone było z wyborem nowych władz Towarzystwa. Wybrano Zarząd w następującym składzie: prof. dr K. Maślankiewicz — prezes, prof. A. Drozdowicz — wiceprezes, prof. dr E. Rybka — wiceprezes, doc. dr J. Wąsowicz — wiceprezes, dr W. Kinastowski — sekretarz, prof. dr S. Feliksiak — skarbnik, doc. dr I. Cabejszek, prof. dr F. Górski, prof. dr Z. Grodziński, prof.

dr J. Hurwic, prof. dr J. L. Jakubowski, doc. dr L. Karpowicz, prof. dr W. Michajłow, prof. dr K. Petruszewicz, prof. dr K. Sembrat, prof. dr W. Stefański, mgr K. Świątkowska, prof. dr H. Świdziński, dr M. Wierzbička, prof. dr S. Zajaczek — członkowie. Prócz wymienionych osób w skład Zarządu wchodzi ponadto przewodniczący wszystkich Oddziałów.

Na członków Komisji Rewizyjnej zostali wybrani: prof. dr W. Herman, dr W. Karpowicz i dr inż. K. Kwiatkowski, na zastępców mgr Cz. Gibes, dr A. Fagasiński.

Prezydium zgłosiło szereg uchwał, które zostały przez Walne Zgromadzenie jednomyślnie przyjęte.

Wszystkie sprawy omawiane na Zjeździe wskazują na żywe zainteresowanie działalnością Towarzystwa i troskę o jego dalszy pomyślny rozwój.

Dnia 28 listopada uczestnicy Zjazdu wzięli udział w wycieczce do Wilanowa.

Kazimiera Świątkowska

VIII ZJAZD POLSKIEGO TOWARZYSTWA PARAZYTOLOGICZNEGO W POZNANIU (3-5. IX. 1964)

W Zjeździe odbywającym się w Domu Technika NOT w Poznaniu uczestniczyło 153 zarejestrowanych parazytologów polskich, kilkadziesiąt dalszych osób biorących udział w niektórych tylko posiedzeniach oraz 20 gości zagranicznych z następujących państw: Australia (J. D. Smyth), ČSRS (O. Jirovec, J. Jira, B. Havlik, J. Pacenovsky, J. Šlais, Zaicek, D. Zitova), Francji (J. Biguet), Jugosławii (M. Miladinovic, Z. Miladinova), Kanady (J. C. Holmes), NRD (W. Eichler), NRF (D. Düwel), Węgier (L. Babos, L. Nemeseri, T. Pellerdy, S. Varga) i Wielkiej Brytanii (J. C. Chubb, G. Pozniak-Bishop).

Na Zjazd zgłoszono 134 prace w postaci wyczerpujących streszczeń. Zostały one po przejrzeniu przez Komisję Redakcyjną opublikowane w specjalnym zeszycie *Wiadomości Parazytologiczne* (Nr 4/5, 1964), który ukazał się na 6 tygodni przed Zjazdem i tym samym stanowił materiał do dyskusji zjazdowej. Z tych względów nie referowano już na Zjeździe większości prac, a wybrano do wygłoszenia jedynie 47 tematów, bardziej ogólnych lub interesujących większe grono słuchaczy. Kierowano się tu również naczelnym hasłem Zjazdu „badanie stosunków w układzie żywiciel-pasożyt przy pomocy nowoczesnych metod biochemicznych, histochemicznych itp.”.

Odbyły się 3 posiedzenia plenarne. Pierwsze miało na celu podsumowanie całokształtu dorobku polskiej parazytologii w ostatnim trzyleciu, tematyką drugiego było wspomniane wyżej hasło zjazdowe. Celem zaś trzeciego zebrania było podsumowanie Zjazdu i uchwalenie wniosków. Prócz tego obrady toczyły się w 7 sekcjach, odpowiednio dobranych w tym samym czasie, aby umożliwić większości zainteresowanych udział w dyskusji.

Otwarcia Zjazdu dokonał Prezes PTP prof. Z. Kozar. Po powitaniu uczestników i gości nawiązał do obchodów Millenium oraz XX-lecia PRL. Przedstawił dalej główne cele oraz zadania Zjazdu. Przemówienia powitalne wygłosili ponadto: prof. W. Michajłow w imieniu Ministra Szkolnictwa Wyższego, prof. H. Szwejkowski w imieniu Komitetu Parazytologicznego PAN, prof. G. Labuda jako Rektor Akademii Medycznej w Poznaniu, prof. O. Jirovec jako Prezes Czechosłowackiego Towarzystwa Parazytologów, prof. W. Eichler w imieniu Towarzystwa Parazytologów NRD oraz doc. F. Piotrowski jako przewodniczący Komitetu Organizacyjnego Zjazdu w Poznaniu.

Program pierwszego posiedzenia plenarnego przewidywał 4 referaty. Nawiązując do obchodów XX-lecia PRL prof. Z. Kozar omówił udział PTP w rozwoju

polskiej parazytologii okresu powojennego. Na wszystkich dotychczasowych zjazdach wysuwano główne problemy, wokół których skupiały się potem wysiłki parazytologów polskich. Wyniki tej działalności są bardzo wyraźne. Przedstawiono też 4 problemy wysunięte na następne lata, które PTP pragnęłoby realizować w ramach Międzynarodowego Programu Biologicznego. Towarzystwo podczas swej 16-letniej działalności kładło duży nacisk na powiązanie nauki z praktyką, ingerowało niemal we wszystkie sprawy dotyczące parazytologii, jej nauczania i praktycznego zastosowania w medycynie oraz weterynarii. Wytwarzanie poczucia jedności dyscypliny, rozwijanie ścisłej współpracy i wzajemnej pomocy oraz zjednywanie dla parazytologii specjalistów z pokrewnych działów były ważnymi kierunkami naszej polityki. Został też podkreślony udział PTP w powstawaniu licznych pokrewnych towarzystw zagranicznych, w stworzeniu Światowej Federacji Parazytologów i organizowaniu I Kongresu Parazytologii w Rzymie.

Trzy tradycyjne już na Zjazdach PTP referaty przeglądowe miały podsumować krytycznie nasz dorobek naukowy za okres od ostatniego zjazdu (trzyletni). Prof. W. Michajłow dokonał przeglądu polskiej parazytologii ogólnej, do której zaliczył 206 tematów częściowo (145) wydrukowanych już lub zgłoszonych na Zjazd w postaci doniesień (61). Zgrupował je w 5 działach. Poznawanie fauny pasożytniczej Polski jest w dalszym ciągu realizowane, ostatnio pod egidą powołanej przez PTP Komisji Faunistycznej. W porównaniu z poprzednim okresem międzyjazdowym liczba prac faunistycznych wzrosła o ponad 50%. Badano *Protozoa* (głównie *Ciliata parasitica*), helminty poszczególnych grup lub gatunków żywicieli albo też całe grupy jak *Plathelminthes*, *Nematoda*, *Acanthocephala*, *Hirudinea*, *Acarina* i *Insecta*. Opisano około 20 nowych gatunków pasożytów, ustalono 9 nowych taksonów wyższego rzędu. Odnotowano nowych żywicieli 77 gatunków pasożytów oraz 79 gatunków pasożytów nowych dla fauny Polski.

Prace z działu „rozwój i biologia” dotyczyły embriologii z uwzględnieniem histochemii pasożytów, morfogenezy, fizjologii i cyklów rozwojowych. Zagadnienie stosunków panujących w układach pasożyt-żywiciel zajmuje coraz więcej miejsca w badaniach polskich. Sporo prac poświęcono też stosunkom między parazytofauną a środowiskiem drugiego rzędu z uwzględnieniem momentów zoogeograficznych i ekologicznych. W obrębie problemu „stosunki wewnątrzgatunkowe i międzygatunkowe w parazytocenozach żywicieli” wykonano 10 prac na różnym materiale. W licznych pracach znajdujemy też momenty nawiązujące do ewolucyjnych problemów parazytologicznych. Dotyczy to zwłaszcza prac systematycznych, w których doskonalenie systemu grup jest z reguły brane pod uwagę. Prace o dominujących momentach ewolucyjnych poświęcone były filogenezie pasożytów, jej związku z ontogenezą oraz z filogenezą żywicieli.

Doc. S. Tarczyński omawiając dorobek polskiej parazytologii weterynaryjnej w latach 1961—1964 wziął pod uwagę ponad 400 prac i publikacji dotyczących: a) systematyki, faunistyki, biologii, fizjologii oraz ekologii pasożytów w szerokim zrozumieniu układów pasożyt-środowisko I i II rzędu (145 publikacji), b) zagadnień weterynaryjnych *s. strictu* tj. epizoocjologicznych, diagnostycznych i terapeutycznych (170 publikacji) oraz c) dydaktyki i popularyzacji (100 publikacji). W grupie pierwszej zachowano właściwe proporcje tematyczne. Zaslugują tu na uwagę badania nad fizjologią pasożytów i patogenezą chorób pasożytniczych. Poszerzenia i pogłębienia wymaga tematyka immunobiologiczna. Konieczne jest też rozpoznać na szerszą skalę prace dotyczących hodowli pasożytów poza organizmem żywicielskim. W grupie drugiej zaslugują na wyróżnienie prace nad fasciozą, trichinelozą, toksoplazmozą oraz hypodermatozą. Rozwinięcia i pogłębienia wymagają studia nad krążeniem pasożytów w przyrodzie pomiędzy wolno żyjącymi i domowymi zwierzętami. Zbyt mało jest jeszcze prac protozoologicznych i arach-

noentomologicznych. Należy dążyć do zasadniczej i szybkiej poprawy zaopatrzenia rynku krajowego w nowoczesne, skuteczne i mało toksyczne leki przeciwpasożytnicze oraz środki przeznaczone do dewastacji inwazyjnych form pasożytów w środowisku zewnętrznym. W organizacji nauki konieczne jest jak najszybsze powołanie do życia kliniki chorób pasożytniczych przy katedrach parazytologii wydziałów weterynaryjnych wyższych szkół rolniczych, a także wprowadzenie do programów nauczania na wydziałach hodowli zwierząt tych uczelni parazytologii hodowlanej. Pozwoli to na unowocześnienie procesu nauczania studentów, poszerzenie i pogłębienie badań parazytologiczno-weterynaryjnych, a także usprawni współpracę służby weterynaryjnej i zootechnicznej w przeprowadzaniu masowych akcji przeciwpasożytniczych.

Doc. R. Kadłubowski i dr R. Kuźmicki dając przegląd dorobku naukowego polskiej parazytologii lekarskiej uwzględnili około 350 publikacji i stwierdzili wyraźny rozwój tej dziedziny. Opanowano lub opracowano szereg metod pracy badawczej (np. analizy biochemicznej, cyto- i histochemicznych, oznaczania aktywności enzymów i mechanizmu działania leków, analizy antygenów i surowic odpornościowych za pomocą elektroforezy, immunoelektroforezy i mikrodyfuzji w żelu, wykorzystania urządzeń fazowo-kontrastowego i fluorescencyjnego oraz immunofluorescencji, hodowli pierwotniaków, metod farmakologicznego badania leków, techniki izotopowej itd.). Do analizy wyników wprowadzono w większości prac statystykę matematyczną. Do osiągnięć zaliczono: niektóre wyniki badań nad morfologią i fizjologią *T. vaginalis*, *E. histolytica*, *B. coli*, *T. gondii*, *A. lumbricoides*, *T. spiralis* i *P. humanus*, nowe dane z dziedziny epidemiologii rzęsistkowicy, toksoplazmozy, włośnicy, teniarychozy, poszerzenie wiadomości z zakresu fizjografii rodzimej fauny pasożytów człowieka (zarejestrowano 33 gatunków), postępy w diagnostyce rzęsistkowicy, pełzakowicy, toksoplazmozy i włośnicy, badania nad patogenizacją lambliozy, rzęsistkowicy i włośnicy, niektóre spostrzeżenia z zakresu semiotyki lambliozy i włośnicy, badania nad nowymi lekami. W kilku ośrodkach coraz wyraźniej krystalizują się kierunki badań i powstają większe zespoły naukowe. W masowym zwalczaniu chorób pasożytniczych nie osiągnięto zadowalających wyników z powodu trudności obiektywnych. Należy jednak odnotować pomyślne próby idące w tym kierunku.

Drugie posiedzenie plenarne odbyło się pod hasłem: układ żywiciel-pasożyt (badania nad fizjologią i patogenizacją). Jest to najbardziej aktualny kierunek współczesnej parazytologii, stosunkowo zaniedbany dotychczas w Polsce na korzyść badań faunistyczno-ekologicznych. Toteż celem zebrania było wzbudzenie zainteresowań problematyką i podkreślenie tych wszystkich tematów zgłoszonych na Zjazd, które uwzględniają już nasze postulaty.

Referat programowy (Z. Kozar i S. Karpiak) omawiał znaczenie badań nad metabolizmem robaków pasożytniczych. Uwzględniono niektóre tylko dane o odychaniu robaków, przemianach węglowodanowej, tłuszczowej i białkowej. Wielokrotnie nawiązywano do własnych wyników uzyskanych we Wrocławiu i pracach zespołowych nad włośnicą. Podkreślono też przydatność metod histochemicznych, które są doskonałym uzupełnieniem badań biochemicznych.

Jakby uzupełnieniem powyższego były dalsze referaty szczegółowe, które wygłaszali w imieniu zespołu S. Karpiak (Badania nad metabolizmem larw *T. spiralis* oraz wpływ inwazji *T. spiralis* na przemianę tłuszczową i aktywność enzymów cyklu Krebsa w mięśniach szkieletowych świnek morskich) i T. Martynowicz (Badania histochemiczne nad jelitową fazą włośnicy). Tak się złożyło, że włośnice stały się modelem badań nie tylko w ośrodku wrocławskim, ale i w Poznaniu, skąd pochodził dalszy referat J. Michejdy nad energetyką mitochondriów mięśni szkieletowych szczura w przebiegu doświadczalnej włośnicy. Również referat R. Biguet z Lille dotyczył struktury antygenowej larw włośni i ich metabolitów.

Z innych problemów referat W. Stefańskiego (odczytany pod nieobecność) omawiał znaczenie flory bakteryjnej jako jednego z ekologicznych czynników warunkujących osiedlenie się pasożytów w jelicie żywicieli. Z. Jabłonowski streścił dotychczasowe wyniki badań w Olsztynie nad zachowaniem się witamin w przebiegu inwazji pasożytniczej, a R. Kadłubowski właściwości biologiczne antytenyzy mu z *Ascaris*.

Dyskusja toczyła się głównie wokół szkodliwości pasożytów dla żywiciela i niekiedy odległych nawet skutków inwazji. Nie była ona naturalnie w stanie wyczerpać tego problemu ani dać odpowiedzi na frapujące wszystkich pytania. Pewne jednak myśli są godne dalszych badań.

Dalsze obrady Zjazdu toczyły się, jak już wspomniano, w 7 sekcjach.

W sekcji I „Pasożyty przewodu pokarmowego człowieka” ogłoszono 4 referaty: ogólne wprowadzenie (Z. Pawłowski), problem zwalczania tasiemczyc w Polsce (R. Kuźmicki), diagnostyka pierwotniaków przewodu pokarmowego (W. Kasprzak), ocena nowych leków przeciworobaczych (R. Kadłubowski). Te materiały obok 28 wydrukowanych komunikatów były podstawą dyskusji (11 osób), która ogniskowała się wokół organizacji zwalczania pasożytów jelitowych (zwłaszcza tasiemczyc) w Polsce oraz chemoterapii robaczych. Postulowano o rozszerzenie badań nad biologią i epidemiologią masowo występujących w Polsce pasożytów jelitowych. Oceniając pozytywnie działalność Resortu Zdrowia przejawiającą się m. in. w wydaniu aktów prawnych, wyrażano życzenie, aby były one w przyszłości realizowane.

Program sekcji II „Toksooplazmoza” obejmował 4 referaty: badania nad farmakologicznym leczeniem toksoplazmozy (J. Szaflarski), toksoplazmoza w materiale I kliniki Położniczej AM w Zabrze (M. Głowiński), pewne nowe aspekty diagnostyki, patogenety i terapii toksoplazmozy (J. Jira), przegląd badań nad występowaniem toksoplazmozy w Polsce (J. Umiński). Zarówno w referatach jak i w 23 komunikatach podkreślano postęp w poznawaniu tej antropozoonozy, ale jednocześnie bardzo liczne jeszcze braki, rozbieżność poglądów w wielu kwestiach i niezrozumiałość szeregu zjawisk. Dostrzega się brak koordynacji w badaniach prowadzonych w Polsce, brak standaryzacji i jednolitej oceny metod diagnostycznych.

W sekcji III „Arachnoentomologia” ogłoszono referat wprowadzający (F. Piotrowski) i po jednym doniesieniu z różnych dziedzin: szkodliwość kleszczy *Ixodoidea* (J. Łachmajer), systematyka *Mallophaga* w świetle ewolucji żywicieli (J. Złotorzycka), etologia ektopasożytów na tle rytmiki dobowej (B. Kiełczewski i M. Czapska). Dwa referaty pochodziły z zagranicy: *Gamasidae* i inne roztocze pasożytujące na drobnych ssakach w Rumunii (Z. Feider), sanitarne znaczenie much synantropijnych Wielkiej Pragi (B. Havlik). W dyskusji podkreślano braki kadrowe i inne w polskiej arachnoentomologii. Jest ona często traktowana marginesowo. Należy też zachęcać placówki zoologiczne do podejmowania tematyki ważnej dla parazytologii.

W sekcji IV „włośnica” ogłoszono tylko 2 referaty, mimo że program przewidywał 20 komunikatów. Część problematyki omawiano bowiem na posiedzeniu plenarnym, chciano więc w sekcji pozostawić więcej czasu na dyskusję. Z. Kozar omówił w świetle ostatnich badań z ośrodka wrocławskiego ogólną sytuację epidemiologiczną i epizootologiczną włośnicy w Polsce. Natomiast P. Boroń streścił wyniki badań klinicznych przeprowadzonych w Białymstoku. Ożywiona dyskusja toczyła się wokół zagadnienia włośnicy przewlekłej, nowego pojęcia określającego chorobę alergiczną trwającą niekiedy kilka lat po przebiegu ostrej fazy.

W sekcji V „parazytologia ogólna” faunistyce poświęcony był referat S. Kazubskiego, zagadnieniom metodycznym O. Jiroveca. W. Michajłow zajął się porów-

nawczym opisem cykli rozwojowych znalezionych przez siebie gatunków *Astasia* (*Flagellata*), B. Czapliński przypadkami rozdzielnopłciowości u tasiemców. Problemy stosunków zachodzących w populacjach jednogatunkowych w biocenozach na przykładzie tasiemców przewodu pokarmowego psa referowała D. Żebrowska. Natomiast J. D. Smyth omawiając swe obserwacje nad skoleksem *Echinococcus granulosus* nawiązał do problemu stosunków wzajemnych w układzie żywiciel-pasożyt. J. C. Holmes przedstawił wyniki badań parazytofauny górskich głąszców w Albercie (Kanada). Niestety brak czasu nie pozwolił na rozwinięcie szerszej dyskusji.

W sekcji VI weterynaryjnej „choroby inwazyjne zwierząt użytkowych” uczestniczyło wielu terenowych lekarzy weterynaryjnych specjalnie przybyłych na to posiedzenie. Referowano: aktualne kierunki badań (E. Zarnowski), zwalczanie choroby motylczej (W. Chowaniec), rola *Galba occulta* jako żywiciela pośredniego *Fasciola hepatica* (Z. Czapski), profilaktykę robaczyc płuc u przeżuwaczy (M. Świeńlikowski), zwalczanie hypodermatozy (Cz. Marański), oporność strongylidów żołądkowo-jelitowych na fenotiazynę stosowaną w dawkach subterapeutycznych (D. Düwel), doświadczalne zarażanie bydła *Bunostomum phlebotomum* (J. Pacenovsky), uodpornianie kurcząt larwami *Syngamus trachea* naświetlanymi promieniami Roentgena (S. Varga). W dyskusji poruszano przede wszystkim praktyczne zagadnienia terapii.

Sekcja VII „parazytologia rybacka” miała 3 referaty: podsumowanie aktualnej sytuacji (E. Grabda), stosunki żywiciel-pasożyt w chorobach pasożytniczych ryb (Z. Jara), i parazytofauna ryb z pewnych jezior angielskich (J. C. Chubb). W dyskusji kładziono nacisk na częstsze uwzględnianie praktycznej tematyki badawczej, pogłębianie znajomości zjawisk bioekologicznych, fizjologicznych i fizjopatologicznych, poszukiwanie nowych metod terapii i profilaktyki częściej występujących i groźniejszych chorób inwazyjnych.

Ostatnie (trzecie) plenarne posiedzenie miało na celu podsumowanie Zjazdu. Najpierw przewodniczący sekcji przedstawili zebranym tok obrad i ważniejsze wnioski, następnie w imieniu komisji wniosków H. Szwejkowski przedłożył projekt uchwał ogólnych, które zostały przyjęte przez aklamację. Stwierdzają one duży postęp parazytologii polskiej w ostatnim XX-leciu, akceptują wysunięte przez Zarząd Główny 4 problemy, wokół których powinny się skupić wysiłki parazytologów polskich w następnym okresie. Są to:

1. opracowanie zebranych dotąd materiałów z zakresu wiedzy o parazytofaunie krajowej w postaci katalogu oraz uzupełnianie danych faunistycznych i fizjograficznych, szczególnie z grup słabiej dotąd uwzględnianych (pierzwotniaki, stawonogi pasożytnicze),
2. badania nad ustaleniem strat materialnych wyrządzanych gospodarce krajowej przez ważniejsze choroby inwazyjne zwierząt użytkowych,
3. kompleksowe badania nad włośnicą,
4. badania nad zwalczaniem ważniejszych inwazyjnych chorób pastwiskowych ze szczególnym uwzględnieniem choroby motylczej.

Dalsze punkty uchwały dotyczyły warunków lepszej realizacji naczelnego hasła Zjazdu, tj. badań nad układem żywiciel-pasożyt przy zastosowaniu nowoczesnej metodyki oraz praktycznych zastosowań parazytologii w medycynie i weterynarii.

Można przyjąć, że VIII Zjazd spełnił swe główne zadania, odbywał się w miłej atmosferze, choć dyskusje były niekiedy bardzo ożywione. Na zakończenie Zjazdu w niedzielę (6.IX) odbyła się wycieczka „szlakiem Piastowskim” — Wielkopolski Park Narodowy, Rogalin, Kórnik, Gieczy, Biskupin, Gniezno.

Na posiedzeniu administracyjnym Towarzystwa przyjęto sprawozdania ustę-

pujących agend i uchwalono nowy statut. Postanowiono, że Zarząd Główny pozostanie w dotychczasowym składzie z siedzibą we Wrocławiu. Następny Zjazd ma się odbyć za trzy lata w Katowicach.

Zbigniew Kozar

TRZECIE MIĘDZYNARODOWE SYMPOZJUM POŚWIĘCONE MECHANIZMOM DZIAŁALNOŚCI RUCHOWEJ ZWIERZĄT I CZŁOWIEKA [DILIŻAN (ARMENIA, ZSRR), PAŹDZIERNIK 1964]

Historia tych spotkań zaczyna się w roku 1958, kiedy to w Osiecznej koło Leszna w Wielkopolsce zebrali się pracownicy naukowcy trzech zakładów: Zakładu Fizjologii Akademii Nauk ZSRR w Moskwie, Instytutu Fizjologicznego Akademii Nauk CSR w Pradze i Zakładu Neurofizjologii Instytutu Biologii Doświadczalnej PAN w Warszawie.

Grupy badawcze pod kierownictwem profesorów: E. Asratiana, E. Gutmanna i J. Konorskiego od wielu lat zajmowały się zbliżonymi problemami, które można ująć jako problemy działalności ruchowej zwierząt. Pod określeniem tym rozumie się działania wykonywane przy pomocy mięśni szkieletowych, przy udziale centralnego i obwodowego układu nerwowego. Wyklucza się zatem takie czynności „ruchowe” jak np. bicie serca lub ruchy jelit. Mimo tego ograniczenia pojęcie działalności ruchowej jest bardzo szerokie. Wchodzą w nie według klasycznego podziału zagadnienia: a) fizjologia mięśni szkieletowych i mechanika ruchów tułowia i kończyn; b) odruchy wrodzone, takie jak lokomocyjne, obronne, pokarmowe; c) odruchy nabyte, a więc problemy uczenia się, pamięci, zmian zachowania się ruchowego pod wpływem poprzedniego doświadczenia.

W ciągu pierwszych 12 lat powojennych możliwości spotkań uczonych, dyskusji i konfrontacji metod i wyników badań różnych ośrodków naukowych były mocno ograniczone. Na naszym terenie w owym okresie okólniki Ministerstwa Szkół Wyższych i Nauki obwieszczały, że wyniki badań naukowych, nawet w dziedzinie fizjologii, są tajne. Po 1956 roku sytuacja zmieniła się zdecydowanie. I oto w 1958 roku z inicjatywy prof. Konorskiego odbyło się pierwsze spotkanie pracowników trzech zakładów w Polsce. W Osiecznej gościmy uczonych czeskich i radzieckich. Dla wielu z nich, tak młodszych jak i starszych, ten wyjazd na 8-dniową konferencję do ościennej Polski, był pierwszą w życiu podróżą zagraniczną. Po zjeździe opublikowano wtedy specjalny tom z referatami wygłoszonymi na sympozjum. Ale znaczenie tej pierwszej konferencji było nawet głębsze niż wartość prac wtedy przedstawionych, było to pierwsze osobiste zetknięcie się neurofizjologów z różnych krajów socjalistycznych. Trzy lata później odbyła się następna konferencja trzech Zakładów w Liblicach w Czechosłowacji. W październiku 1964 r. zdecydowano odbyć kolejne sympozjum w ZSRR. Jako teren spotkania profesor Asratian, patriota Ormianin, zaproponował Armenię. Wybór ten okazał się ze wszech miar szczęśliwy.

Sześćdziesięciu pracowników naukowych zjechało się tedy w dniach 10—11 października 1964 r. w Erywaniu, stolicy Armieńskiej SRR, aby następnie autokarami przejechać od odległego o 120 km na wschód Diliżanu. Tam, w górach diliżańskich, na stoku góry porośłym lasem liściastym, znajduje się ośrodek pracy twórczej kompozytorów radzieckich, złożony z oddzielnych domków — „cottageów”.

Uczestnicy zjazdu, wśród których było 35 uczonych ZSRR, 16 z Polski, 5 z Czechosłowacji, 2 z Bułgarii oraz 2 z NRD zebrani tam, zajmują się wszyszczy tzw. badaniami podstawowymi (basic research). W odróżnieniu od badań, mających na celu zastosowania praktyczne, badania podstawowe takiego bezpośrednie-

go celu sobie nie stawiają, lecz zajmują się wykrywaniem podstawowych praw i mechanizmów. Nie wyklucza to jednak możliwości zastosowań, które mogą się pojawić nawet w niedalekiej przyszłości. Tak przecież działo się i dzieje współcześnie w wielu dziedzinach wiedzy.

W dniach 12—18 października uczestnicy konferencji odbyli 12 posiedzeń, w czasie których wygłoszono 55 referatów. W czasie każdego posiedzenia po 5 referatach zbliżonych tematycznie, odbywała się łączna dyskusja, a w końcowym dniu obrad nastąpiła ogólna dyskusja nad podstawowymi problemami interesującymi wszystkich. Wygłoszone referaty zgrupowano według ich tematyki w następujących ośmiu problemach: 1) regulacja troficzna działalności mięśniowej zwierząt, 2) mechanizmy rdzeniowe działalności ruchowej i ich plastyczność, 3) wpływ układu piramidowego na działalność ruchową, 4) ogólne zagadnienia wytwarzania się połączeń warunkowych, 5) mechanizmy fizjologiczne ruchowych odruchów warunkowych, 6) znaczenie podwzgórza w działalności ruchowej zwierząt, 7) wpływ uszkodzeń korowych na ruchowe odruchy warunkowe, 8) mechanizmy działalności ruchowej człowieka.

Pod względem metodyki badań można było wyróżnić:

I. Grupę biochemiczną; II. Grupę posługującą się klasycznymi metodami odruchowo-warunkowymi z niektórymi udoskonaleniami oraz III. Grupę elektrofizjologiczną.

Przez porównanie z poprzednimi sympozjami tego typu można było zauważyć wzrost udziału metod elektrofizjologicznych.

Właśnie przed paru laty, już po pierwszej konferencji w Osiecznej, został zorganizowany w Moskwie przez profesora Asratiana Instytut Wyższych Czynności Nerwowych i Neurofizjologii, stawiający sobie za cel kompleksowe badania. W nazwie Instytutu uwidacznia się uwspółcześnienie klasycznej nauki o wyższych czynnościach nerwowych (pawłowizmu) przez zwrot ku neurofizjologii. I nie tylko w nazwie — w Instytucie tym rozwijają się różnorodne badania elektrofizjologiczne tak na zwierzętach normalnych, jak i na preparatach tzw. ostrych, pozostających w znieczuleniu ogólnym, co w klasycznych laboratoriach Pawłowowskich nie było stosowane.

Grupy uczonych radzieckich z innych instytutów, jak Instytut Biofizyki w Moskwie, Instytuty Fizjologii w Leningradzie, Tbilisi i Erywaniu i Instytut imienia Bohomolca w Kijowie, także uczestniczyły w ostatniej konferencji. Wniosły one ze sobą wysoki poziom prac z dziedziny współczesnej elektrofizjologii.

Coraz rzadziej zdarzały się na posiedzeniach roztrząsania typu: W którym roku Pawłow wypowiedział to lub tamto zdanie?

Wśród zagadnień omawianych na sympozjum, na czoło wysuwały się sprawy mechanizmów neuralnych odruchów ruchowych i sprawy wpływu nerwu na mięsień.

Jednak wyczuwało się, że zagadnienia plastyczności układu nerwowego i pamięci były dla uczestników najbardziej frapujące. Bez przesady można stwierdzić, że problem materialnego podłoża uczenia się, pamięci, i inteligencji zawsze budził i budzi największe zainteresowanie zarówno wśród laików, jak i u specjalistów.

Klasycznemu podziałowi na „wrodzone” i „nabyte” zachowanie się ruchowe zwierząt i człowieka — odpowiadał klasyczny podział na „niższe” i „wyższe” ośrodki nerwowe. Do „wyższych” ośrodków zaliczano przede wszystkim korę mózgową i przypisywano jej rolę nadrzędną, koordynującą, rolę siedziska ruchów dowolnych, pamięci i uczalności.

Pod wpływem nowszych wyników badań daje się zaobserwować jakby „detronizacja” kory mózgowej i podział powyższy zdaje się zatracać swój sens.

Z jednej strony — w korze mózgowej wykrywa się coraz więcej ośrodków za-

wiadujących odruchami wrodzonymi i wrodzonymi funkcjami zmysłowo-odbiorczymi.

Z drugiej strony — jak to wykazywało szereg przedstawionych prac, upada dotychczas obowiązująca niejako teza o ścisłym powiązaniu tzw. ruchowej części kory i biorącego z niej początek tzw. układu piramidowego — z wykonywaniem ruchów dowolnych i wyuczonych.

Fizjologia ruchów dowolnych — to specjalny rozdział konferencji, rozdział, w którym polska szkoła ma wiele do powiedzenia. Zgodnie z definicją prof. Konorskiego ruch dowolny to taki, który został wprzęgnięty do ruchowego odruchu warunkowego tzw. II typu. U zwierząt możemy obserwować więc ruchy będące niejako uproszczonym modelem ruchów dowolnych człowieka.

Badaniem rozmaitych typów tych ruchów u zwierząt zajmował się prof. Konorski i jego współpracownicy od wielu lat.

Obecnie okazuje się, że u zwierząt i u człowieka ruchy „dowolne” nie ulegają większemu zakłóceniu po uszkodzeniu operacyjnym, czy też na skutek wypadku, kory ruchowej i układu piramidowego.

Tej „detronizacji” kory mózgowej ze stanowiska nadrzędnego związanego z tym, co dowolne lub nauczone, w odróżnieniu od czynności koniecznych, wrodzonych, towarzyszy „awans” ośrodków podkorowych i rdzenia kręgowego. Na konferencji doniesiono o zjawiskach plastyczności, uczenia się, obserwowanych już nie tylko bez udziału kory mózgowej ale i całego przodomózgowia, a nawet całego mózgu. Gdy tylko rdzeń kręgowy, albo jego część, pozostawiono w związku z kończynami tylnymi, okazało się, że plastyczność zachowania ruchowego, swojego rodzaju pamięć zdarzeń przeszłych, występuje w rdzeniu kręgowym. Pod tym mianem rozumiemy długotrwałe, odwracalne zmiany odruchów rdzeniowych wywołane samym ich używaniem lub nie używaniem. Przemiany odruchów rdzeniowych dochodzą do względnie „wysokich” form, jak np. promieniowanie hamowania, opisywane dotąd u zwierząt z nienaruszoną korą mózgową i przypisywane jej funkcji.

Do problemów fizjologii czynności ruchowych wchodzi wreszcie fizjologia mięśni. W tym dziale wyspecjalizowała się grupa czeska, pod kierownictwem prof. E. Gutmanna. Od wielu lat opracowuje ona zagadnienia przemian biochemicznych w mięśniu pod wpływem pracy i bezczynności. Zwłaszcza opracowywane są zagadnienia wpływu unerwienia na mięsień w postaci zmian tzw. troficznych. Zmiany te zaobserwować można po odnerwieniu mięśnia, w procesie degeneracji i regeneracji nerwu zaopatrującego mięsień, lub przy nieczynności mięśnia wywołanej przecięciem ścięgna (tenotomią). Zmiany te w mięśniu mają charakter długotrwały, powolny, w odróżnieniu od impulsowo — skurczowej funkcji układu nerw — mięsień. Prof. Gutmann podkreśla, że takie długotrwałe metaboliczne zmiany są podstawowymi procesami pamięci. A więc znów pamięć! I to nawet na poziomie mięśnia! Widzimy tu dążność charakterystyczną dla badań „podstawowych” — dostrzegania wspólnych cech w odległych i pozornie niepowiązanych zjawiskach. Przypomnieć tu wypada jak to Isaac Newton dostrzegł wspólną cechę w tak niepodobnych zjawiskach jak spadanie jabłka i ruch księżyca, i że doprowadziło go to do sformułowania prawa ciążenia powszechnego.

Dorobek konferencji będzie opublikowany w specjalnym wydawnictwie książkowym, gdzie ciekawy czytelnik będzie mógł znaleźć teksty prac, na których omówienie zabrakło tu miejsca.

Chcemy podkreślić na tym miejscu, że Akademia Nauk ZSRR miała niezmiernie pozytywny stosunek do całego przedsięwzięcia i sfinansowała konferencję niemal całkowicie. Również Armeńska Akademia Nauk okazała ogromną gościnność udzielając locum i transportu po Armenii. Władze Armeńskiej SRR poświęcały bardzo

dużo uwagi odbywającemu się sympozjum. Zorganizowano doskonałą obsługę dziennikarską, filmową i telewizyjną Zjazdu.

W chwilach wolnych od posiedzeń i po Zjeździe zorganizowano dla uczestników sympozjum wspaniałe wycieczki autokarowe. Armenia, kraj mało znany nawet dla większości obywateli Związku Radzieckiego, a tym bardziej dla cudzoziemców, jest jakimś wspaniałym sanctuariusm odrębnej, prastarej kultury. Nic dziwnego też, że ten mały kraj, obecnie wielkości naszego województwa, wydał i wciąż wydaje tak wielu wybitnych ludzi jak w przeszłości król Artaszēs, król Tigran Wielki, król — pisarz dramatyczny I w. p.n.e. Artawaz, historyk Wschodu Mojsiej Chorienski, generał Melikow, malarz marynista Ajwazowski, nasz poeta Szymon Szymonowicz (Simonian), a współcześnie: bracia Anastas i Artemij Mikojan (prezydent ZSRR i konstruktor), bracia Alichanian — fizycy, akademik Ambarcumian — słynny astronom, bracia Orbeli — fizjolog i historyk, kompozytor Chaczaturian, malarz Sarian, marszałek Bagramian i fizjolog Asratian.

W herbie Armenii widnieje góra Ararat. I rzeczywiście, jej obecność czuje się wszędzie. Już po wylądowaniu na lotnisku w Erywaniu widać tę górę w oddali, pokrytą kołpakiem lodowca. Ormianie nazywają ją pępkiem świata. Góra ta związana jest z prastarymi legendami. Najpowszechniej znane podanie biblijne głosi, że na szczycie tej góry wylądował Noe w czasie potopu. A że współczesna archeologia wykrywa coraz częściej jakieś jądro prawdy w starych podaniach, to i tym razem okazało się, że pod lodowcem na szczycie Araratu spoczywają szczątki ogromnej łodzi!

Kraj armeński przepełniony jest zabytkami przeszłości, z których część udostępniono uczestnikom Zjazdu. Wystarczy powiedzieć, że w samym Erywaniu oglądać można szczątki twierdzy państwa Urartu z VII w. p.n.e.

Wspaniała była gościnność Ormian. Wdzięczność należy się też kolegom z Moskwy, a zwłaszcza dr Pressmanowi, za ogromny trud włożony w organizację Zjazdu.

Wszyscy uczestnicy zgodnie wyrazili życzenie kontynuowania tego rodzaju konferencji co trzy lata. Zaproponowano, aby następne, czwarte sympozjum odbyło się w 1967 roku w Polsce.

Włodzimierz Kozak

CONTENTS

I

<i>Zygmunt Grodziński</i> — The Model of Vascular System of Vertebrata Body .	123
<i>Irena Chmielewska</i> — The Biological Functions reflecting Molecular Transformations	141
<i>Bohdan Rodkiewicz</i> — The Structure, Function and Transformations of the Endoplasm Reticulum :	151
<i>Czesław Jura</i> — The Origin of Vitelline Membrane in Insect Ova in the Light of Submicroscopic and Genetic Investigations	161

II

DISCUSSION AND CRITIQUE

<i>Piotr Kowalik</i> — What is Biocybernetics	165
<i>Jadwiga Kozicka</i> — Fish Parasites as a Basis for Parasitological Characteristics of the Reservoir	175

III

SCIENTIFIC CHRONICLE

<i>Maciej Zenkteler</i> — The Ribosome — Factory of the Living Cell; <i>Konstancja Jakutowicz</i> — Induction of Immunological Tolerance with Ribosomes and Ribonucleic Acid Extracts in New-born Mice; <i>Konstancja Jakutowicz</i> — A Molecular Mechanism of Sickled Erythrocyte Formation; <i>Marek Gębczyński</i> — The Problem of System Organization in the Theoretical Biology; <i>W. N. Stoletow</i> — Life Conditions and the Development of Organisms	179
--	-----

IV

THE WORKS OF SCIENTIFIC INSTITUTES AND RESEARCH CENTRES

<i>Anna Kajak, Lech Ryszkowski</i> — Report of the Session of the Committee for International Biological Programme	197
<i>Anna Straszewicz</i> — The 10th Anniversary of the Mammals Research Institute, Polish Academy of Sciences	200

SESSIONS, MEETINGS AND SCIENTIFIC CONFERENCES

K. Św. — Plenary Session of the Department II of the Polish Academy of Sciences	203
Kazimiera Świątkowska — General Assembly of the Copernicus Society of Polish Naturalists	204
Zbigniew Kozar — The 8th Meeting of the Polish Parasitological Society .	209
Włodzimierz Kozak — The 3rd International Symposium devoted to Me- chanisms of Motor Activity in Animals and Man	214

СОДЕРЖАНИЕ

I

<i>Зыгмунт Гродзиньски</i> — Модель распределения кровеносных сосудов в теле позвоночных	123
<i>Ирена Хмелевска</i> — Биологические функции как выявление молекулярных преобразований	141
<i>Богдан Радкевич</i> — Строение, функции и видоименения эндоплазматического ретикулума	151
<i>Чеслав Юра</i> — Происхождение желточной оболочки яиц насекомых в свете субмикроскопических и генетических исследований	161

II

ДИСКУССИЯ И КРИТИКА

<i>Пiotр Ковалик</i> — Что такое биокibernетика	165
<i>Ядвига Козицка</i> — Паразиты рыб как основание паразитологической характеристики водоёма	175

III

НАУЧНАЯ ХРОНИКА

<i>Мацей Зенктелер</i> — Рибосом — лаборатория живой клетки; <i>Констанция Якутович</i> — Индукция иммунологической толеранции вытяжками рибосомов и нуклеиновых кислот у новорожденных мышей; <i>Констанция Якутович</i> — Молекулярный механизм возникновения серповидных эритроцитов; <i>Марек Гембчиньски</i> — Проблема системой организации в теоретической биологии; <i>В. Н. Столетов</i> — Условия жизни и развитие организмов	179
---	-----

IV

ТРУДЫ ИНСТИТУТОВ И НАУЧНЫХ КАБИНЕТОВ

<i>Анна Каяк, Лех Рышковски</i> — Отчёт о заседании Польского Комитета Международной биологической программы	197
<i>Анна Страшевич</i> — Десятилетие Кабинета Исследования млекопитающих ПАН	200

СОБРАНИЯ, СЪЕЗДЫ И НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ

К. Съв. — Пленарная сессия II Отделения ПАН	203
Казимера Съвионтковска — Общее собрание Польского Общества естество- испытателей им. Коперника	204
Збигнев Козар — VIII Съезд Польского паразитологического общества	209
Влодзимеж Козак — Третий Международный симпозиум, посвященный ме- ханизмам двигательной деятельности животных и человека	214

SPIS TREŚCI

I

<i>Zygmunt Grodziński</i> — Model unaczynienia ciała kręgowców	123
<i>Irena Chmielewska</i> — Funkcje biologiczne jako wyraz przemian molekularnych	141
<i>Bohdan Rodkiewicz</i> — Budowa, funkcja i przemiany retikulum endoplazmatycznego	151
<i>Czesław Jura</i> — Pochodzenie błony żółtkowej jaj owadów w świetle badań submikroskopowych i genetycznych	161

II

DYSKUSJA I KRYTYKA

<i>Piotr Kowalik</i> — Co to jest biocybernetyka	165
<i>Jadwiga Kozicka</i> — Pasożyty ryb jako podstawa charakterystyki parazytologicznej zbiornika	175

III

KRONIKA NAUKOWA

<i>Maciej Zenkteler</i> — Ribosom — pracownia żywej komórki; <i>Konstancja Jakutowicz</i> — Indukcja tolerancji immunologicznej wyciągami ribosomalnymi i kwasów nukleinowych u noworodków myszy; <i>Konstancja Jakutowicz</i> — Molekularny mechanizm powstawania sierpowatych erytrocytów; <i>Marek Gębczyński</i> — Problem organizacji systemowej w biologii teoretycznej; <i>W. N. Stoletow</i> — Warunki życia i rozwój organizmów	179
--	-----

IV

PRACE INSTYTUTÓW I ZAKŁADÓW NAUKOWYCH

<i>Anna Kajak, Lech Ryszkowski</i> — Sprawozdanie z posiedzenia Polskiego Komitetu Międzynarodowego Programu Biologicznego	197
<i>Anna Straszewicz</i> — Dziesięciolecie Zakładu Badania Ssaków PAN	200

ZEBRANIA, ZJAZDY I KONFERENCJE NAUKOWE

K. Sw. — Sesja plenarna Wydziału II PAN	203
K. Sw. — Sesja plenarna Wydziału Nauk Biologicznych PAN	203
Kazimiera Świątkowska — Walne Zgromadzenie Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika	204
Zbigniew Kozar — VIII Zjazd Polskiego Towarzystwa Parazytologicznego	209
Włodzimierz Kozak — Trzecie międzynarodowe sympozjum poświęcone me- chanizmom działalności ruchowej zwierząt i człowieka	214