

im. Kopernika
BIBLIOTEKA
Polskie Towarzystwo Przyrodników
im. KOPERNIKA

KOSMOS

Seria A
BIOLOGIA



ROK XIX

WARSZAWA 1970

ZESZYT 1(102)

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

BIBLIOTEKA
Im. Kopernika
POLSKIE TOWARZYSTWO PRZYRODNIKÓW im. KOPERNIKA

ROK XIX

Seria A BIOLOGIA

ZESZYT 1(102)

K O S M O S

DWUMIESIĘCZNIK

WARSZAWA 1970

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

KOMITET REDAKCYJNY

Tadeusz Gorczyński, Kazimierz Petrusewicz, Zdzisław Raabe

Redaktor: *Włodzimierz Michajłow*

Sekretarz: *Lucyna Kuchcińska*

Adres redakcji: Warszawa, Pałac Kultury i Nauki
(tel. 200211, wewn. 2074)



224

Państwowe Wydawnictwo Naukowe — Warszawa, Miodowa 10

Nakład 1053 + 127 egz. Ark. wyd. 9,25 ark. druk. 7,25 + 0,125 wkl.

Papier ilustr. kl. V, g. 70, 70 × 100

Oddano do składania 5.XI.69. Podpisano do druku 18.II.70.

Druk ukończono w lutym 1970

Zam. 910

K-40

Cena zł 15.—

Warszawska Drukarnia Naukowa, Warszawa, Śniadeckich 8

ZAGADNIENIA EWOLUCJI I FILOGENEZY *CESTODA* W ŚWIELE ICH ROZWOJU ONTOGENETYCZNEGO

WSTĘP

Nie ulega wątpliwości, że pasożytnictwo *Cestoda* powstało w środowisku wodnym i że wyjście na ląd tych pasożytów jest zjawiskiem ewolucyjnie późniejszym.

Powstaje jednak pytanie, czy pasożytnictwo *Cestoda* wiąże się z pojawieniem się kręgowców, w których obecnie dojrzewają one płciowo, czy też pierwotnymi żywicielami przodków współczesnych *Cestoda* były bezkręgowce, w których rozwijają się larwy współczesnych *Cestoda*.

Na ten temat istnieją dwie podstawowe hipotezy. Według jednej z nich, hipotezy Leuckarta (1886), pierwotnymi żywicielami *Cestoda* były bezkręgowce, według drugiej — kręgowce. Współczesną ocenę wartości tych hipotez przedstawił Michajłow w publikacjach 1957, 1968, opowiadając się za rozpowszechnioną dziś koncepcją o pierwotnym żywicielstwie kręgowców w pasożytnictwie *Cestoda*.

Zwolennicy tej koncepcji opierają się głównie na hipotezie, że pierwotną formą endopasożytnictwa było pasożytnictwo jelitowe oraz na znacznej prawidłowości, że żywicielami pośrednimi pasożytów są organizmy stanowiące pokarm żywicieli ostatecznych. Prawidłowość ta, chociaż występuje u *Cestoda*, nie wyjaśnia jednak kolejności zjawisk w historycznym kształtowaniu się takich układów. Argument na niej oparty można bowiem odwrócić na korzyść pierwotności bezkręgowców w kształtowaniu się pasożytnictwa współczesnych *Cestoda*. Głównym jednak niedostatkim hipotezy o pierwotności kręgowców jako pierwotnie jedynych żywicieli przodków współczesnych *Cestoda* jest to, że nie znajduje ona potwierdzenia w rozwoju ontogenetycznym i nie wyjaśnia, jak przebiegał pierwotny, monokseniczny cykl rozwojowy. Spośród zbadanych wielu cykli rozwojowych tasiemców pasożytujących w rybach nie stwierdza się bowiem śladów cyklu monoksenicznego, wprost przeciwnie, w rozwoju ich uczestniczy zawsze bezkręgowiec, przeważnie z grupy *Copepoda*, jako żywiciel pośredni.

Odrzucana obecnie hipoteza Leuckarta, według której kręgowce są późniejszą zdobyczą w pasożytnictwie *Cestoda*, tłumaczy moim zdaniem, zgodnie z zasadą prawa biogenetycznego, drogę kształtowania się zmiany żywicieli w rozwoju ontogenetycznym współczesnych *Cestoda*. Z drugiej strony, nie przeczy ona licznym danym wskazującym na to, że wyodrębnienie się typowych cech i właściwości współczesnych *Cestoda* związane jest z pojawieniem się w rozwoju świata organicznego kręgowców i że dalsza ewolucja *Cestoda* przebiegała równolegle z ewolucją tych ostatnich.

Niniejsza publikacja stanowi próbę przedstawienia zagadnień związanych z ewolucją *Cestoda* w oparciu o dane dotyczące ich rozwoju ontogenetycznego, to znaczy na podstawie morfologii ich larw i schematów cyklów rozwojowych, przy uwzględnieniu hierarchii ewolucyjnej żywicieli pośrednich i ostatecznych.

Rozpatrywanie tych zagadnień ograniczam do tasiemców pasożytniczych w kręgowcach żyjących w wodach słodkich i na lądzie, a zgrupowanych w trzech rzędach: *Proteocephala*, *Cyclophyllidea* i *Pseudophyllidea*. *Proteocephala* są pasożytami kręgowców zmiennocieplnych, *Cyclophyllidea* — stałocieplnych. *Pseudophyllidea* pasożytują w kręgowcach zimno- i stałocieplnych.

W rozwoju ontogenetycznym wymienionych *Cestoda* można wyróżnić trzy etapy: rozwoju embrionalnego, rozwoju postembrionalnego oraz kształtowania się postaci dojrzałej płciowo.

Rozwój embrionalny tasiemców zaliczanych do *Pseudophyllidea* przebiega w jaju złożonym do wody, u *Proteocephala* i *Cyclophyllidea* — w macicy tasiemca. Ten pierwszy etap rozwoju zakończony jest ukształtowaniem się postaci larwalnej, która trafia do środowiska zewnętrznego i zaraża zjadającego ją żywiciela pośredniego.

Drugi etap rozwoju, nazywany rozwojem postembrionalnym, przebiega w jamie ciała albo w tkankach jednego lub dwóch kolejnych żywicieli pośrednich. Etap ten kończy się dojrzewaniem larwy inwazyjnej dla żywiciela ostatecznego. Larwa ta nie wydostaje się do środowiska zewnętrznego, lecz zaraża żywiciela ostatecznego drogą zjadania żywicieli pośrednich.

Trzeci etap rozwoju osobniczego przebiega z reguły w świetle przewodnictwa pokarmowego kręgowca, żywiciela ostatecznego, gdzie tasiemiec dojrzewa płciowo.

Wymienione trzy etapy rozwoju zamykają cykl rozwojowy, w którym występują co najmniej dwie kolejne larwy i postać dojrzała płciowo oraz uczestniczą — żywiciel ostateczny i co najmniej jeden żywiciel pośredni. Znane są nieliczne cykle rozwojowe (na przykład *Hymenolepis nana fraterna*, Stiles, 1906), których przebieg zamyka się w tym samym organizmie żywicielskim. Jednakże i w takich przypadkach stwierdza się charakterystyczną dla rozwoju tasiemców zmianę środowiska, w jakim przebiegają poszczególne etapy rozwoju. Rozwój postembrionalny przebiega w tkankach tego organizmu, podobnie jak w przypadku występowania żywiciela pośredniego, rozwój postaci dojrzałej płciowo — w świetle przewodnictwa pokarmowego. Jest to zatem cykl rozwojowy, w którym ten sam organizm spełnia rolę żywiciela pośredniego i ostatecznego. Trzeba jednak zaznaczyć, że takie monokseniczne cykle rozwojowe ukształtowały się w wyniku wtórnej adaptacji. Mogą one przebiegać również z udziałem bezkręgowca jako żywiciela pośredniego.

Zależnie od liczby żywicieli pośrednich na etapie rozwoju postembrionalnego wyróżniane są cykle rozwojowe z udziałem jednego żywiciela pośredniego oraz cykle rozwojowe z udziałem dwóch kolejnych żywicieli pośrednich.

W związku z powyższym wylania się pytanie, który z obecnie znanych cyklów rozwojowych jest bardziej pierwotny ewolucyjnie — czy cykl rozwojowy z udziałem jednego żywiciela pośredniego, w którym w rozwoju postembrionalnym występuje jedna larwa, czy też cykl obejmujący dwu takich żywicieli i dwie postacie larwalne.

Zagadnieniem tym zajmował się Baer (1950) oraz Joyeux i Baer (1961).

Według hipotezy Baera, pierwotny typ rozwoju ontogenetycznego obejmował dwóch żywicieli pośrednich, w których rozwijały się dwie kolejne postacie larwalne procerkoid i plerocerkoid. Natomiast cykle rozwojowe z udziałem jednego żywiciela pośredniego są, w interpretacji Baera, cyklami wtórnie powstałymi w toku ewolucji drogą utraty jednego spośród żywicieli pośrednich i kondensacji rozwoju dwóch postaci larwalnych w jednym z pozostałych żywicieli.

Hipoteza o pierwotnym charakterze cyklów rozwojowych *Cestoda* z udziałem dwóch żywicieli pośrednich kształtowała się przez czas dłuższy. Pogląd taki zrodził się od czasu zbadania przez Janickiego i Rosena (1917), cyklu rozwojowego *Diphyllobothrium latum* (L.), a następnie innych pasożytujących w kręgowcach stałocieplnych gatunków *Pseudophyllidea*, w których rozwoju uczestniczyło również dwóch żywicieli pośrednich. Prekursorem tego poglądu był Janicki (1920). Trzeba jednak zaznaczyć, że ten wnikliwy badacz zagadnień związanych z rozwojem ontogenetycznym *Cestoda* wyrażał wątpliwość (1918), czy rozwój pasożyta człowieka może być rozpatrywany jako pierwotny i prymitywny w odniesieniu do całej grupy *Cestoda*. Możliwość rozstrzygnięcia tego zagadnienia Janicki widział w badaniach nad cyklami rozwojowymi tasiemców pasożytujących w kręgowcach zmiennocieplnych. Tak się złożyło, że zbadanie cyklu rozwojowego *Trienophorus nodulosus* (Pall.) — tasiemca pasożytującego w rybach drapieżnych, w którego rozwoju ryby są drugimi żywicielami pośrednimi, przyczyniło się do utwierdzenia poglądu o pierwotnym charakterze cyklów rozwojowych *Pseudophyllidea* z udziałem dwóch żywicieli pośrednich.

Pogląd ten miał ogromny wpływ na interpretację dalszych wyników badań nad cyklami rozwojowymi *Cestoda*.

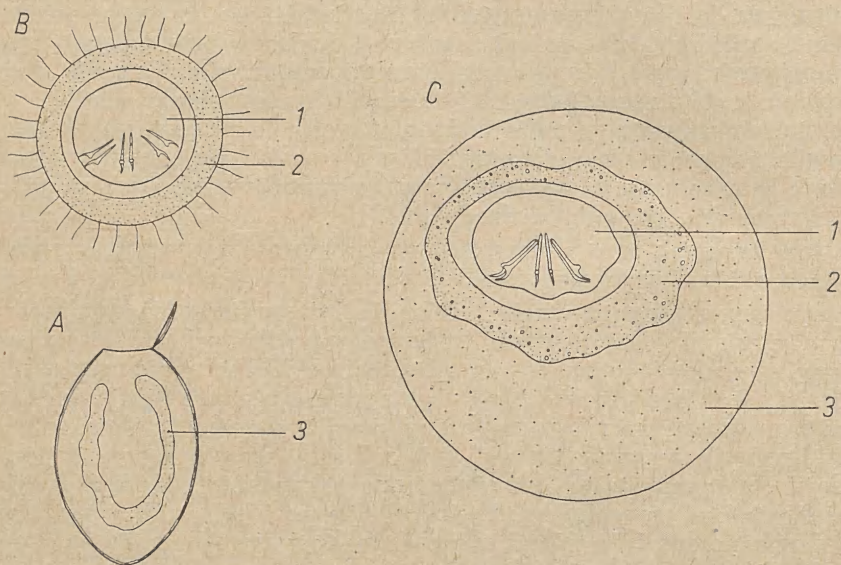
Przed wszystkim panowała tendencja interpretowania wyników badań nad cyklami rozwojowymi tasiemców należących do *Pseudophyllidea* tak, aby układały się one w schemacie cyklu rozwojowego z udziałem dwóch żywicieli pośrednich. Niejednokrotnie przypisywano żywicielowi paratenicznemu rolę drugich żywicieli pośrednich. Powyższą tendencję ilustruje historia badań nad cyklami rozwojowymi tasiemców z rodzaju *Bothriocephalus*, przedstawiona w wyniku badań nad cyklem rozwojowym *Bothriocephalus claviceps* (Goeze, 1782), u którego stwierdzono eksperymentalnie udział tylko jednego żywiciela pośredniego (Jarecka, 1964).

Drugą konsekwencją poglądu o pierwotnym charakterze cyklów rozwojowych z udziałem dwóch żywicieli pośrednich była następująca koncepcja homologii postaci larwalnych występujących u różnych grup *Cestoda*. Larwy tasiemców z rzędu *Cyclophyllidea*, a więc cysticerkoidy i larwy typu cysticerkus (schemat II, H', I' J'), uważano za odpowiedniki plerocerkoidów (schemat II, K) — larw rozwijających się zawsze w drugim żywicielu pośrednim w rozwoju *Pseudophyllidea* (Janicki, 1920; Baer, 1950; Michajłow, 1957, 1968; Joyeux i Baer, 1961). Do plerocerkoidów zaliczano również larwy *Proteocephala* (schemat II, C, D') rozwijające się w *Copepoda* (Joyeux i Baer, 1961; Freeman, 1964; Freze, 1965) a odpowiednika procerkoida poszukiwano w jednej z faz wzrostowo-rozwojowych tych larw (Joyeux i Baer, 1961). Freeman, (1957) nazywa plerocerkoidami również niektóre „acystic” larwy *Cyclophyllidea* (schemat II, F').

Przedstawiona koncepcja przyczyniła się do utraty wyraźnych kry-

teriów pozwalających określać typy larw u różnych grup *Cestoda*. Ten stan rzeczy ilustrują następujące przykłady. Larwy *Proteocephala* (schemat II, C, D') zaliczane są do procerkoidów w monografii Wardl i McLeod (1952), chociaż ze względu na obecność narządów czepnych na skoleksie nie mieszczą się one w przytoczonej tam charakterystyce larwy typu procerkoid. Te same larwy *Proteocephala* Freeman (1964) nazywa plerocerkoidami, mimo obecności u nich cerkomerów. Freze (1965) spośród larw *Proteocephala* wyróżnia procerkoidy, a nawet niektóre z nich nazywa cysticerkoidami (schemat II, D'). Jarecka (1970a) zalicza wszystkie larwy *Proteocephala* rozwijające się w *Copepoda* do typu cerkoskoleks.

Innym przykładem może być larwa *Dipylidium caninum* (L., 1758), rozpatrywana często jako typowy przykład larwy typu cysticerkoid (Wardl i McLeod, 1952; Joyeux i Baer, 1961). Freeman (1957), zwracając uwagę na brak cysty, zalicza larwę *D. caninum* do typu plerocerkoid, według zaś Jareckiej (1970a) larwa ta powinna być zaliczona do typu cerkoskoleks.



Schemat I. Larwy rozwoju embrionalnego. A — skorupka jaja u *Pseudophyllidea*, B — koracidium u *Pseudophyllidea*, C — jajo inwazyjne u *Cyclophyllidea*

1 — zarodek uzbrojony w haczyki embrionalne u onkosfery typu koracidium i typu jajo inwazyjne, 2 — embriofor lub osłonka wewnętrzna, 3 — osłonka zewnętrzna

Uporządkowania wymaga również terminologia i charakterystyka larw rozwoju embrionalnego. Joyeux i Baer (1961) używają określenia „jajo” (schemat I, A) zarówno w stosunku do *Pseudophyllidea*, które by można nazwać tasiemcami jajorodnymi, jak i w stosunku do typowo żyworodnych *Cyclophyllidea* i *Proteocephala* (schemat I, C). Michajłow (1957, 1968), Spassky (1951) pod określeniem postać larwalna u *Pseudophyllidea* rozumieją coracydium (schemat I, B) u *Cyclophyllidea* i *Proteocephala* natomiast larwę nazywają onkosferą, rozumiejąc pod tym określeniem zarodek uzbrojony w trzy pary haczyków embrionalnych (schemat I, C, 1).

Można stwierdzić ogólnie, że w dziedzinie dotyczącej larw *Cestoda* zapanował chaos, który przyczynił się do zaciemnienia obrazu ontogenezy, a tym samym uniemożliwił próbę zastosowania zasad biogenezy przy odtwarzaniu naturalnego systemu *Cestoda* oraz filogenezy i ewolucji tej grupy pasożytów.

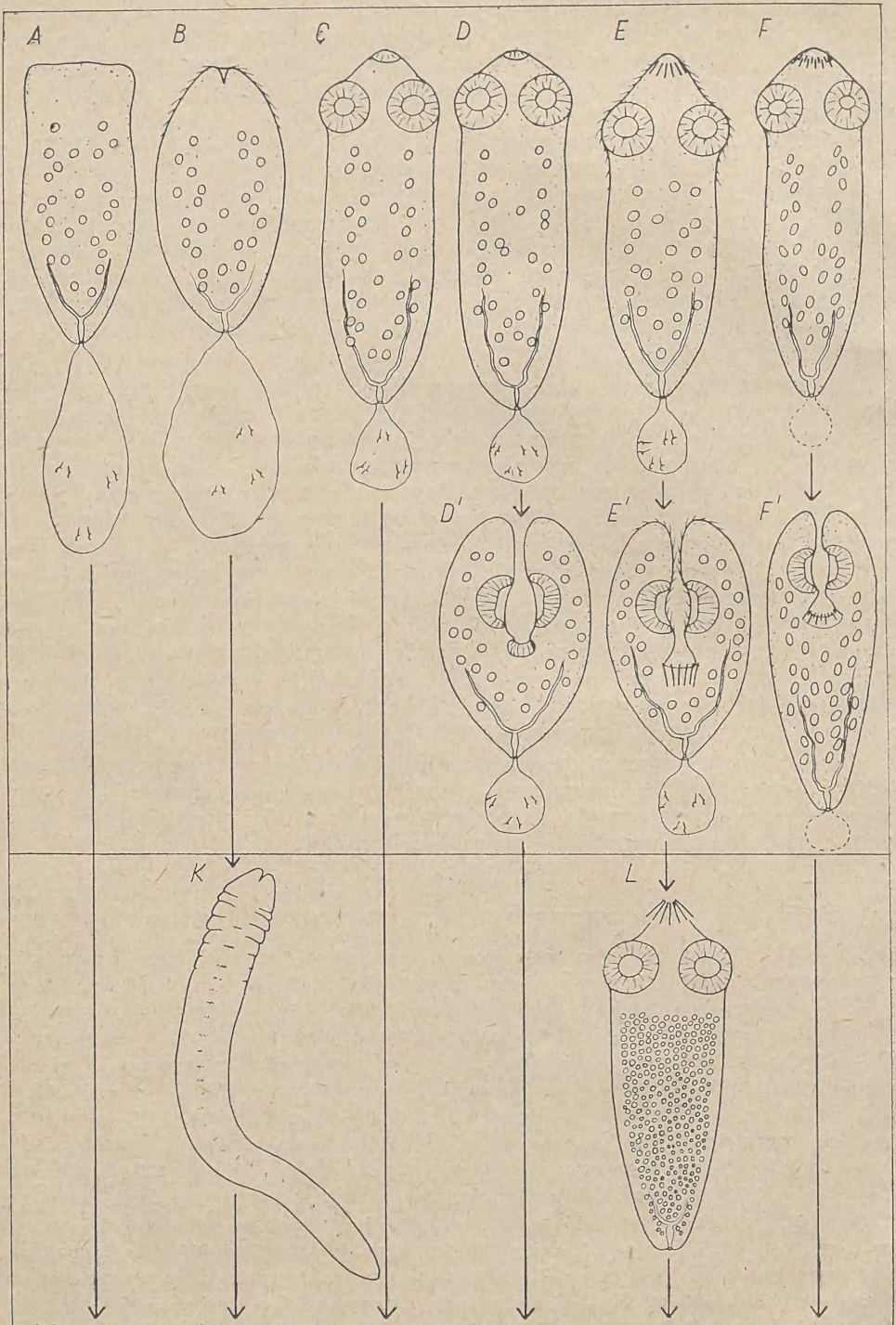
Potrzebę rewizji w dziedzinie klasyfikacji i terminologii larw *Cestoda* wysuwa Voge (1967) w swoim podsumowaniu przeglądu postępu badań nad rozwojami *Cestoda* w okresie ostatnich 10 lat.

W jednej z ostatnich publikacji (Jarecka, 1970c) przedstawiłam nową klasyfikację i charakterystykę postaci larwalnych *Cestoda*, uwzględniając najnowsze dane z dziedziny ich rozwoju embrionalnego (Rybacka, 1966) oraz dane z badań własnych nad rozwojem postembrionalnym (Jarecka, 1964; Jarecka i Doby, 1965; Doby i Jarecka, 1966; Jarecka, 1970a; Jarecka, 1970b).

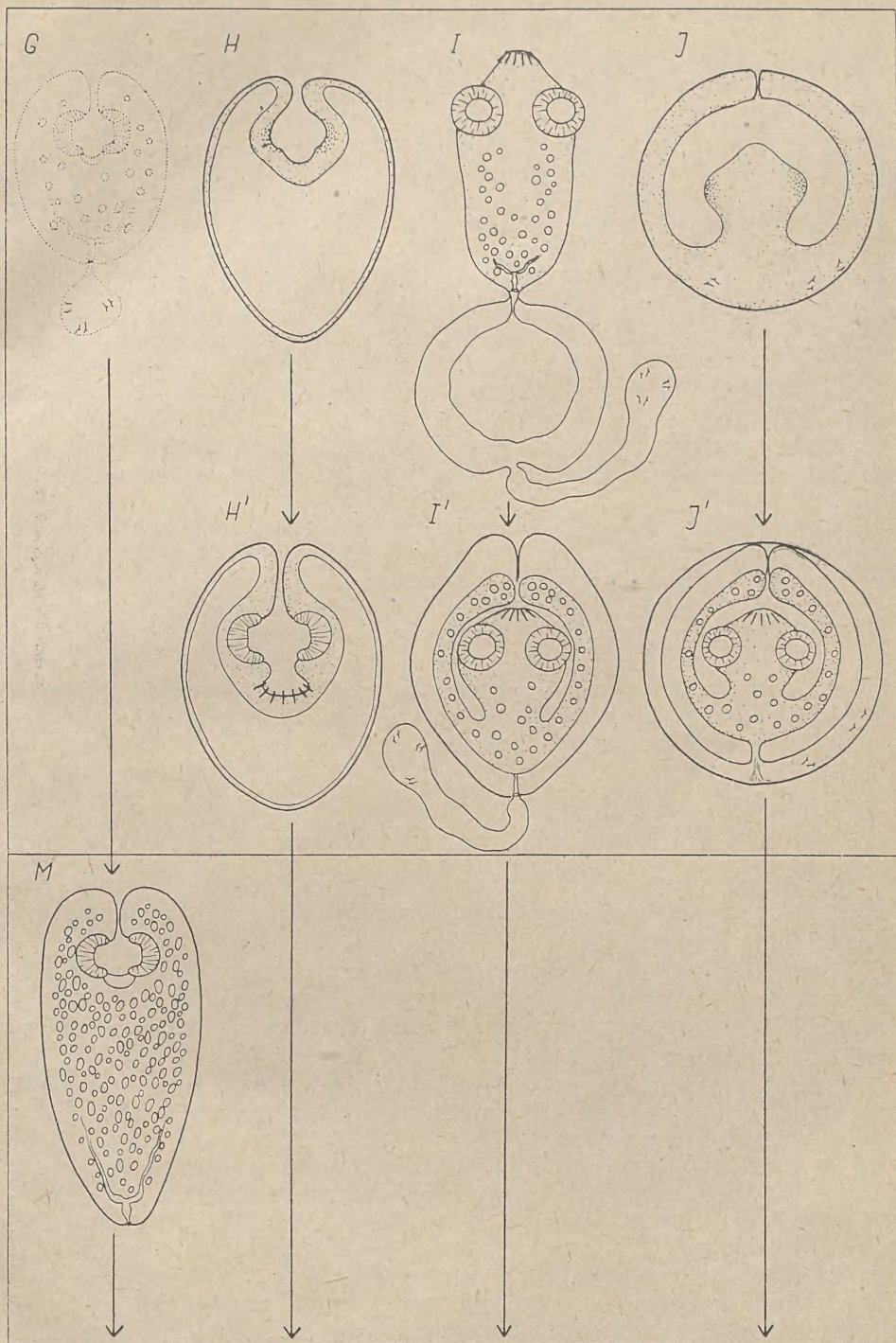
Głównym akcentem mojej koncepcji charakterystyki i klasyfikacji larw było zwrócenie uwagi na charakterystyczne zjawisko polegające na odrzucaniu części ciała u dwóch kolejnych postaci larwalnych występujących w rozwoju ontogenetycznym *Cestoda*. Zarówno u pierwszej, jak i u drugiej postaci larwalnej rozwoju *Cestoda* wyróżniłam dwie części ciała. Jedną część stanowi właściwe ciało larwy, czyli część, która rozwija się po przejściu do kolejnego żywiciela, drugą zaś — narząd larwalny, czyli część, która nie bierze udziału w dalszym rozwoju i jest odrzucana zazwyczaj w przewodzie pokarmowym żywiciela. U pierwszej postaci larwalnej ontogenezy *Cestoda* właściwym ciałem larwy jest zarodek uzbrojony w trzy pary haczyków embrionalnych, narządem larwalnym zaś — otaczające go osłonki embrionalne, nazywane u *Pseudophyllidea* urzęsionym embrioforem, u *Cyclophyllidea* i *Proteocephala* — osłonkami jajowymi. Homologię tych elementów przedstawia schemat I.

Ciałem właściwym u drugiej postaci larwalnej ontogenezy *Cestoda* jest skoleks z szyjką, narządem larwalnym zaś — cercomer lub jego homologi nazywane cystą u larw typu cysticerkoid i pęcherzem u larw typu cysticerkus. Stosunki te ilustruje schemat II.

Schemat II. Larwy rozwoju postembrionalnego. A — cercoid typu procercoid u tasiemców z rodzaju *Bothriocephalus* (*Pseudophyllidea*), B — cercoid typu procercoid u tasiemców z rodzaju *Ligula* (*Pseudophyllidea*), C — cercoid typu cercoskoleks tasiemców z rodzaju *Proteocephalus* (*Proteocephala*), D', D — cercoid typu cercoskoleks ze skoleksem wnicowanym do części szyjnej u tasiemców z rodzaju *Ophiotaenia*, *Batrachotaenia*, *Testudotaenia* (*Proteocephala*), E'E — cercoid typu cercoskoleks u tasiemców z rodziny *Dilepididae* (*Cyclophyllidea*), F'F — cercoid typu cercoskoleks u tasiemców z rodziny *Anoplocephalidae* (*Cyclophyllidea*), G — cercoid typu cercoskoleks u tasiemców z rodzaju *Mesocestoides* (*Cyclophyllidea*), H'H — cercoid typu cysticerkus u tasiemców z rodziny *Taeniidae* (*Cyclophyllidea*), I'I — cercoid typu cysticerkoid z ogonkiem o protocefalicznym typie rozwoju u tasiemców z rodziny *Hymenolepididae* (*Cyclophyllidea*), J'J — cercoid typu cysticerkoid o epicefalicznym typie rozwoju występujący u tasiemców z rzędu *Cyclophyllidea*, K — Larwa typu plerocercoid u tasiemców z rodzaju *Ligula* (*Pseudophyllidea*), L — larwa typu plerocerkus u tasiemców z rodziny *Dilepididae* (*Cyclophyllidea*), M — larwa typu plerocerkus u tasiemców z rodzaju *Mesocestoides* (*Cyclophyllidea*)



Schemat II



Schemat II (c.d.)

KLASYFIKACJA I CHARAKTERYSTYKA LARW CESTODA

ONKOSFERA — PIERWSZA POSTAĆ LARWALNA ONTOGENEZY CESTODA ORAZ JEJ ODMIANY:
KORACIDIUM I JAJO INWAZYJNE

Onkosfera jest to zarodek uzbrojony w trzy pary haczyków embrionalnych, otoczony osłonkami embrionalnymi. Zarodek stanowi ciało właściwe larwy, osłonki embrionalne — jej narząd larwalny. Można wyróżnić dwie odmiany larw typu onkosfery.

1. Koracidium — typ onkosfery, której zarodek otoczony jest urzęsionym embrioforem (schemat I, B). Onkosfera typu koracidium rozwija się w jaju złożonym do wody. Po osiągnięciu inwazyjności opuszcza ona skorupkę jaja (schemat I, A) i dzięki ruchowi rzęsek embrioforu pływa w wodzie. Z chwilą połknięcia przez żywiciela pośredniego koracidium odrzuca embriofor w jego jelicie, zarodek zaś wnika do jamy ciała, gdzie wkracza w etap rozwoju postembrionalnego.

Spośród tasiemców pasożytniczych w kręgowcach żyjących w wodach słodkich i na lądzie onkosfera typu koracidium występuje u *Pseudophyllidea*.

2. Jajo inwazyjne — typ onkosfery, której zarodek otaczają osłonki embrionalne: wewnętrzna i zewnętrzna (schemat I, C). Onkosfera typu jajo inwazyjne rozwija się w macicy tasiemca skąd trafia do środowiska zewnętrznego. Z chwilą połknięcia przez żywiciela pośredniego zarodek uwalnia się w jego przewodzie pokarmowym od osłonek i przenika do jamy ciała albo do tkanek, gdzie wkracza w etap rozwoju postembrionalnego. Spośród tasiemców pasożytniczych w kręgowcach żyjących w wodach słodkich i na lądzie onkosfera typu jajo inwazyjne występuje u *Cyclophyllidea* i *Proteocephala*.

CERKOID — DRUGA POSTAĆ LARWALNA ONTOGENEZY CESTODA ORAZ JEJ ODMIANY:
PROCERKOID, CERKOSKOLEKS, CYSTICERKOID, CYSTICERKUS

Cerkoid jest to skoleks z częścią szyjną zaopatrzoną w narząd larwalny nazywany cerkomerem. Cerkoid rozwija się w żywicielu pośrednim z zarodka onkosfery.

Wyróżnić można cerkoidy *gymnosomiczne*, czyli takie, u których cerkomer nie otacza skoleksu z szyjką, oraz cerkoidy *cystosomiczne*, u których cerkomer otacza skoleks z szyjką tworząc utwory nazywane cystą i pęcherzem.

Uwzględniając różnice w typie budowy narządów czepnych na skoleksie oraz różnice w budowie cerkomeru można wyróżnić cztery podstawowe odmiany cerkoidów.

1. Procerkoid — typ cerkoidu *gymnosomicznego*, u którego narządami czepnymi skoleksu są *bothria* i *pseudobothria* (schemat II, A, B). Procerkoid rozwija się z zarodka onkosfery typu koracidium w jamie ciała żywiciela pośredniego. Po ukształtowaniu się i osiągnięciu inwazyjności procerkoid zaraża następnego żywiciela. W jelicie tego żywiciela procerkoid traci cerkomer i u jednych tasiemców rozwija się w postać dojrzałą płciowo, u innych zaś przechodzi do jamy ciała, tkanek albo narządów, gdzie rozwija się w trzecią larwę ontogenezy, nazywaną plerocerkoidem (schemat II, K). Żywicielami procerkoidów są planktonowe *Crustacea*, wyjątkowo też *Oligochaetae*. Spośród tasiemców pasożytniczych

jących w kręgowcach żyjących w wodach słodkich i na lądzie larwa typu procerkoid występuje u *Pseudophyllidea*.

2. Cerkoskoleks — typ cercoidu gymnosomicznego, którego narządami czepnymi na skoleksie są cztery przyssawki i organ apikalny albo cztery przyssawki i ryjek uzbrojony w haki. Skoleks larwy typu cercoskoleks może być wnicowany do części szyjnej (schemat II, C, D', E', F', G). Cerkoskoleks rozwija się w jamie ciała albo w tkankach żywiciela pośredniego z zarodka onkosfery typu jajo inwazyjne. Larwa typu cercoskoleks zaraża następnego żywiciela, w jego jelicie traci cercomer i u jednych gatunków tasiemców rozwija się w postać dojrzałą płciowo, u innych zaś przechodzi do jamy ciała, tkanek albo narządów i przebywa tam jako trzecia larwa ontogenezy typu plerocercus (schemat II, L, M). Spośród tasiemców pasożytujących w kręgowcach żyjących w wodach słodkich i na lądzie larwa typu cercoskoleks występuje u *Proteocephala* (schemat II, C, D') oraz u niektórych tasiemców z rzędu *Cyclophyllidea* — u niektórych gatunków z *Dilepididae* (schemat II, E'), *Anoplocephallidae* (schemat II, F') i u *Mesocestoidea* (schemat II, G). Żywicielami cercoidów typu cercoskoleks są: *Crustacea*, *Arthropoda* i *Mammalia*.

3. Cysticerkoid — typ cercoidu cystosomicznego, którego skoleks z częścią szyjną otacza cercomer przekształcony w tak zwaną cystę. Skoleks larwy typu cysticerkoid jest wpuklony do części szyjnej. Wyróżniamy cysticerkoidy z ogonkami (schemat II, I') oraz cysticerkoidy bez ogonków (schemat II, J'). U pierwszych niecały cercomer przekształcił się w cystę i jego końcowa część, na której zachowują się zazwyczaj haczyki embrionalne, jest ogonkiem cysty.

Wyróżniamy ponadto cysticerkoidy o rozwoju protocefalicznym lub zewnętrznym oraz cysticerkoidy o rozwoju epicefalicznym lub wewnętrznym. Przy rozwoju protocefalicznym skoleks i część szyjna rozwijają się na zewnątrz jamy cysty (schemat II, I, I'), a proces wciągania tych części do jamy cysty jest końcowym etapem rozwoju larwy. Przy rozwoju epicefalicznym natomiast wzrost i morfogeneza skoleksu i części szyjnej zachodzą wewnątrz jamy cysty. (schemat II, J, J').

Cysticerkoid rozwija się w jamie ciała albo w tkankach żywiciela pośredniego z zarodka onkosfery typu jajo inwazyjne. Po osiągnięciu inwazyjności zaraża on żywiciela ostatecznego. W przewodzie pokarmowym żywiciela ostatecznego cysticerkoid pozbywa się cysty i rozwija się w tasiemca dojrzałego płciowo.

Larwa typu cysticerkoid występuje w rozwoju *Cyclophyllidea*, przede wszystkim u *Hymenolepididae*. Żywicielami cysticerkoidów są słodkowodne *Crustacea*, *Arthropoda* i *Mollusca* lądowe oraz wyjątkowo *Mammalia*. U niektórych gatunków tasiemców larwa typu cysticerkoid rozmnaża się bezpłciowo w żywicielu pośrednim, tworząc tak zwane larwy policefaliczne. Przykładami policefalicznych cysticerkoidów są: *Hymenolepis cantaniana* (Polonio); *H. piscillum* (Duj., 1845); *Pseudodiorchis prolifer* (Villot) Kisielewska, 1960.

4. Cysticercus — typ cercoida cystosomicznego, którego skoleks z częścią szyjną wnicowane są do jamy cercomeru przekształconego w pęcherz. Skoleks larwy typu cysticercus jest ponadto wnicowany do części szyjnej. Rozwój larwy typu cysticercus jest epicefaliczny, to znaczy wzrost i morfogeneza skoleksa i części szyjnej zachodzą w jamie pęcherza (schemat II, H, H'). Cysticercus rozwija się w tkankach żywiciela

pośredniego z zarodka onkosfery typu jajo inwazyjne. Po osiągnięciu inwazyjności zaraza on żywiciela ostatecznego, gdzie w przewodzie pokarmowym pozbywa się pęcherza i rozwija się w tasiemca dojrzałego płciowo.

Larwa typu *cysticerkus* występuje w rozwoju *Taeniidae*. Żywicielami jej są ssaki. U niektórych gatunków tasiemców larwa typu *cysticerkus* rozmnaża się bezpłciowo w żywicielu pośrednim, tworząc tak zwane larwy policefaliczne. Przykładami policefalicznych larw typu *cysticerkus* są larwy *Echinococcus granulosus* Batsch, 1786 oraz *Taenia serialis* Gervais, 1847.

PLEROCERKOID — TRZECIA POSTAĆ LARWALNA WYSTĘPUJĄCA W CYKLACH ROZWOJOWYCH TASIEMCÓW Z UDZIAŁEM DWÓCH ŻYWIELI POŚREDNICH

Larwa ta jest w zasadzie młodym, niedojrzałym płciowo tasiemcem. Rozwija się w jamie ciała, tkankach albo narządach drugiego żywiciela pośredniego z cercoidów gymnosomicznych. Uwzględniając różnice w typie narządów czepnych na skoleksie, możemy wyróżnić dwie odmiany: plerocerkoid właściwy i plerocerkus.

1. Plerocerkoid właściwy — larwa z drugiego żywiciela pośredniego o bothrialnym i pseudobothrialnym typie narządów czepnych na skoleksie (schemat II, K). Larwa ta może wykazywać zaawansowane procesy wzrostowo-rozwojowe w części szyjnej, z zaczątkami strobilizacji u niektórych gatunków, u innych obejmujące procesy strobilizacji, a nawet segmentacji zawiązków gruczołów rozrodczych. Larwa plerocerkoid rozwija się z cercoida typu procercoid. Po trafieniu do przewodu pokarmowego żywiciela ostatecznego plerocerkoid kontynuuje dalszy rozwój, osiągając dojrzałość płciową.

Plerocerkoid występuje w rozwoju *Pseudophyllidea*, których żywicielami ostatecznymi są kręgowce stałocieplne oraz niektóre ryby drapieżne. Żywicielami plerocerkoidów są ryby.

Plerocerkus — larwa z drugiego żywiciela pośredniego o przyssawkowym typie narządów czepnych na skoleksie (schemat II, L, M). Pod względem morfologicznym jest to w zasadzie skoleks z częścią szyjną. Skoleks może być wnicowany do części szyjnej. W części szyjnej mogą zachodzić pewne procesy wzrostowe. Plerocerkus żyje w jamie ciała, tkankach albo w narządach drugiego żywiciela pośredniego. Poprzedza go w rozwoju larwa z pierwszego żywiciela pośredniego, typu cercoskoleks. Plerocerkus po trafieniu do żywiciela ostatecznego rozwija się w jego jelicie w tasiemca dojrzałego płciowo. Larwy typu plerocerkus stwierdzane są w rozwoju niektórych *Cyclophyllidea*, na przykład u *Mescestoides* (schemat II, M) oraz u niektórych gatunków z *Dilepididae* (Jarecka, 1970a b) (schemat II, L). Larwy typu plerocerkus mogą występować również w rozwoju *Proteocephala*. Żywicielami larw typu plerocerkus są kręgowce zmienno- i stałocieplne.

TENDENCJE EWOLUCYJNE LARW CESTODA

W ontogenezie *Cestoda* występuje charakterystyczne zjawisko, polegające na odrzucaniu narządów larwalnych u dwóch kolejnych postaci larwalnych. Odrzucanym narządem larwalnym onkosfery są osłonki em-

brionalne, u cerkoida — cerkomer. Larwy te tracą wymienione narządy przy zmianie żywicieli.

Na obecnym etapie trudno jest wyjaśnić genezę narządów larwalnych oraz zjawisko ich odrzucania w przebiegu rozwoju ontogenetycznego. Fakty występowania narządów larwalnych i zjawisko ich odrzucania w ontogenezie współczesnych *Cestoda* zasługują na szczególną uwagę. Można wyrazić nadzieję, że badania histogenezy tych narządów będą się mogły przyczynić do porównania anatomii *Cestoda* z anatomią wolno żyjących i innych pasożytniczych płazińców, ustalenia stopni naturalnych pokrewieństw w obrębie tych zwierząt i poznania dróg kształtowania się ich pasożytniczego trybu życia.

Obecnie zwraca uwagę inne ciekawe zjawisko, mianowicie przejawy adaptacji morfologicznych larw *Cestoda* o tendencjach ewolucyjnych. Można zaznaczyć na wstępie, że powyższe adaptacje dotyczą przede wszystkim narządów larwalnych, odrzucanych w przebiegu ontogenezy. Zagadnienie powyższe rozpatrzmy najpierw na przykładzie pierwszej postaci larwalnej ontogenezy *Cestoda*. Porównując onkosfery tasiemców należących do rzędów *Proteocephala*, *Cyclophyllidea* i *Pseudophyllidea* stwierdzamy, że podstawowe różnice występują w budowie osłonek embrionalnych. Zarodki onkosfer odznaczają się mniejszym zróżnicowaniem, a różnice w wymiarach haczyków embrionalnych lub innych poznanych dotychczas elementów budowy wydają się mieć charakter cech gatunkowych. Różnice o znaczeniu ewolucyjnym zostaną być może ujawnione przy bardziej szczegółowym poznaniu struktury zarodków.

Jak to już zaznaczono wyżej, nie znamy genezy osłonek embrionalnych onkosfery, obserwujemy natomiast obecnie, że funkcja ich polega na tworzeniu własnego środowiska dla rozwijającego się zarodka oraz jego ochrony w czasie przebywania w środowisku zewnętrznym — ochrony przed wpływami różnicy ciśnienia osmotycznego w wodzie oraz przed wysychaniem w środowisku lądowym. Jeżeli weźmiemy pod uwagę tylko te dwa krańcowo odmienne środowiska, to stwierdzić można, że osłonki embrionalne onkosfer tasiemców, których żywicielami pośrednimi są organizmy żyjące w wodzie, są bardziej delikatne i nie tworzą struktur zgrubiałych.

Oprócz funkcji ochronnej i przejawów adaptacji morfologicznych związanych z tą funkcją, obserwujemy w osłonkach embrionalnych przejawy innych adaptacji morfologicznych — adaptacji, które ułatwiają larwom kontakt z żywicielami pośrednimi. Dla przykładu można przytoczyć onkosferę typu koracidium, która pływa w wodzie dzięki ruchowi rzęsek embrioforu. Pływanie w wodzie ułatwia tym larwom kontakt z pływającymi i żerującymi w wodzie żywicielami pośrednimi. Osłonki embrionalne u onkosfer typu jajo inwazyjne są wprawdzie bierne w środowisku zewnętrznym, nadają jednak larwom takie właściwości, które sprzyjają ich przebywaniu w środowisku żywicieli pośrednich, a nawet upodabniają kształty larw do naturalnego pokarmu żywicieli pośrednich (Jarecka, 1961).

Analogiczną tendencję do tworzenia własnego środowiska i osłony ciała larwy podczas rozwoju w żywicielu pośrednim przejawia cerkomer — narząd larwalny drugiej postaci larwalnej ontogenezy *Cestoda*. U cerkoidów cystosomicznych (cysticerkoid, cysticerkus) cerkomer przekształca się w utwory nazywane cystą i pęcherzem, które otaczają ciało larwy. Nie wiemy, jaka jest geneza cerkomeru *Cestoda*. Możemy nato-

miast stwierdzić, że adaptacja cerkomeru w kierunku otaczania ciała larwy jest przejawem jego nowej, cenogenetycznej funkcji. Można tak sądzić chociażby na tej podstawie, że wśród obecnie znanych larw mamy cercoidy gymnosomiczne, jak procercoid i cercoskoleks, u których cerkomer nie otacza ciała larwy i ma postać przydatka utworzonego z luźnej tkanki, na którym utrzymują się zazwyczaj haczyki embrionalne onkosfery.

Jeżeli przeanalizujemy zależność budowy cerkomeru od stopnia ewolucyjnej hierarchii żywicieli *Cestoda*, w szczególności żywicieli pośrednich, dojdziemy do wniosku, że cercoidy gymnosomiczne, takie jak procercoid i cercoskoleks, powinny być rozpatrywane jako cercoidy bardziej ewolucyjnie pierwotne niż cercoidy cystosomiczne. Cercoidy gymnosomiczne występują przede wszystkim w rozwoju tasiemców pasożytujących u kręgowców zmiennocieplnych, szczególnie u ryb, na przykład u przedstawicieli *Proteocephala* i *Pseudophyllidea*. Z drugiej strony, żywicielami gymnosomicznych cercoidów są przede wszystkim planktonowe gatunki *Crustacea*, zwłaszcza *Copepoda*. Jeżeli pominiemy przypadki udziału pierścienic w cyklach rozwojowych tasiemców pasożytujących w rybach, to widłonogi planktonowe będą reprezentować grupę najniższej stojącą w hierarchii ewolucyjnej znanych obecnie żywicieli pośrednich *Cestoda*.

Rozpatrując następnie z tego punktu widzenia cercoidy cystosomiczne, możemy dojść do wniosku, że spośród nich bardziej pierwotne ewolucyjnie są cysticercoidy z ogonkami o protocefalicznym typie rozwoju (schemat II, I'). Przede wszystkim niecały cerkomer tworzy u nich cystę; jego część końcowa pozostaje w postaci mniej lub bardziej długiego ogonka. Poza tym wzrost i morfogeneza ciała larwy przebiegają na zewnątrz jamy cysty (rozwój protocefaliczny). Te najbardziej pierwotne larwy spośród cystosomicznych cercoidów występują w rozwoju *Hymenolepididae* pasożytujących w ptakach blaskodziobych, żerujących w strefie przybrzeżnej dużych zbiorników wodnych oraz w drobnych zbiornikach wodnych. Żywicielami cercoidów cystosomicznych o protocefalicznym typie rozwoju są litoralne i drobnozbiornikowe gatunki *Copepoda* oraz *Ostracoda*.

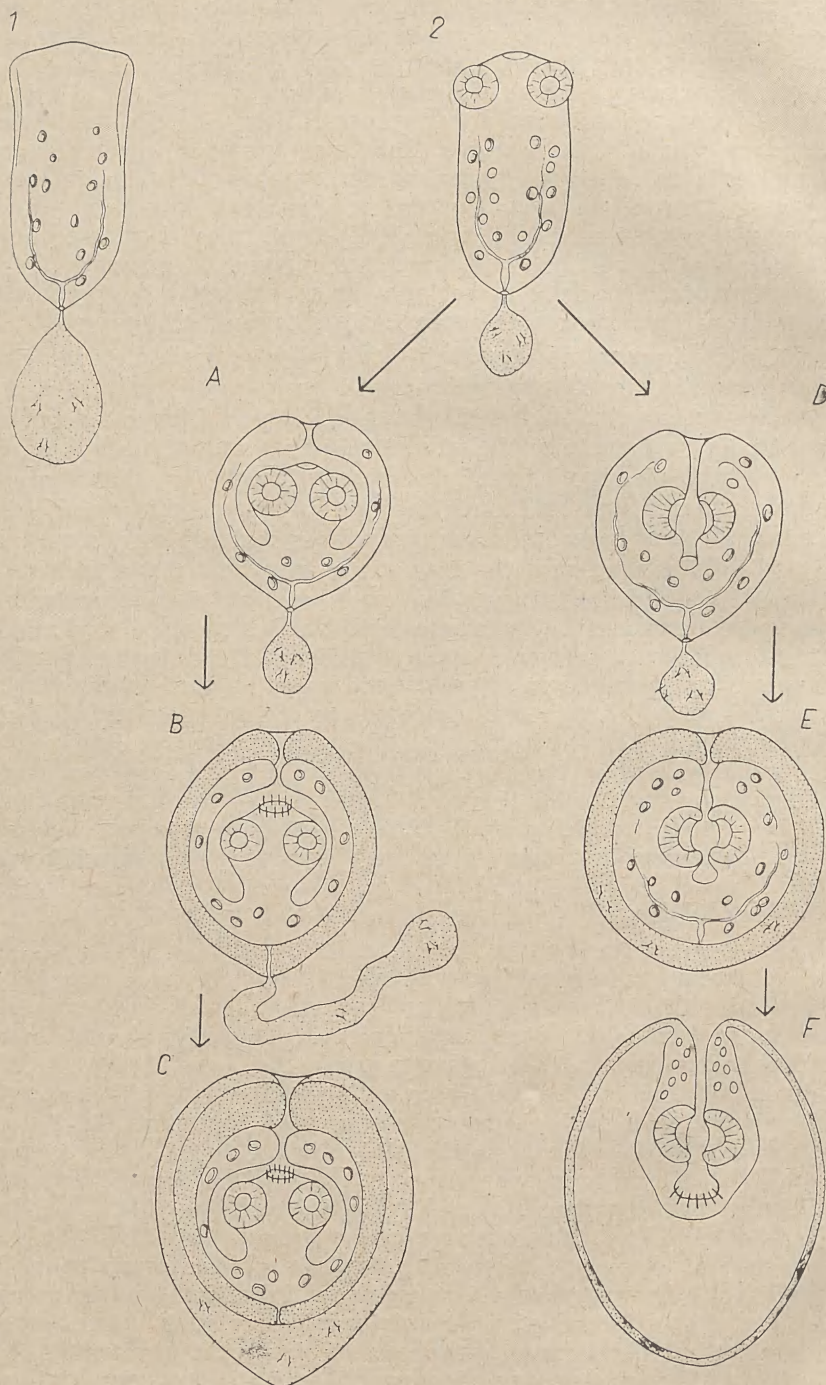
Cercoidy cystosomiczne o epicefalicznym typie rozwoju, czyli cercoidy, u których występuje zjawisko heterochronii rozwoju, polegające na wcześniejszym rozwoju cysty lub pęcherza w stosunku do ciała larwy, można rozpatrywać jako cercoidy najwyższej ewolucyjnie stojące spośród znanych obecnie larw *Cestoda*. Żywicielami ostatecznymi tasiemców, u których stwierdzono takie cercoidy, są kręgowce stałocieplne, żyjące na lądzie i nie utrzymujące kontaktów pokarmowych ze środowiskiem wodnym. Z drugiej strony, żywicielami pośrednimi tych tasiemców są również organizmy lądowe — u jednych stawonogi, u innych mięczaki lądowe, a nawet ssaki. Najbardziej skomplikowany cercoid typu cysticercus rozwija się w tkankach ssaków, a tych w żadnym przypadku nie możemy uważać za pierwotnych pośrednich żywicieli tasiemców.

Podsumowując przedstawioną w sposób ogólny tendencję ewolucyjną drugiej postaci larwalnej ontogenezy *Cestoda* można stwierdzić, że kierunek zmian ewolucyjnych był dyktowany przystosowaniami larw tasiemców do rozwoju w organizmach coraz to wyższych ewolucyjnie, zaczynając od *Crustacea*, a być może nawet od *Annelida*, a kończąc na sta-

wonogach lądowych, mięczakach lądowych i ssakach. Procesom tym towarzyszyły przede wszystkim zmiany dotyczące narządu larwalnego — cerkomeru. Jeśli chodzi o budowę właściwego ciała larw, a więc skoleksa z szyjką, to zachowują one w toku ewolucji względną stałość. Niewątpliwie narządy czepne skoleksów odbywały również swoją ewolucję, jako cecha adaptacyjna do utrzymania się w świetle przewodu pokarmowego żywicieli ostatecznych. Fakt, że cercoid z żywiciela pośredniego ma cechy młodego tasiemca i w porównaniu z tasiemcem rozwijającym się w przewodzie pokarmowym kręgowców ma zahamowane procesy rozwojowe polegające na wzroście, strobilizacji i segmentacji narządów płciowych, powinno się brać pod uwagę w rozważaniach nad ewolucją *Cestoda*. Oczywiście występowanie cech adaptacyjnych postaci dojrzałej już u larw można tłumaczyć zjawiskiem tachygenezy.

Powracając jeszcze do ewolucji cerkomeru cercoidów, można wyrazić przekonanie, że dalsze badania nad cercoidami różnych grup tasiemców dostarczą nowych, bardziej szczegółowych danych i z pewnością doprowadzą do wykrycia wielu odmian cysticercoidów, układających się w myśl przedstawionego kierunku ewolucji. Chociaż dysponujemy obecnie bogatym materiałem różnorodnych odmian cysticercoidów, to ich klasyfikacja wydaje się przedwczesną, ponieważ wiele opisów, a szczególnie obserwacji dotyczących sposobu rozwoju w żywicielu pośrednim ma charakter niepełny bądź nie uwzględnia podstawowej cechy cercoidu, jaką jest obecność cerkomeru. Wykazane było we wstępie, że mylono larwy typu cercoskoleks z larwami typu cysticercoid ponieważ traktowano omyłkowo szyjkę larw gymnosomicznych jako „cystę” w znaczeniu cysty cysticercoida. Dlatego też uważam, że klasyfikacja cysticercoidów według Skrjabina i Mathevossjan (1945) wymaga rewizji. Również w zakresie larw typu cysticercus dadzą się wyróżnić z pewnością odmiany nie tylko larw policefalicznych (Joyeux i Baer 1961), jak *cenurus* i *echinococcus*, ale również odmiany wyróżniane na podstawie różnic w budowie pęcherzy i sposobu rozwoju larw, tych najbardziej skomplikowanych cercoidów cystosomicznych. W tym zakresie istotnych danych dostarczają badania Slaisa (1966 a, b, c).

Uważam, że cystosomiczne larwy typu cysticercus nie wywodzą się od mniej skomplikowanych larw cystosomicznych typu cysticercoid, ponieważ charakter położenia skoleksu w stosunku do szyjki — wniciowany u larw typu cysticercus, a wpuklony u larw typu cysticercoid — wydaje się być cechą stałą. Znalezienie przykładu larwy typu „amficysta” (Spassky 1951), będącej według przytoczonej tam definicji larwą, której wniciowany do części szyjnej skoleks otacza cysta (schemat III, E), mogłoby stanowić przykład formy pośredniej między larwą typu cysticercus (schemat III, F) a gymnosomicznym cercoidem, typu cercoskoleks ze skoleksem wniciowanym do części szyjnej (schemat III, D). Niestety, przykłady takich larw, przytoczone przez Spasskiego (1951), nie odpowiadają, moim zdaniem, określeniu „amficysty” ponieważ są to larwy gymnosomiczne typu cercoskoleks (schemat III, D). Przypuszczam jednak, że występowanie takiej pośredniej postaci między wysoce skomplikowaną larwą cystosomiczną typu cysticercus a gymnosomicznym cercoidem o skoleksie wniciowanym do części szyjnej zostanie stwierdzone w rozwoju *Dilepididae* i *Anoplocephalidae*. Przypuszczam również, że wśród gymnosomicznych cercoidów typu cercoskoleks zostanie stwierdzona forma, której skoleks byłby wpuklony do części szyjnej tak jak u cy-



Schemat III

stickerkoidów (schemat III, A). Uwzględniając hipotetyczne cercoidy typu „amficysta”, jak i cercoskoleksy ze skoleksem wpuklonym do części szyjnej, ewolucję cercoidów można by przedstawić następująco (schemat III). Cercoidem wyjściowym jest cercoskoleks, który nie zdradza jeszcze tendencji chowania skoleksu do części szyjnej (schemat III, 2). Takie cercoskoleksy stwierdzane są u *Proteocephala* pasożytujących w rybach. Cercoid ten daje początek dwu równoległym liniom rozwoju. Jedna linia prowadzi do cystosomicznej larwy typu cysticerkus (schemat III, F) poprzez gymnosomiczny cercoskoleks o wnicowanym skoleksie (schemat III, D) i hipotetyczną „amficystę” (schemat III, E), druga — do cystosomicznej larwy typu cysticerkoid o epicefalicznym typie rozwoju (schemat III, C) przez cercoskoleks o skoleksie wpuklonym (schemat III, A) i cysticerkoid z ogonkiem o rozwoju protocefalicznym (schemat III, B).

Cercoidy o bothrialnym i pseudobothrialnym typie narządów czepnych na skoleksie (procerkoid) są wyłącznie gymnosomiczne (schemat III, 1), niewątpliwie prymitywne. W stosunku do innych cercoidów są one aberantne, odpowiednio jak aberantną grupę w stosunku do innych tasiemców stanowią *Pseudophyllidea*.

Larwy *Cestoda* z drugich żywicieli pośrednich (plerocerkoid i plerocerkus) nie reprezentują, moim zdaniem, odrębnego stadium ontogenezy *Cestoda*. Są one fazą larwalną trzeciego stadium ontogenezy. Jeśli w drugim żywicielu pośrednim stwierdzane są procesy rozwojowe, jak na przykład u plerocerkoidów *Pseudophyllidea*, to dotyczą one rozwoju części szyjnej i odpowiadają procesom rozwojowym trzeciego etapu rozwoju, które w cyklach rozwojowych z udziałem jednego żywiciela pośredniego przebiegają w żywicielu ostatecznym.

Wyróżniając trzy stadia rozwojowe ontogenezy *Cestoda* (stadium onkosfery, cercoida oraz stadium strobilarnej postaci dojrzałej płciowo), trzeba uznać, że w cyklach rozwojowych z udziałem jednego żywiciela pośredniego procesy rozwojowe trzeciego stadium (wzrost części szyjnej, strobilacja i segmentacja gruczołów rozrodczych), przebiegają w żywicielu ostatecznym. Natomiast w cyklach rozwojowych z udziałem dwóch żywicieli pośrednich procesy rozwojowe stadium trzeciego przebiegają w dwóch żywicielach, w drugim pośrednim oraz w ostatecznym.

Schemat III. Ewolucja cercoidów. 1 — procerkoid *Pseudophyllidea*. 2 — cercoskoleks *Proteocephala*. A — cercoskoleks ze skoleksem wpuklonym do części szyjnej (larwa hipotetyczna). B — cysticerkoid z ogonkiem o protocefalicznym typie rozwoju występujący u *Hymenolepididae*, których żywicielami pośrednimi są słodkowodne *Crustacea*. C — cysticerkoid o epicefalicznym typie rozwoju występujący u tasiemców z rzędu *Cyclophyllidea*, których żywicielami pośrednimi są bezkręgowce lądowe. D — cercoskoleks ze skoleksem wnicowanym do części szyjnej. Występuje u *Proteocephala* pasożytujących u płazów i gadów oraz u niektórych tasiemców z rzędu *Cyclophyllidea* (u niektórych *Dilepididae*, *Anoplocephalidea* i *Mesocastoides*). E — „amficysta” (larwa hipotetyczna). F — cysticerkus. Występuje u *Taeniidae*.

EWOLUCJA CYKLÓW ROZWOJOWYCH *CESTODA* PASOŻYTUJĄCYCH
W KRĘGOWCACH ŻYJĄCYCH W WODACH SŁODKICH I NA LĄDZIE

Przyjmując, że pasożytnictwo *Cestoda* powstało w środowisku wodnym, na co wskazuje również wyżej przedstawiony pogląd na ewolucję ich larw, trzeba uznać, że pierwotnymi żywicielami ostatecznymi musiały być kręgowce zmiennocieplne. Proces wychodzenia *Cestoda* na ląd był zjawiskiem wtórnym w ich ewolucji i przebiegał równolegle z ewolucją kręgowców (Wardl i McLeod, 1952). Procesowi temu musiały towarzyszyć zmiany w rozwoju ontogenetycznym *Cestoda*.

Można wykazać dwa zasadnicze kierunki zmian w ontogenezie. Jeden kierunek polegał na przystosowaniu się do rozwoju w nowych, lądowych żywicielach pośrednich, drugi — na nabywaniu drugich żywicieli pośrednich.

Uwzględniając wymienione kierunki zmian, ewolucję cyklów rozwojowych można przedstawić następująco (schemat IV).

Spośród obecnie znanych cyklów rozwojowych najbardziej pierwotny ewolucyjnie jest cykl rozwojowy przebiegający w środowisku wodnym z udziałem dwóch żywicieli: kręgowca zmiennocieplnego, jako żywiciela ostatecznego i bezkręgowca słodkowodnego, w którym rozwija się gymnosomiczny cercoid. Takie cykle rozwojowe mają tasiemce pasożytujące w rybach, przede wszystkim *Proteocephala* (schemat IV, 2a). Cykle rozwojowe z udziałem jednego żywiciela pośredniego stwierdzone są również u *Pseudophyllidea*, na przykład u tasiemców z rodzaju *Caryophyllaeus*, *Cyatocephalus* oraz w rozwoju *Bothriocephalidae* — typowych przedstawicieli *Pseudophyllidea* (Jarecka, 1964).

Tasiemce o bothrialnym i pseudobothrialnym typie narządów czepnych na skoleksie (*Pseudophyllidea*) wykazały tylko jeden kierunek zmian w ontogenezie, polegający na dokooptowaniu drugich żywicieli pośrednich. Żywiciele ci stawali się ogniwem łączącym przy zapewnieniu kontaktu pomiędzy lądowym żywicielem ostatecznym a bezkręgowcem słodkowodnym, w którym rozwijał się cercoid. Drugimi żywicielami pośrednimi stawały się kręgowce zmiennocieplne, głównie ryby (schemat IV, 1b). Przykładami są cykle rozwojowe *Pseudophyllidea* pasożytujących w kręgowcach stałocieplnych (*Ligula*, *Schistocephalus*, *Diphyllobothrium*). Cykl rozwojowy z udziałem dwóch żywicieli pośrednich występujący u gatunków z rodzaju *Triaenophorus* mógł się kształtować na podobnej zasadzie jak cykle rozwojowe *Pseudophyllidea* pasożytujących w kręgowcach stałocieplnych ze względu na to, że są to pasożyty ryb wybitnie drapieżnych.

Tasiemce o przysawkowym typie narządów czepnych na skoleksie (*Proteocephala* i *Cyclophyllidea*) ewoluowały dwójako: u jednych następowało dokooptowanie drugiego żywiciela pośredniego, u drugich — zamiana żywicieli cercoidów (schemat IV, 2) Przykładami cyklów rozwojowych z udziałem dwóch żywicieli pośrednich będą tu cykle rozwojowe *Dilepididae* pasożytujących w ptakach rybożernych, takich jak czaple i kormorany (Jarecka, 1970 a, b). Gymnosomiczne cercoidy tych tasiemców typu cercoskoleks rozwijają się w planktonowych *Crustacea*, w rybach zaś występują larwy typu plerocerkus (schemat IV, 2b).

Przykładów cyklów rozwojowych, w których nastąpiła zmiana żywicieli cercoidów, dostarcza ogromna większość *Cyclophyllidea* pasożytu-

jących w kręgowcach lądowych. Stosunkowo najmniejsze zmiany wystąpiły u *Hymenolepididae* pasożytujących w ptakach blaszkodziobych (schemat IV, 2c). Cerkoidy tych tasiemców przystosowały się do rozwoju w gatunkach *Copepoda* i *Ostracoda* żyjących w strefie przybrzeżnej dużych zbiorników wodnych oraz w płytkich wodach drobnych zbiorników. Ponieważ zamiana żywicieli pośrednich nastąpiła w obrębie grup blisko spokrewnionych i żyjących w wodzie, cystosomiczne cercoidy tych tasiemców są najbardziej pierwotne spośród znanych cercoidów cystosomicznych. Są to cysticercoidy z ogonkami o protocefalicznym typie rozwoju.

Większość *Cyclophyllidea* pasożytujących w kręgowcach nie związanych pokarmowo ze środowiskiem wodnym ma żywicieli pośrednich lądowych. Żywicielami tymi są głównie stawonogi, mięczaki i ssaki. W tych lądowych żywicielach pośrednich rozwijają się cystosomiczne cercoidy o epicefalicznym typie rozwoju.

Wśród tasiemców pasożytujących w kręgowcach żyjących na lądzie występują nieliczni przedstawiciele, i to raczej grup bardziej prymitywnych, w których rozwoju zachował się prymitywny gymnosomiczny cercoid typu cercoskoleks. Do takich można zaliczyć tasiemce z rodzaju *Mesocetoides*. U tasiemców z rodzaju *Mesocetoides* ukształtował się wtórnie cykl rozwojowy z udziałem dwóch żywicieli pośrednich (schemat IV, 2d).

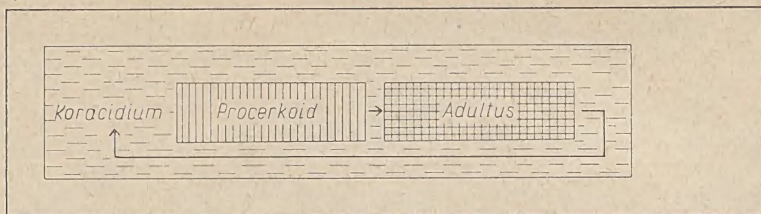
PRÓBA USTALENIA POKREWIEŃSTW I HIERARCHII EWOLUCYJNEJ POMIĘDZY GRUPAMI CESTODA PASOŻYTUJĄCYCH W KRĘGOWCACH SŁODKOWODNYCH I LĄDOWYCH

Istnieją dwie koncepcje dotyczące naturalnego systemu *Cestoda*. Pierwszą z nich jest koncepcja Wardl i McLeod (1952), drugą — koncepcja Joyeux i Baera (1961).

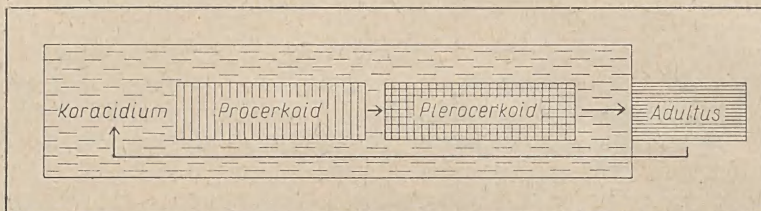
Według koncepcji pierwszej *Proteocephala*, jako pasożyty kręgowców zmiennocieplnych (ryb, płazów, gadów) są najstarszą grupą spośród tasiemców o przyssawkowym typie narządów czepnych na skoleksie (tetrafossate forms), wyjściową dla *Cyclophyllidea*, które pasożytują w kręgowcach stałocieplnych. Tasiemce o bothrialnym i pseudobothrialnym typie narządów czepnych skoleksu (difossate forms) stanowią grupę prymitywną lecz aberantną w stosunku do *Proteocephala* i *Cyclophyllidea*.

Według drugiej koncepcji *Cestoda* pasożytujące w kręgowcach słodkowodnych i lądowych wywodzą się od hipotetycznej grupy wymarłych, prymitywnych *Pseudophyllidea*, w których rozwoju uczestniczyło dwóch żywicieli pośrednich. Grupa ta dała z jednej strony współczesne *Pseudophyllidea*, które według interpretacji Joyeux i Baera zachowały do czasów obecnych pierwotny cykl rozwojowy z udziałem dwóch żywicieli pośrednich. *Proteocephala* i *Cyclophyllidea* wyprowadzone są w tym przypadku również od tych hipotetycznych *Pseudophyllidea*, lecz jako osobny kierunek prowadzący poprzez *Haplobothrioidea*, z których do czasów obecnych przetrwał gatunek *Haplobothrium globuliphorum* Cooper pasożytujący w rybie *Amia calva*.

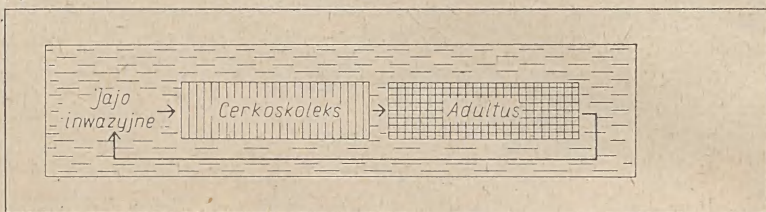
1a



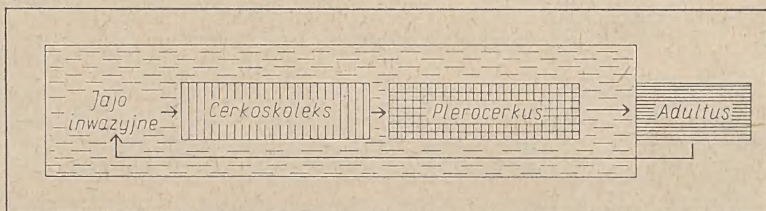
b



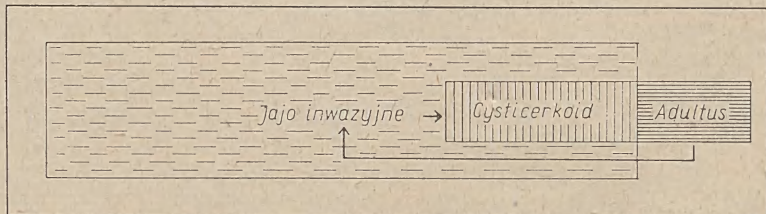
2a



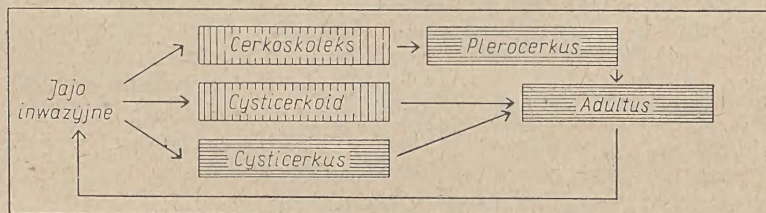
b



c



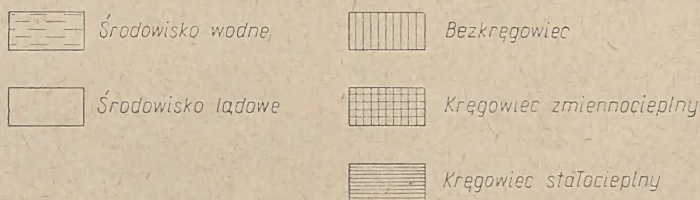
d



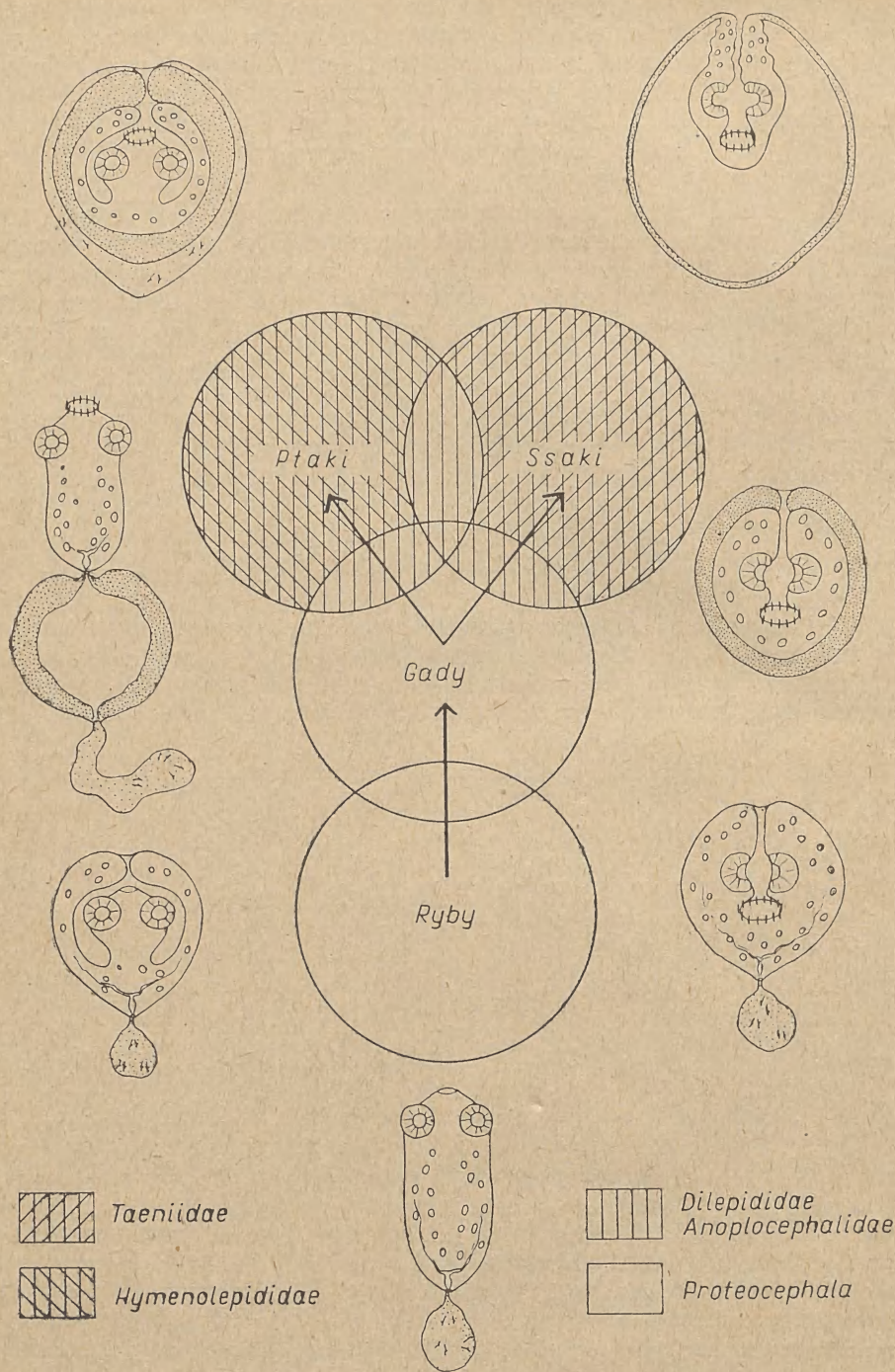
Przedstawione w niniejszej publikacji zagadnienia ewolucji larw i cyklów rozwojowych popierają koncepcję pierwszą. Obie tendencje ewolucyjne w ontogenezie *Cestoda*, jak tendencja do nabywania drugiego żywiciela pośredniego i tendencja do wtórnej adaptacji rozwoju cercoidu w nowych żywicielach, mają związek z procesem wychodzenia tasiemców ze środowiska wodnego na ląd, przebiegającym równolegle z procesem wychodzenia na ląd kręgowców.

Równoległość ewolucji *Cestoda* oraz ewolucji kręgowców można zilustrować schematem (schemat V). Koła przedstawiają w nim uproszczony schemat ewolucji tasiemców. W miejscach zachodzących na siebie kół znajdują się grupy tasiemców wspólne dla spokrewnionych grup kręgowców. Wspólną grupą tasiemców ryb, płazów i gadów są *Proteocephala*. W miejscach zachodzących na siebie kół — gady, ptaki i ssaki — znajdują się przedstawiciele dwóch rodzin *Cyclophyllidae*, mianowicie tasiemce z rodziny *Dilepididae* i *Anoplocephalidae*. W ontogenetycznym rozwoju przedstawicieli obu rodzin występują gymnosomiczne cercoidy typu cercoskoleks. Cercoidy typu cercoskoleks występują również w rozwoju *Proteocephala* pasożytujących w gadach. Fakty te przemawiają za uznaniem *Anoplocephalidae* i *Dilepididae* za rodziny niższego szczebla ewolucji wśród *Cyclophyllidae*, nawiązujące do *Proteocephala*, a być może od nich pochodzą.

Jeżeli zestawimy schemat sprzężonej ewolucji tasiemców i kręgowców (schemat V) ze schematem przedstawiającym ewolucję cystosomicznych cercoidów typu cysticercus i cysticercoid (schemat IV), to można wykazać dwa kierunki ewolucji *Cyclophyllidae* od *Proteocephala*. Kie-



Schemat IV. Ewolucja cyklów rozwojowych *Cestoda*. 1 — Cykle rozwojowe tasiemców z rzędu *Pseudophyllidae*, a — cykl rozwojowy występujący typowo u *Pseudophyllidae*, których żywicielami ostatecznymi są ryby, b — cykl rozwojowy *Pseudophyllidae* pasożytujących u kręgowców stałocieplnych. 2 — Cykle rozwojowe tasiemców z rzędu *Proteocephala* i *Cyclophyllidae*, a — cykl rozwojowy występujący typowo u *Proteocephala* pasożytujących u ryb, b — cykl rozwojowy występujący u niektórych tasiemców z rodziny *Dilepididae* (*Cyclophyllidae*) oraz u niektórych *Proteocephala*, których żywicielami ostatecznymi są kręgowce żyjące na lądzie, c — cykl rozwojowy *Hymenolepididae* pasożytujących u *Anseriformes*, d — cykle rozwojowe *Cyclophyllidae* pasożytujących u kręgowców stałocieplnych nie związanych pokarmowo ze środowiskiem wodnym



Schemat V. Sprzężona ewolucja kregowców tasiemców o przyssawkowym typie narządów czepnych na skoleksie (*Proteocephala*, *Cyclophyllidae*)

runek jeden prowadzi do rozwoju *Taeniidae* pasożytniczych w ssakach, drugi — do rozwoju *Hymenolepididae* pasożytniczych w ptakach.

Kierunek gady — ptaki był kierunkiem bardziej dogodnym w ewolucji tasiemców aniżeli kierunek gady-ssaki. Tłumaczyć to można tym, że wiele spośród ptaków zachowało kontakt pokarmowy ze środowiskiem wodnym, w którym występowały pierwotni żywicieli pośredni *Cestoda*. Te szczególnie dobre warunki przyczyniły się prawdopodobnie do dużego rozkwitu *Hymenolepididae* u ptaków blaszkodziobych (*Anseriformes*), powodując ich specjację i specjalizację. Również te *Hymenolepididae* wykazują najwyższy stopień procesów oligomeryzacji gruczołów rozrodczych, a nawet u niektórych pojawia się tendencja do rozdzielności płciowości, jak na przykład u gatunków z rodzaju *Diploposthe* (Jarecka, 1960).

Droga ewolucji tasiemców od gadów do ssaków była trudniejsza i odbywała się kosztem dużych zmian w rozwoju ontogenetycznym, polegających na przystosowaniu się do rozwoju w nowych lądowych żywicielach pośrednich. Wyrazem tych zmian w ontogenezie jest niewątpliwie heterochronia w rozwoju cercoidów, polegająca na przedrozwoju cercomeru w celu stworzenia własnego środowiska dla rozwijającej się larwy w nowym żywicielu pośrednim. Przejawy takiej heterochronii występują u cercoidów typu cysticercus rozwijających się w tkankach ssaków oraz u cysticercoidów o epicefalicznym typie rozwoju, które się rozwijają u stawonogów i ślimaków lądowych. Warto podkreślić, że ślimaki lądowe są wtórnie nabytymi żywicielami pośrednimi, ponieważ, jak dotychczas, nie znamy przypadku rozwoju cercoida u ślimaków słodkowodnych. Ślimaki słodkowodne, jeżeli uczestniczą w cyklu rozwojowym tasiemców, są wyłącznie żywicielami paratenicznymi.

WNIOSKI

1. Pasożytnictwo *Cestoda* kształtowało się ewolucyjnie i obejmowało procesy adaptacji morfologiczno-fizjologicznych na różnych etapach rozwoju osobniczego zarówno u larw, jak i u postaci dojrzałych płciowo. W wyniku tych procesów ukształtowała się specyficzność, której węższy lub szerszy zakres obserwujemy u poszczególnych gatunków i grup *Cestoda* w stosunku do żywicieli ostatecznych i pośrednich.

W procesie kształtowania się tej specyficzności dużą rolę odgrywały niewątpliwie czynniki powiązań ekologicznych, które również kształtowały się ewolucyjnie.

2. Można przyjąć, zgodnie z hipotezą Leuckarta, że żywicielami przodków współczesnych *Cestoda* były bezkręgowce, prawdopodobnie pierścienice i prymitywne stawonogi (*Crustacea*). Typowe cechy współczesnych *Cestoda*, jak narządy czepne na skoleksie, strobilacja ciała, segmentacja gruczołów rozrodczych oraz heteroksena w rozwoju ontogenetycznym, pojawiły się z chwilą opanowania kręgowców.

Pierwotnym cyklem rozwojowym *Cestoda* pasożytniczych w kręgowcach był cykl rozwojowy przebiegający w środowisku wodnym, gdzie żywicielem ostatecznym był kręgowiec zmiennotęplny, pośrednim — bez-

kręgowiec. W żywicielu pośrednim rozwijała się postać larwalna typu cercoid gymnosomiczny.

Ewolucyjny proces wychodzenia *Cestoda* na ląd przebiegał równolegle z procesem wychodzenia na ląd kręgowców. Procesowi temu u *Cestoda* towarzyszyły zmiany w ich rozwoju ontogenetycznym. U niektórych spośród nich zmiany te polegały na dokooptowaniu drugiego żywiciela pośredniego. Żywiciel ten — kręgowiec zmiennocieplny — stał się ogniwem łączącym pierwotnego żywiciela cercoida z kręgowcem żyjącym na lądzie. U innych tasiemców następowała zamiana pierwotnych żywicieli cercoidów na żywicieli nowych, lądowych. Wyrazem procesów adaptacji tego drugiego kierunku ewolucji jest przejaw cenogenetycznej funkcji cercomeru, polegający na otaczaniu ciała larwy i tworzeniu własnego środowiska rozwoju w nowym żywicielu.

Równolegle do procesów adaptacyjnych u cercoida występowały procesy adaptacyjne w osłonkach embrionalnych onkosfery, polegające na tworzeniu różnorodnych struktur chroniących onkosferę przed wysychaniem.

Daje się zaobserwować prawidłowość, że im wyższy szczebel hierarchii ewolucyjnej zajmuje żywiciel pośredni, tym większe wtórne zmiany powstają w budowie osłonek embrionalnych onkosfery i cercomeru cercoida. W związku z przystosowaniem się *Cestoda* do rozwoju w organizmach lądowych jako żywicielach pośrednich (w stawonogach, mięczakach i ssakach) powstało zjawisko heterochronii w rozwoju cercoida, polegające na przedrozwoju cercomeru w stosunku do ciała larwy, na przykład rozwój epicefaliczny u cercoidów cystosomicznych.

3. Na obecnym etapie nie można jeszcze wyjaśnić genezy osłonek embrionalnych onkosfery i cercomeru cercoida. Zjawisko odrzucania w ontogenezie tych części ciała, jako narządów larwalnych, wydaje się mieć związek z endopasożytnictwem *Cestoda*. Analogiczne zjawisko polegające na odrzucaniu narządów larwalnych w toku ontogenezy, występuje również u *Trematoda*.

Wyjaśnienie histogenezy odrzucanych narządów larwalnych przyczyni się do porównania histogenezy *Cestoda* z histogenezą wolno żyjących i innych pasożytniczych robaków płaskich, a tym samym stanie się podstawą do ustalenia naturalnych pokrewieństw w obrębie tej grupy organizmów zwierzęcych i poznania dróg kształtowania się ich pasożytniczego sposobu życia. Być może *Cestoda* w przebiegu ontogenezy pozbywają się ektodermy.

4. W ontogenetycznym rozwoju *Cestoda* stwierdza się procesy ewolucyjne u larw i u postaci dojrzałych. Jak zostało przedstawione w niniejszej publikacji, tendencje ewolucyjne larw dotyczą przede wszystkim narządów larwalnych, odrzucanych w toku ontogenezy. Zupełnie inne tendencje ewolucyjne dadzą się prześledzić u postaci dojrzałych. Tendencją ewolucyjną będzie niewątpliwie proces oligomeryzacji w budowie jąder. Ewolucji podlegały również narządy czepne na skoleksie. Ewolucja tych ostatnich odgrywała niewątpliwie dużą rolę w procesie adaptacji do utrzymania się w przewodzie pokarmowym kręgowców stałocieplnych o znacznie zwiększonej perystaltyce jelit w stosunku do zmiennocieplnych pierwotnych żywicieli ostatecznych *Cestoda*. Być może, typ skoleksu z czterema przyssawkami, jaki występuje u *Proteocephala*, był bardziej korzystny i dlatego z tej właśnie grupy wywodzą się *Cyclophyllidea* pasożytujące w kręgowcach stałocieplnych.

Warto jeszcze podkreślić, że procesy ewolucyjne w każdym stadium rozwoju ontogenetycznego *Cestoda* mogą mieć różny szczebel. Wyższy szczebel ewolucji stadium cercoida niekoniecznie musi odpowiadać wyższemu szczeblowi ewolucji postaci dojrzałych. Przykładem mogą być *Taeniidae*, które pod względem ewolucji cercoidu zajmują najwyższy szczebel, a pod względem ewolucji postaci dojrzałych stoją niżej niż *Hymenolepididae*.

Najniższy szczebel ewolucji stadium onkosfery występuje u *Pseudophyllidea*. Rozwój pierwszej postaci larwalnej tych tasiemców przebiega w jaju złożonym do wody. U *Proteocephala* i *Cyclophyllidea* onkosfera rozwija się w macicy tasiemca. Przesunięcie rozwoju onkosfery ze środowiska zewnętrznego do macicy tasiemca wydaje się być osiągnięciem późniejszym ewolucyjnie.

W ewolucji *Cestoda* zachodziły procesy heterochronii i tachygenezy. Przykładem heterochronii w rozwoju cercoida jest rozwój epicefaliczny cercoidów cystosomicznych. Jako przykład tachygenezy, czyli heterochronii stadialnej można rozpatrywać występowanie narządów czepnych skoleksu na stadium cercoida. Jeżeli przyjmiemy, zgodnie z hipotezą Janickiego (1920) i Bychowskiego (1957), że cercomer łącznie z haczykami embrionalnymi, występujący u cercoidów *Cestoda* jest homologiem tarczki czepnej *Monogenea* to występowanie haczyków embrionalnych na stadium onkosfery można tłumaczyć, zgodnie z Janickim (1920), jako przejaw tachygenezy.

5. Badania zagadnień ewolucyjnych *Cestoda* nie tylko przyczynią się do poznania ich systemu naturalnego, lecz również będą mogły służyć przy ustalaniu naturalnych pokrewieństw wśród grup kregowców, w myśl reguł równoległości ewolucji pasożytów i ich żywicieli¹.

Dla przykładu można przytoczyć różnice pomiędzy tasiemcami pasożytnymi w ptakach rybożernych. W czapli i kormoranie pasożytną prymitywną *Cyclophyllidea* (*Dilepididae*), które by można wyprowadzić od tasiemców pasożytnych w gadach. Ptaki rybożerne natomiast z rodzaju *Podiceps* mają tasiemce spokrewnione z tasiemcami pasożytnymi w kaczkach (*Hymenolepididae*).

Oczywiście, w rozważaniach tego typu należy zachować ostrożność i uwzględniać zjawisko wtórnej wymiany pasożytów, które mogło niewątpliwie zachodzić w pasożytnictwie *Cestoda*.

6. Uwzględnienie występowania odrzucanych w toku ontogenezy narządów larwalnych (osłonek embrionalnych onkosfery i cercomeru cercoida) pozwoliło uporządkować zagadnienia morfologii larw *Cestoda* i wykazać tendencje ewolucyjne w rozwoju ontogenetycznym. W związku z powyższym uważam, że w dalszych badaniach nad morfologią larw *Cestoda*, a w szczególności nad morfologią i morfogenezą drugiej postaci larwalnej rozwoju ontogenetycznego powinien być uwzględniany cercomer, jego morfologiczna postać, jak też sposób rozwoju w żywicielu pośrednim. Przy opisach cercoidów powinno się również uwzględniać cechę położenia skoleksu w stosunku do części szyjnej — skoleks wnicowany do części szyjnej, czy też tylko wpuklony.

¹ Przegląd reguł parazytologicznych czytelnik znajdzie w publikacji Drózdza (1968).

LITERATURA

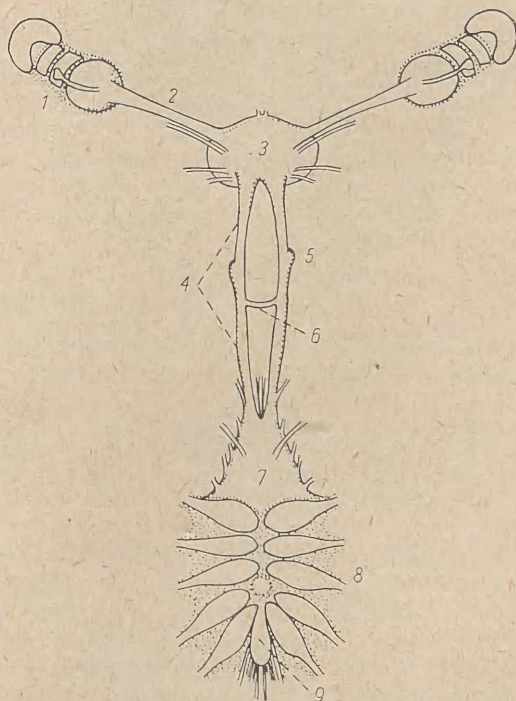
- [1] Baer J.G. — *Phylogenie et cycles evolutifs des Cestodes*, Revue Suisse de Zoologie, 57, 553—558, 1951.
- [2] Bychowski B. — *Monogeneticzeskije sosalszczyki, ich sistiema i filogenija*, Izdetielstwo Akadiemii Nauk SSSR, M. — L., 3—507, 1957.
- [3] Doby J.M., Jarecka L. — *Complement a la connaissance de la morphologie et de la biologie de Proteocephalus macrocephalus* (Creplin, 1825), cestode parasite de l'Anguilla, Annales de Parasitologie Humaine et Comparee, 41, 429—442, 1966.
- [4] Drózd J. — *Sprzężona ewolucja pasożytów i ich żywicieli*, Wiadomości Parazytologiczne, 14, 373—382, 1968.
- [5] Freeman R. S. — *Life cycle and morphology of Paruterina rauschi n. sp. and P. candelabriaria* (Goeze, 1782) (Cestoda) from owls and significance of plerocercoids in the order Cyclophyllidea, Canadian Journal of Zoology, 35, 349—370, 1957.
- [6] Freeman R. S. — *On the biology of Proteocephalus parallacticus* MacLulich (Cestoda) in Algonquin Park, Canada, Canadian Journal of Zoology, 42, 387—408, 1964.
- [7] Freze W.I. — *Proteocefaliaty — lentocznyje gielminty ryb, amfibij i reptilij*, Osnovy Cestodologii, 5, 7—529, 1965.
- [8] Janicki K. — *Neue Studien uber postembryonale Entwicklung und Wirtswechsel bei Bothriocephalen. I. Triaenophorus nodulosus* (Pall.), *Coor.-Blatt fur Schweizer Arzte*, 1918.
- [9] Janicki C. — *Grundlinien einer „cercomer“ — Theorie zur Morphologie der Trematoden und Cestoden*, Festschrift für Zschokke, 30, 3—22, 1920.
- [10] Janicki C., Rosen F. — *Le cycle evolutif du Dibothriocephalus latus* L., *Bull. Soc. neuchateloise des sciences naturelles*, 19—53, 1917.
- [11] Jarecka L. — *Separation of Sexes and Quantitative Regulation in Cestodes of the Genus Diplosthe Jacobi, 1896 (Cestoda — Diplostidae)*, *Bulletin de l'Academie Polonaise des Sciences Cl. II*, 8, 155—157, 1960.
- [12] Jarecka L. — *Morphological adaptations of tapeworms eggs and their importance in the life cycles*, *Acta Parasitologica Polonica*, 9, 409—426, 1961.
- [13] Jarecka L. — *Cycle evolutif a un seul hote intermediaire chez Bothriocephalus claviceps* (Goeze, 1782) Cestode de Anguilla anguilla L., *Annales de Parasitologie Humaine et Comparee*, 39, 149—156, 1964.
- [14] Jarecka L. — *Life Cycle of Valipora campylancristrota* (Wedl, 1855) Baer and Bona, 1958—60 (Cestoda — Dilepididae) and the Description of Cercoscolex — a New Type of Cestode Larva, *Bull. de l'Academie Polonaise des Sciences, Serie des sciences biologiques*, 1970a.
- [15] Jarecka L. — *On the Life Cycles of Paradilepis scolecina* (Rud., 1819) Hsu, 1935, and Neogryporhynchus cheilancristrotus (Wedl, 1855) Baer and Bona, 1958—1960. (Cestoda — Dilepididae), *Bull. de l'Academie Polonaise des Sciences, Serie des sciences biologiques*, 1970b.
- [16] Jarecka L. — *The Evolution of the Larvae and the Life Cycles in Cestoda from Fresh Water and Terrestrial Vertebrates*, *Acta Parasitologica Polonica*, 1970c, w druku.
- [17] Jarecka L., Doby M. N. — *Contribution a l'étude du cycle evolutif d'un cestode du genre Proteocephalus parasite de Coregonus fera, en provenance du lac Lemm, Annales de Parasitologie Humaine et Comparee*, 40, 433—443, 1965.

- [18] Joyeux Ch., Baer J. G. — *Classe des Cestodes, Cestoidea Rudolphi*, Traite de Zoologie. Anatomie, Systematique, Biologie, 4, 347—560, 1961.
- [19] Michajłow W. — O pochodzeniu złożonych cykli rozwojowych tasiemców, „Kosmos” A, 27, 337—360, 1957.
- [20] Michajłow W. — *Zarys Parazytologii Ewolucyjnej*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1968, 5—375.
- [21] Rybicka K. — *Embryogenesis in Cestoda.*, Advances in Parazytology, 4, 247—297, 1966.
- [22] Skrjabin K. I., Matevosjan E. M. — *Lentocznyje gielminty, gimienolepididy domasznych i ochotniczye-promysłowych ptic*, Sielchozgiz, Moskwa, 3—487, 1945.
- [23] Spasskij A. A. — *Anoplocefalaty — lentocznyje gielminty domasznych i dikich żywotnych.*, Osnovy Cestodologii, Izdatielstwo Akademii Nauk, Moskwa, 1, 5—735, 1951.
- [24] Šlaise J. — *Beitrag zur Morphogenese des Cysticercus cellulosae und C. bovis.*, Folia Parasitologica, 13, 72—92, 1966a.
- [25] Šlaise J. — *Die Analogie der Morphologie und Entwicklung zwischen dem Trophoblast und dem Blaschen der Cysticercuslarven der Band-wurmer.*, Anat. Anz. Bd. 118, s. 495—502, 1966b.
- [26] Šlaise J. — *Zur Morphologie und Entstehung der invaginierten Cysticerken mit einen herausgewachsen Skoleks*, Z. f. Parasitenkunde. 27, 25—42, 1966c.
- [27] Wardl R. A., McLeod J. A. — *The Zoology of Tapeworms*, The University of Minnesota Press, Minneapolis, 3—780, 1952.
- [28] Voge M. — *The Postembryonic Development Stages of Cestodes.*, Advances in Parasitology, 5, 247—297, 1967.

NEUROSEKRECJA U SKORUPIAKÓW*

Znajomość neurosekrecji u skorupiaków oparta jest głównie na badaniach skorupiaków wyższych (podgromada *Malacostraca*), spośród których najlepiej poznany został rząd *Decapoda*. Badania natomiast zjawisk neurosekrecji w obrębie podgromad skorupiaków niższych (obejmowanych czasami wspólną nazwą *Entomostraca*) są bardzo nieliczne. Dlatego też niniejszy artykuł ogranicza się do opisu zjawisk neurosekrecji u *Malacostraca*.

W celu łatwiejszego opisanego topografii narządów neurosekrecyjnych, właściwy temat zostanie poprzedzony ogólnym opisem ośrodkowego układu nerwowego u *Decapoda* na przykładzie kraba *Rhithropanopeus*

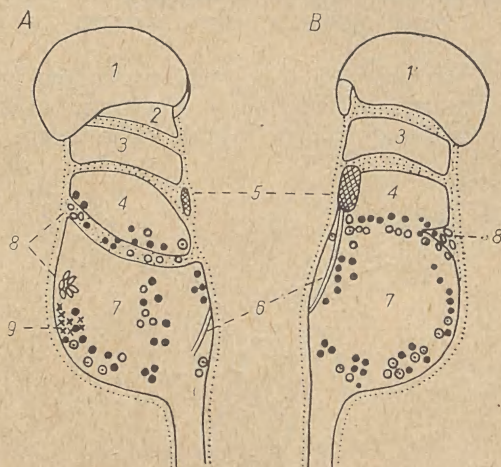


Rys. 1. Ośrodkowy układ nerwowy u kraba *Rhithropanopeus harrisi* (Szudarski — 1963)

1 — płat wzrokowy, 2 — szypuła wzrokowa, 3 — zwoje nadprzetykowe, 4 — konektywa okołoprzetykowa, 5 — zwój spoidłowy, 6 — spoidło tritocerebralne, 7 — zwój podprzetykowy, 8 — zwoje tułowiowe, 9 — zwoje odwłokowe

* Materiały z sesji naukowej poświęconej zjawiskom neurosekrecji w świecie zwierzęcym.

harrisi (rys. 1). W układzie tym wyróżnia się następujące części: płaty wzrokowe, zwoje nadprzelykowe, konektywy okooprzelykowe, zwój podprzelykowy oraz zgrupowanie zwojów tułowiowych i odwłokowych. Płaty wzrokowe (rys. 2) stanowią części mózgu zlokalizowane w słupkach ocznych. Każdy płat wzrokowy zbudowany jest z części stanowiących wyraźnie wyodrębnione neuropila: lamina ganglionaris, medulla externa i medulla interna. To ostatnie neuropilum przylega do medulla terminalis, która znajduje się w słupku ocznym, ale nie należy do płata wzrokowego. Neuropila słupka ocznego łączą się ze zwojami nadprzelykowymi za pośrednictwem szypuł wzrokowych. Konektywy okooprzelykowe połączone są spoidłem tritocerebralnym, w pobliżu którego występują zwoje spoidłowe. Mózg u skorupiaków składa się z płatów wzrokowych, zwojów nadprzelykowych i przednich odcinków konektyw okooprzelykowych wraz ze spoidłem tritocerebralnym i zwojami spoidłowymi. Często jednak nazwą mózg określa się wyłącznie zwoje nadprzelykowe.



Rys. 2. Części mózgu zlokalizowane w prawym słupku ocznym u kraba *Rhithropanopeus harrisi* (Szudarski — 1963) A — strona przednioboczna, B — strona tylnoboczna

1 — oko złożone, 2 — lamina ganglionaris, 3 — medulla externa, 4 — medulla interna, 5 — gruczoł zatokowy, 6 — droga gruczołu zatokowego, 7 — medulla terminalis, 8 — brodawkowaty narząd X, 9 — zwojowy narząd X. Kółka i krzyżki oznaczają rozmieszczenie komórek neurosekrecyjnych w słupku ocznym

Podobnie jak u krabów *Brachyura* również u krewetek *Natantia* i u raków *Macrura* w obrębie słupka ocznego mieszczą się te same części układu nerwowego. U *Anomura* natomiast wszystkie (np. *Petrolisthes*, *Upogebia*) lub niektóre (np. *Emerita*, *Hippa*) zwoje wzrokowe znajdują się w bezpośrednim sąsiedztwie zwojów nadprzelykowych. Także u wszystkich siadłookich *Malacostraca* zwoje wzrokowe mieszczą się w obrębie głowy.

MORFOLOGIA UKŁADÓW NEUROSEKRECYJNYCH

Termin układ neurosekrecyjny oznacza zgrupowanie komórek neurosekrecyjnych, wypustki osiowe tych komórek, które tworzą razem drogę transportu wydzieliny oraz zakończenia wypustek osiowych. Te ostatnie

znajdują się w bezpośrednim sąsiedztwie zatok krwionośnych i tworzą narząd neurohemalny. Rola narządu neurohemalnego polega na magazynowaniu wydzieliny i uwalnianiu jej do krwi.

U skorupiaków komórki nerwowe, które spełniają histologiczne kryteria komórek neurosekrecyjnych, są rozproszone w całym ośrodkowym układzie nerwowym. Jednakże na podstawie kojarzenia wyników badań morfologicznych i fizjologicznych udało się wyodrębnić trzy układy neurosekrecyjne, z których każdy związany jest z osobnym narządem neurohemalnym (Carlisle i Knowles — 1959, Welsh — 1961).

Najdawniej i najdokładniej poznanym narządem neurohemalnym u skorupiaków jest gruczoł zatokowy. Odkrycie tego narządu związane jest z nazwiskiem Hanströma, który w latach 1931—1949 opisał jego budowę u wielu gatunków. Nie wcześniej jednak jak w latach pięćdziesiątych stwierdzono, że gruczoł zatokowy nie pełni funkcji wydzielniczej, lecz jest narządem neurohemalnym (przegląd badań: Carlisle i Knowles — 1959).

U najbardziej pierwotnych form *Malacostraca*, np. u *Mysidacea* i *Euphausiacea*, gruczoł zatokowy ma postać okrągłej tarczki, stanowiącej zgrubienie nanerwia (epineurium) zwojów słupka ocznego. U *Natantia* (*Crangon*, *Palaemon*, *Lysemata*) gruczoł zatokowy ma kształt kielichowaty, otacza odgałęzienie zatoki krwionośnej zewnętrznej słupka ocznego i jest zlokalizowany pomiędzy medulla interna a medulla externa (rys. 3). Podobne położenie ma gruczoł zatokowy u innych słupkowoocznych *Decapoda*, z wyjątkiem *Anomura*, u których jest położony w bezpośrednim sąsiedztwie mózgu. Także u siadłookich *Malacostraca* gruczoł zatokowy znajduje się w głowie.

Główną masę gruczołu zatokowego stanowią kolbkowato zgrubiałe zakończenia wypustek osiowych neuronów wydzielniczych. Zakończenia te przylegają do cienkiej błonki otaczającej zatokę krwionośną. Pomiedzy zakończeniami aksonów znajdują się komórki podporowe, którym dawniej przypisywano rolę wydzielniczą. Barwiąc gruczoł zatokowy metodami Gomoriego oraz stosując metody histochemiczne stwierdzono, że zakończenia wypustek osiowych dzielą się na kilka typów, różniących



Rys. 3. Podłużny przekrój gruczołu zatokowego i przyległych tkanek u *Lysmata seticaudata* (Carlisle — 1953, z Carlisle i Knowlesa — 1959)

1 — zatoka krwionośna, 2 — gruczoł zatokowy, 3 — droga gruczołu zatokowego

się powinowactwem do barwników. U różnych gatunków skorupiaków znaleziono 4 do 6 typów zakończeń aksonów (Potter — 1958, Rehm — 1959, Szudarski — 1963). Bunt i Ashby (1967), badając w mikroskopie elektronowym gruczoł zatokowy raka *Procambarus clarkii*, wyróżnili 5 typów zakończeń wypustek osiowych, charakteryzujących się wielkością i kształtem ziarnistości wydzielniczych w nich zawartych. W jednym zakończeniu znajduje się tylko jeden typ ziarnistości, co przemawia za wydzielaniem jednego hormonu przez poszczególną komórkę neurosekrecyjną.

Zespół wypustek osiowych, zaopatrujących gruczoł zatokowy, tworzy drogę gruczołu zatokowego. Większa część aksonów w tej drodze bierze początek w zgrupowaniu komórek neurosekrecyjnych, znajdujących się w słupku ocznym i nazywanych narządem X. Narząd ten został odkryty przez Welsa (1941). Celem uniknięcia konfuzji z innym narządem X, opisanym wcześniej przez Hanströma (1934), stosuje się do niego nazwy: medulla terminalis ganglionic X-organ lub pars ganglionaris X-organi. W języku polskim można używać nazwy zaproponowanej przez Szudarskiego (1964): zwojowy narząd X. U *Decapoda* zwojowy narząd X znajduje się w medulla terminalis, bezpośrednio pod warstwą tkanki łącznej (rys. 2). Ponieważ zwojowy narząd X jest połączony drogą gruczołu zatokowego z gruczołem zatokowym, cały ten kompleks stanowi jeden układ neurosekrecyjny. Jednak w obrębie drogi gruczołu zatokowego znajdują się także włókna osiowe, biorące początek w neuronach leżących w innych okolicach słupka ocznego, a także w mózgu i prawdopodobnie w zwojach tułowiowych.

W słupku ocznym u *Decapoda* znajduje się jeszcze jedna struktura o możliwej funkcji neurosekrecyjnej, mianowicie narząd X Hanströma. W obecnej terminologii narząd ten nosi nazwy: sensory papilla X-organ, pars distalis X-organi, a po polsku brodawkowaty narząd X. U prymitywniejszych form *Natantia* brodawkowaty narząd X składa się z trzech elementów: komórek czuciowych brodawki czuciowej, komórek o charakterze nabłonkowatym oraz ciał cebulowatych, zbudowanych z koncentrycznych warstw (rys. 4). U form bardziej zaawansowanych zanikają komórki czuciowe brodawki czuciowej. U *Natantia* brodawkowaty narząd X znajduje się w sąsiedztwie medulla externa i jest znacznie oddalony od zwojowego narządu X, u *Brachyura* natomiast obydwa te narządy zlewają się w jeden kompleks, położony w obrębie medulla terminalis. Funkcja brodawkowatego narządu X nie jest dotychczas ustalona: różni autorzy postulują dla niego funkcję wydzielniczą lub neurohemalną, ale pełnych dowodów na którąkolwiek z tych czynności brak.

U *Anomura* układ gruczołu zatokowego wykazuje odrębności morfologiczne w porównaniu do innych *Decapoda*. U *Upogebia affinis* Fingerman i Oguro (1963) opisali w słupku ocznym zgrupowanie neuronów wydzielniczych, które nazwali ciałem rozetowatym. Według tych autorów ciało rozetowate jest homologiczne do brodawkowego narządu X, podczas gdy odpowiednikiem zwojowego narządu X są komórki neurosekrecyjne w mózgu. Natomiast u kraba porcelanowego *Petrolisthes cinctipes* Kurup (1964) stwierdził występowanie w słupku ocznym dwóch struktur neurosekrecyjnych, nazwanych przez niego narządami Z_1 i Z_2 , które mają być odpowiednikami obydwu narządów X.

Drugim układem neurosekrecyjnym u skorupiaków jest układ, w którym rolę neurohemalną pełni narząd pozaspoidłowy (postcommissural

organ). Narząd ten został początkowo wykryty u *Stomatopoda* i *Natantia* (Knowles — 1951, 1953), a następnie stwierdzony także u *Brachyura* (Maynard — 1961a). U *Palaemon serratus*, podobnie jak u innych *Natan-*

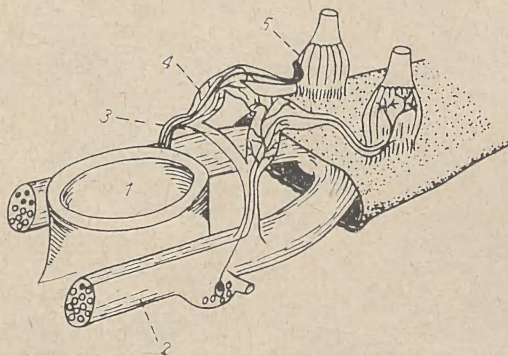


Rys. 4. Budowa brodawkowego narządu X u *Lysmata seticaudata* (Carlisle — 1953, z Carlisle i Knowlesa — 1959). A — topografia narządu w przekroju podłużnym, B — czuciowe komórki nerwowe, C — komórki nabłonkowe, D — ciała cebulowate

tia, z tylnego brzegu spoidła tritocerebralnego wychodzą dwa cienkie nerwy, podążające do mięśni. Bezpośrednio po wyjściu ze spoidła nerwy te tworzą blaszkowate zgrubienia, które są połączone blaszką poprzeczną, zanurzoną w zatoce krwionośnej (rys. 5). Zgrubienia nerwów pozaspoidłowych zbudowane są z nanerwia, w którym występują liczne rozgałęzienia drobnych włókien nerwowych. Rozgałęzienia te stanowią zakończenia włókien osiowych, pochodzących z komórek neurosekrecyjnych mózgu i biegnących do narządów pozaspoidłowych poprzez konektywy około-przelykowe i spoidło tritocerebralne.

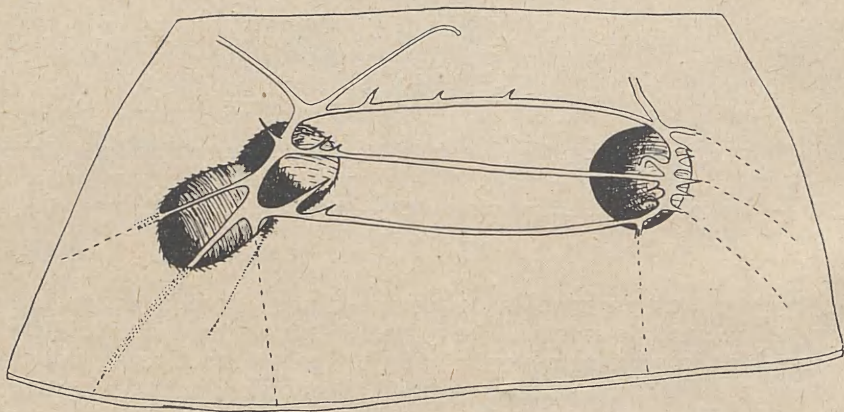
Trzeci układ neurosekrecyjny związany jest z narządem osierdziowym (pericardial organ), który pełni rolę neurohemalną. Narząd osierdziowy został odkryty najpierw u *Squilla* (Alexandrowicz — 1953), a następnie u wszystkich grup *Malacostraca*, które były w tym kierunku badane. Składa się on z rozgałęzionej sieci włókien nerwowych, zlokalizowanych w osierdziu i przebiegających w poprzek ujść żył skrzelowo-sercowych do jamy osierdzia (rys. 6). Według Alexandrowicza włókna osiowe zaopatrujące narząd osierdziowy mają dwojakie pochodzenie:

z ośrodkowego układu nerwowego, prawdopodobnie ze zwoju podprzelykowego, oraz ze zwoju nerwowego obwodowego, zlokalizowanego na brzusznej powierzchni mięśni prostowników odwłoka. Maynard (1961b)



Rys. 5. Narząd pozaspoidłowy u *Palaemon serratus* (Carlisle i Knowles — 1959)
1 — przelyk, 2 — konektywa okotoprzelykowa, 3 — spoidło tritocerebralne, 4 — narząd pozaspoidłowy, 5 — mięsień

znalazł w obrębie siateczki włókien narządu osierdziowego zgrupowania komórek neurosekrecyjnych, których wydzielina także może być gromadzona i uwalniana do krwi w tym narządzie.



Rys. 6. Narząd osierdziowy w obrębie prawej ściany osierdzia u *Maia squinado* (Alexandrowicz — 1953). Widoczne są 3 ujścia żył skrzelowo-sercowych. Nerwy biegnące z ośrodkowego układu nerwowego do narządu osierdziowego oznaczone są liniami przerywanymi

TYPY KOMÓREK NEUROSEKRECYJNYCH

Komórki neurosekrecyjne w ośrodkowym układzie nerwowym skrupiaków różnią się między sobą lokalizacją, wielkością, kształtem oraz powinowactwem do barwników ziarnistości wydzielniczych w cytoplazmie. Na podstawie powyższych kryteriów wyodrębniono szereg typów

komórek neurosekrecyjnych u różnych gatunków (Enami — 1951, Bliss i Welsh — 1952, Carlisle — 1953, Durand — 1956, Matsumoto — 1958, Szudarski — 1963). Najwięcej, bo aż 11 typów, opisał Matsumoto u krabów. Badania tego autora odznaczają się bardzo dokładnym stosowaniem barwienia metodami Gomoriego. Jednakże niektóre opisane przez niego typy komórek zostały scharakteryzowane obecnością wodniczek w cytoplazmie (rys. 7C), a jak stwierdził Szudarski (1963) — wakuolizacja cytoplazmy jest artefaktem, wynikłym z preparowania układu nerwowego w środowisku nieodpowiednio dobranym pod względem osmotycznym.

Różnorodność stosowanych metod barwienia i opisów komórek neurosekrecyjnych przez poszczególnych autorów nie zawsze pozwala na porównywanie ich wyników. Największa zgodność dotyczy komórek neurosekrecyjnych tworzących zwojowy narząd X w słupku ocznym. W terminologii Matsumoto komórki te noszą nazwę komórek β i są takie same u wszystkich pięciu zbadanych przez niego gatunków krabów (rys. 7B). Komórki β mają kształt wieloboczny, średnica ich waha się w granicach 24—48 μ . Zawierają okrągłe jądro z jednym lub dwoma jąderkami. Cytoplazma tych komórek zawiera liczne ziarnistości neurosekrecyjne, barwiące się pozytywnie obydwoma metodami Gomoriego: hematoksylinowo-floksynową i fuksynową. Ziarnistości obecne są także we wnętrze włókna osiowego, w samym zaś włóknie rozpuszczają się, powodując zabarwienie się jego na kolor liliowy. Liliowe zabarwienie aksonów stanowi najbardziej charakterystyczną cechę komórek neurosekrecyjnych zwojowego narządu X i pozwala na łatwe wyodrębnienie drogi gruczołu zatokowego. Aksony wszystkich innych komórek neurosekrecyjnych u skorupiaków barwią się na kolor różowy. W związku z tym Matsumoto przypisuje komórkom β w zwojowym narządzie X produkcję specjalnej substancji, nieobecnej w całym pozostałym układzie komórek neurosekrecyjnych.

Komórki podobne do wyżej opisanych zostały stwierdzone w zwojowym narządzie X także przez innych autorów. W przeciwieństwie do Mat-



Rys. 7. Niektóre typy komórek neurosekrecyjnych u krabów (Matsumoto — 1958). A — komórka z obwodowym wydzielaniem neurosekretu, B — komórka β zwojowego narządu X, C — komórka z dużą wodniczką.

sumoto niektórzy autorzy opisali w zwojowym narządzie X więcej niż jeden typów komórek. Ponieważ w słupku ocznym oprócz zwojowego narządu X, występują jeszcze inne grupy komórek neurosekrecyjnych, możliwe jest, że nie wszyscy autorzy nadają takie same granice temu narządowi, i stąd wynikają różnice w liczbie obserwowanych typów komórek neurosekrecyjnych.

DROGI UWALNIANIA WYDZIELINY PRZEZ KOMÓRKI NEUROSEKRECYJNE

Transport wydzieliny z perykarionów komórek neurosekrecyjnych poprzez ich wypustki osiowe do narządów neurohemalnych stanowi zasadniczy i bezsporny sposób uwalniania wydzieliny do układu krążenia. Obserwacje większości badaczy wskazują na obecność ziarenek wydzielniczych wzdłuż przebiegu włókien osiowych komórek neurosekrecyjnych, podczas gdy Matsumoto stwierdził, że ziarnistości w aksonach rozprzyskają się, a obecność neurosekrety ujawnia się przez swoistą barwliwość aksonów.

Knowles (1962) badał przy pomocy mikroskopu elektronowego zachowanie się wydzieliny w wypustkach osiowych tworzących narząd osierdziowy u *Squilla mantis* (Stomatopoda). Wykrył tam 2 typy włókien, różniące się charakterem elementarnych pęcherzyków wydzielniczych. Pęcherzyki typu A średnicy około 1500Å, miały tendencję do gromadzenia się w twory o wymiarze około 1μ, otoczone błoną i zawierające, oprócz pęcherzyków, liczne cewki, zbudowane z gładkich cytomembran. Obserwacje te wskazują, że w neurytach narządu osierdziowego materiał neurosekrecyjny nagromadza się wewnątrz systemu cewek, które dostarczają błonki dla tego materiału. Pęcherzyki typu B, o średnicy nie przekraczającej 1200Å, nie tworzą agregatów w neurytach. Badania Knowlesa nad narządem osierdziowym przyczyniły się do odkrycia dwóch typów neurosekrecji, A i B, występujących nie tylko u skorupiaków, ale i u innych zwierząt z kręgowcami włącznie.

Drugi sposób uwalniania neurosekrety z komórek został zaobserwowany przez Matsumoto i polega na wydzielaniu obwodowym przez ciało komórkowe do otaczającej przestrzeni tkankowej (rys. 7A). Ten sposób wydzielania stanowi cechę charakterystyczną niektórych typów komórek neurosekrecyjnych. Wyniki badacza japońskiego znalazły uzupełnienie w obserwacjach Szudarskiego, który stwierdził występowanie licznych ziarnistości fuksynochłonnych w śródnierwiu (endoneurium) otaczającym komórki neurosekrecyjne i ich wypustki. Obserwacja ta posłużyła za podstawę hipotezy, że tkanka łączna śródnierwia pośredniczy w przekazywaniu neurosekrety z komórek do krwi. Co więcej, u kraba *Rhithropanopeus* stwierdza się obfite nagromadzenie materiału fuksynochłonnego w przestrzeniach śródnierwia w obrębie drogi gruczołu zatokowego. Możliwe więc, że transport wydzieliny ze zwojowego narządu X do gruczołu zatokowego odbywa się nie tylko wewnątrz wypustek osiowych, ale także poprzez śródnierwie.

FIZJOLOGIA UKŁADÓW NEUROSEKRECYJNYCH

Funkcje spełniane w organizmie skorupiaaka przez układ neurosekrecyjny narządu X i gruczołu zatokowego zostały dość dokładnie poznane dzięki zastosowaniu klasycznych metod endokrynologii, polegających na badaniu efektów usuwania słupków ocznych i wstrzykiwania wyciągów

z tych narządów. Stwierdzono, że hormony wydzielane do krwi za pośrednictwem gruczołu zatokowego kontrolują następujące procesy w organizmie:

- 1) fizjologiczna zmiana barwy, polegająca na rozpraszaniu i skupianiu barwników w chromatoforach powłok ciała;
- 2) fotomechaniczne ruchy barwników siatkówki, regulujące adaptację oka do światła i ciemności;
- 3) procesy metaboliczne, w szczególności metabolizm węglowodanów, wapnia, wodny i oddechowy;
- 4) cykl wylinkowy;
- 5) funkcje rozrodcze.

Wyniki eksperymentów z usuwaniem słupków ocznych i wstrzykiwaniem wyciągów z tych narządów nie są w stanie dać odpowiedzi na pytanie, ile hormonów jest wydzielanych przez słupek oczny i służy do pełnienia powyższych funkcji regulacyjnych. Szczególnie daleka od ustalenia jest liczba hormonów regulujących fizjologiczną zmianę barwy u skorupiaków, co spowodowane jest różnorodnością komórek barwnikowych i ich reakcji u różnych gatunków skorupiaków. Nie rozstrzygnięto również, czy procesy metaboliczne związane z linieniem, a więc przemiany wapniowa i wodna, regulowane są przez ten sam hormon, który kieruje cyklem wylinkowym, czy przez odrębne hormony. Odpowiedzi na te pytania są poszukiwane drogą oddzielania i oczyszczania substancji aktywnych słupka ocznego. Badania tego rodzaju zapoczątkowano w ostatnich latach. Dotychczas uzyskane wyniki wskazują, że słupek oczny wydziela 6 następujących hormonów (Kleinholz — 1966):

- 1) hormon dystalnego barwnika siatkówki, który wywołuje adaptację oka do światła;
- 2) hormon skupiający barwnik w erytroforach (czerwone komórki barwnikowe) u *Palaemonetes*;
- 3) hormon rozpraszający barwnik w melanoforach (czarne komórki barwnikowe) u krabów;
- 4) hormon hyperglikemizujący; zwany dawniej diabetogennym;
- 5) hormon hamujący linienie;
- 6) hormon hamujący jajniki.

Hormony chromatoforotropowe oraz hormon hamujący linienie są prawdopodobnie polipeptydami o stosunkowo niskich ciężarach cząsteczkowych, hormon hyperglikemizujący natomiast jest białkiem (Kleinholz i Kimball — 1965, Kleinholz — 1966, Kleinholz i współprac. — 1967, Josefsson — 1967, Rangarao — 1965). Brak danych co do hormonu hamującego jajniki.

Zwraca uwagę fakt, że postulowana liczba sześciu hormonów słupka ocznego jest zgodna z liczbą typów zakończeń nerwowych w gruczole zatokowym, których znaleziono 6 w mikroskopie optycznym i 5 w mikroskopie elektronowym. Jednakże liczby hormonów wydzielanych przez słupek oczny nie można uważać za ustaloną ostatecznie, gdyż ostatnie lata przynoszą poznanie nowych funkcji tego narządu. U krewetki *Pandalus platyceros* słupek oczny wywiera wpływ hamujący na gruczoł androgenowy (Hoffman — 1968), a u kraba *Rhithropanopeus harrisi* działa pobudzająco na proces składania jaj (Bomirski — 1965). Powiązanie poszczególnych funkcji słupka ocznego z określonymi substancjami aktywnymi może nastąpić dopiero po całkowitym oczyszczeniu tych ostatnich.

Układ narządu pozaspoidłowego spełnia funkcję regulacji stanu

chromatoforów w powłokach ciała, a układ narządu osierdziowego wydziela substancję zwiększającą amplitudę skurczów i modyfikującą rytm pracy serca (Carlisle i Knowles — 1959).

Nie zostało dotychczas stwierdzone, jakie typy komórek neurosekrecyjnych wydzielają poszczególne hormony. Badania w tym kierunku są utrudnione przez brak ogólnie stosowanej klasyfikacji komórek neurosekrecyjnych u skorupiaków oraz rozproszenie i przemieszanie różnych typów komórek w ośrodkowym układzie nerwowym. Ponieważ klasycznej metodyki endokrynologicznej nie można tu zastosować, więc wnioski na ten temat wyciąga się z porównywania wyników badań morfologicznych i fizjologicznych. Źródła hormonów zmiany barwy poszukuje się przez porównanie rozmieszczenia komórek neurosekrecyjnych w różnych częściach ośrodkowego układu nerwowego z aktywnością jaką wykazują wyciągi z tych części względem komórek barwnikowych (Enami — 1951, Pautsch i współprac. — 1960, Szudarski — 1963). Badania nad korelacją między histologicznymi objawami aktywności wydzielniczej w komórkach neurosekrecyjnych a cyklem wylinkowym i rozrodczym zastosowano w celu wykrycia komórek produkujących hormon hamujący linienie i hormon hamujący jajniki (Durand — 1956, Matsumoto — 1958). Badania tego rodzaju nie dostarczyły jednak dotychczas ostatecznego dowodu na funkcjonalne znaczenie określonego typu komórki neurosekrecyjnej.

ZWIĄZEK MIĘDZY UKŁADEM NEUROSEKRECYJNYM SŁUPKA OCZNEGO A GRUCZOŁAMI WEWNĄTRZWYDZIELNICZYMI

U skorupiaków wykryto 3 gruczoły wewnątrzwydzielnicze, położone poza obrębem ośrodkowego układu nerwowego. Są to: narząd Y, jajnik i gruczoł androgenowy. Narząd lub gruczoł Y, odkryty przez Gabe (1953), jest gruczołem linienia, który wykazuje podobieństwa histologiczne, fizjologiczne i biochemiczne do gruczołu protorakalnego owadów. Narząd Y wydziela krustekdyzon, hormon podobny, ale nie identyczny do ekdyzonów owadów (Carlisle — 1965). Niewątpliwą funkcją tego hormonu jest zapoczątkowanie stadium przedwylinkowego, podzielone natomiast są zdania, czy hormon linienia jest także konieczny w czasie trwania tego stadium. Hormon hamujący linienie, wydzielany w słupku ocznym, hamuje czynność wydzielniczą gruczołu Y (Passano — 1960).

Czynność wewnątrzwydzielnicza jajnika została stwierdzona na podstawie badania wpływu usunięcia tego narządu na II-rzędowe cechy płciowe żeńskie u skorupiaków (przegląd literatury: Charniaux-Cotton i Kleinholz — 1964). Jajnik jest źródłem dwóch hormonów płciowych żeńskich. Jeden hormon jest odpowiedzialny za występowanie żeńskich II-rzędowych cech płciowych stałych i jest wydzielany prawdopodobnie przez zona germinativa lub przez młode pęcherzyki. Drugi hormon jajnikowy powoduje wykształcenie się okresowych cech żeńskich (np. włoski jajonośne na oostegitach u *Orchestia*) i jest prawdopodobnie wydzielany przez dojrzałe pęcherzyki jajnika. Układ neurosekrecyjny słupka ocznego wydziela hormon hamujący jajniki, który hamuje odkładanie żółtka w oocytach. Nie wiadomo jednak, czy hormon ten wpływa również na czynność wewnątrzwydzielniczą jajnika.

Gruczoł androgenowy, odkryty przez Charniaux-Cotton (1954) u *Orchestia gammarella*, a następnie stwierdzony we wszystkich nadrzędach

skorupiaków wyższych, z wyjątkiem *Syncarida*, jest holokrynowym gruczołem dokrewnym, przylegającym do końcowego odcinka nasieniowodu. Występuje tylko u samców. Jest on wyłącznym źródłem hormonu odpowiedzialnego za różnicowanie wszystkich I-rzędowych i II-rzędowych cech płciowych męskich. Wyniki badań nad protandrycznym gatunkiem krewetki *Pandalus platyceros* (Hoffman — 1968) wskazują, że słupek oczny odgrywa rolę hamującą w stosunku do czynności wewnątrzwydzielniczej gruczołu androgenowego.

Powyższe fakty dowodzą, że układ neurosekrecyjny słupka ocznego, którego głównymi elementami są zwojowy narząd X i gruczoł zatokowy, pełni nadrzędne funkcje regulujące w stosunku do narządów wewnętrznych wydzielania u skorupiaków. Z tego względu może on być porównywany z przysadką mózgową u kręgowców.

PODSUMOWANIE

Odkrycie i poznanie funkcji trzech narządów neurohemalnych i związanych z nimi układów neurosekrecyjnych stanowi doniosły etap w badaniach nad neurosekrecją u skorupiaków. Najdawniej i najlepiej poznany jest układ gruczołu zatokowego. Obecnie za najważniejsze kierunki badań morfologicznych można uważać poznawanie ultrastruktury zjawisk neurosekrecji i opracowanie klasyfikacji typów komórek neurosekrecyjnych u skorupiaków. W dziedzinie fizjologii trwają prace nad izolowaniem i oczyszczeniem hormonów, uwalnianych do krwi przez gruczoł zatokowy. Na dalszym etapie można się spodziewać powiązania wydzielania poszczególnych hormonów z określonymi typami komórek neurosekrecyjnych, ale trudno przewidzieć, jaka metoda znajdzie zastosowanie do tego celu.

LITERATURA

- [1] Alexandrowicz J. S. — *Nervous organs in the pericardial cavity of the decapod Crustacea*, J. Mar. Biol. Ass. U. K. 31, 563—580, 1953.
- [2] Bliss D. E. i J. H. Welsh — *The neurosecretory system of brachyuran crustacea*, Biol. Bull. 103, 157—169, 1952.
- [3] Bomirski A. — Wpływ usunięcia słupków ocznych na jajniki kraba *Rhithropanopeus Harrisi* (Gould) subsp. *tridentatus* (Maitl.) w przebiegu cyklu rozrodczego, Mat. VIII Zjazdu Pol. Tow. Zool., 33—34, 1965.
- [4] Bunt A. H. i E. A. Ashby — *Ultrastructure of the sinus gland of the crayfish, Procambarus clarkii*, Gen. Comp. Endocrinol. 9, 334—342, 1967.
- [5] Carlisle D. B. — *Studies on Lysmata seticaudata* Risso (Crustacea Decapoda). VI. Notes on the structure of the neurosecretory system of the eyestalk, Pubbl. Staz. Zool. Napoli 24, 435—447, 1953.
- [6] Carlisle D. B. — *The effects of crustacean and locust ecdysons on moulting and proecdysis in juvenile shore crabs, Carcinus maens*, Gen. Comp. Endocrinol. 5, 366—372, 1965.
- [7] Carlisle D. B. i F. Knowles — *Endocrine control in crustaceans*, University Press, Cambridge 1959.
- [8] Charniaux-Cotton H. — *Découverte chez un Crustacé Amphipode (Orchestia gammarella) d'une glande endocrine responsable de la différenciation des caractères sexuels primaires et secondaires mâles*, Compt. Rend. 239, 780—782, 1954.

- [9] Charniaux-Cotton H. i L. H. Kleinholz — *Hormones in invertebrates other than insects*. W: *The hormones* (red.: G. Pincus, K. V. Thimann i E. B. Astwood), t. IV, 135—198, Academic Press, New York 1964.
- [10] Durand J. B.: — *Neurosecretory cell types and their secretory activity in the crayfish*, Biol. Bull. 111, 62—76, 1956.
- [11] Enami M. — *The sources and activities of two chromatophorotropic hormones in crabs of the genus Sesarma*, II. *Histology of incretory elements*, Biol. Bull. 101, 241—258, 1951.
- [12] Fingerman M. i C. Oguro — *Chromatophore control and neurosecretion in the mud shrimp, Upogebia affinis*, Biol. Bull. 124, 24—30, 1963.
- [13] Gabe M. — *Sur l'existence, chez quelques Crustacés Malacostracés, d'un organe comparable à la glande de la mue des Insectes*, Compt. Rend. 237, 1111—1113, 1953.
- [14] Hanström B. — *Über das Organ X, eine inkretorische Gehirndrüse der Crustaceen*, Psychiatr. Neurol. Bladen 38, 405—419, 1934.
- [15] Hoffman D. L. — *Seasonal eyestalk inhibition on the androgenic glands of a protandric shrimp*, Nature 218, 170—172, 1968.
- [16] Josefsson L. — *Separation and purification of distal retinal pigment hormone and red pigment concentrating hormone of the crustacean eyestalk*, Biochim. Biophys. Acta 148, 300—303, 1967.
- [17] Kleinholz L. H. — *Separation and purification of crustacean eyestalk hormones*, Am. Zoologist 6, 161—167, 1966.
- [18] Kleinholz L. H. i F. Kimball — *Separation of neurosecretory pigmentary-effector hormones of the crustacean eyestalk*, Gen. Comp. Endocrinol. 5, 336—341, 1965.
- [19] Kleinholz L. H., F. Kimball i M. McGarvey — *Initial characterization of hyperglycemic (diabetogenic) hormone from the crustacean eyestalk*, Gen. Comp. Endocrinol. 8, 75—81, 1967.
- [20] Knowles F. G. W. — *Hormone production within the nervous system of a crustacean*, Nature 167, 564, 1951.
- [21] Knowles F. G. W. — *Endocrine activity in the crustacean nervous system*, Proc. Roy. Soc. B 141, 248—267, 1953.
- [22] Knowles F. G. W. — *The ultrastructure of a crustacean neurohaemal organ*, W: *Neurosecretion* (red.: H. Heller i R. B. Clark), 71—88, Academic Press, London 1962.
- [23] Kurup N. G. — *The incretory organs of the eyestalk and brain of the porcelain crab, Petrolisthes cinctipes Randall (Reptantia-Anomura)*, Gen. Comp. Endocrinol. 4, 99—112, 1964.
- [24] Matsumoto K. — *Morphological studies on the neurosecretion in crabs*, Biol. J. Okayama Univ. 4, 103—176, 1958.
- [25] Maynard D. M. — *Thoracic neurosecretory structures in Brachyura. I. Gross anatomy*, Biol. Bull. 121, 316—329, 1961a.
- [26] Maynard D. M. — *Thoracic neurosecretory structures in Brachyura. II. Secretory neurons*, Gen. Comp. Endocrinol. 1, 237—263, 1961b.
- [27] Passano L. M. — *Molting and its control*. W: *Physiology of Crustacea* (red.: T. H. Waterman), t. I, 473—536, Academic Press, New York 1960.
- [28] Pautsch F., A. Bomirski, T. Dominiczak, L. Nowińska, M. Szudarski i J. Tarzyńska-Kleineder — *Some morphological and physiological aspects of the internal secretion of the crab Rhithropanopeus harrisi (Gould) subsp. tridentata (Maitland)*, I Intern. Congress Endocrinol. Copenhagen, 1015, 1960.

- [29] Potter D. D. — *Observations on the neurosecretory system of portunid crabs*, II Intern. Symp. Neurosecr. Lund, 113—118, Springer, Berlin 1958.
- [30] Rangarao K. — *Isolation and partial characterization of the moult-inhibiting hormone of the crustacean eyestalk*, *Experientia* 21, 593—594, 1965.
- [31] Rehm M. — *Observations on the localization and chemical constitution of neurosecretory material in nerve terminals in Carcinus maenas*, *Acta Histochem.* 7, 88—106, 1959.
- [32] Szudarski M. — *Neurosecretion of the central nervous system of the crab, Rhithropanopeus harrisi (Gould) subspecies tridentata (Maitl.)*, *Acta Biol. Med. Soc. Sc. Gedan.* 7, 1—32, 1963.
- [33] Szudarski M. — *Struktury neurosekrecyjne u stawonogów*, *Przegl. Zool.* 8, 222—237, 1964.
- [34] Welsh J. H. — *The sinus gland and 24-hour cycles of retinal pigment migration in the crayfish*, *J. Exp. Zool.* 86, 35—49, 1941.
- [35] Welsh J. H. — *Neurohumors and neurosecretion*. W: *Physiology of Crustacea* (red.: T. H. Waterman), t. II, 281—311, Academic Press, New York 1961.

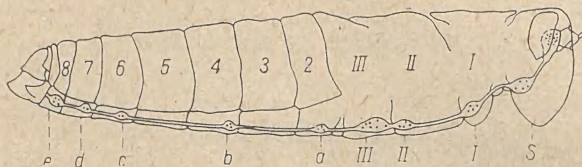
ZNACZENIE FUNKCJONALNE KOMÓREK NEUROSEKRECYJNYCH U OWADÓW*

Układy nerwowy i hormonalny współdziałają ze sobą w tworzeniu powiązania między poszczególnymi komórkami organizmu, dostosowując wewnętrzne procesy do zmian środowiska. Układ nerwowy umożliwia bardzo szybkie dostosowanie procesów wewnętrznych do zmian otoczenia, wykluczając tym samym udział układu hormonalnego, który dla swego działania wymaga znacznie więcej czasu. Powstawanie i uwalnianie do cieczy ciała hormonów jest zjawiskiem długotrwałym, dlatego też układ dokrewny kontroluje procesy długofalowe zachodzące w organizmie. Jednakże odrębności układu nerwowego i hormonalnego są tylko pozorne. Większość ośrodków hormonalnych jest pod bezpośrednią kontrolą układu nerwowego i odwrotnie — hormony regulują czynności układu nerwowego. Również sam układ nerwowy, wytwarzając różne substancje o charakterze hormonalnym (neurosekret), jest swego rodzaju układem wydzielania wewnętrznego. Ta funkcja układu nerwowego nie jest jeszcze dokładnie poznana i będzie tematem tego artykułu.

Oprócz substancji neurohumoralnych, takich jak ACh, adrenalina i inne, które są mediatorami podczas przekazywania impulsów nerwowych na synapsach, niektóre komórki nerwowe wytwarzają i uwalniają substancje działające podobnie jak hormony (Welsh, 1961). Mimo że komórki te mają zdolność odbierania i przewodzenia impulsów, ich aksony nie tworzą połączeń z innymi neuronami lub mięśniami, a tylko dochodzą do odpowiednich narządów neurohemalnych, takich, jak corpora cardiaca, corpora allata u owadów, narządy Schneidera u pajęczaków, płytki przyzwójowe u kosarzy, gruczoły zatokowe u skorupiaków i tylny płąt przysadki u kręgowców, albo dochodzą bezpośrednio do naczyń krwionośnych. U owadów, komórki neurosekrecyjne nie stanowią, jak u kręgowców, zwartej grupy umieszczonej w części głowowej organizmu. Poza komórkami neurosekrecyjnymi w mózgu występują u nich również grupy takich komórek w określonych węzłach wzdłuż łańcuszka nerwowego (rys. 1). Tworzą one skupienia komórek wyraźnie dających się odróżnić od zasadniczej struktury danego narządu zarówno dzięki swej budowie morfologicznej, jak i dzięki występowaniu na terenie ich cytoplazmy neurosekretu. Mianowicie obecność tej substancji pozwala na różnicowe wybarwienie komórek neurosekrecyjnych przy pomocy takich barwników, jak fuksyna aldehydowa (Cameron i Steele, 1959), tionina aldehydowa i błękit Wiktorii (Dogra i Tandan, 1964) lub hematoksylina chromowa z floksyną (Gomori, 1950). Stosunkowo niewiele jest danych co do tego

* Materiały z sesji naukowej poświęconej zjawiskom neurosekrecji w świecie zwierzęcym.

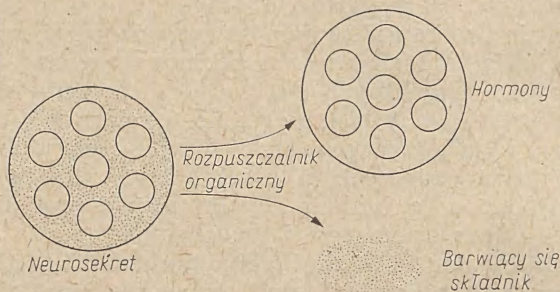
w jakiej formie hormony występują w tej wydzielinie. Obrazy uzyskane w mikroskopie elektronowym sugerują, że neurosekret występuje w postaci ziarenek otoczonych błoną, prawdopodobnie półprzepuszczalną. Zda-



Rys. 1. Rozmieszczenie komórek neurosekrecyjnych w zwojach łańcuszka nerwowego *Schistocerca gregaria* Forsk

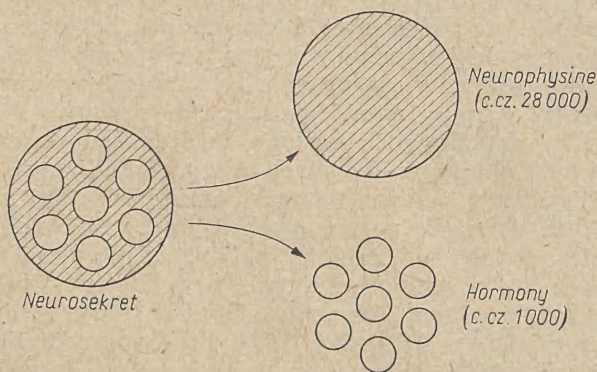
S — zwój podprzełykowy; I, II, III — zwoje tułowiowe, a—e zwoje odwłokowe (wg Delphin, 1963)

niem niektórych autorów ziarna te utworzone są z substancji białkowej (Carlisle i współprac. 1955), zawierającej aktywnie biologiczne polipeptydy. Związane mają one być z jakąś substancją przekaźnikową, która



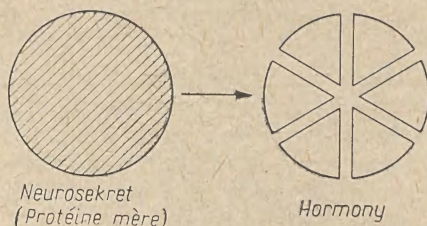
Rys. 2. Diagram przedstawiający skład neurosekrety (wg Scharrer i Scharrer, 1954)

może być wypłukana przez organiczne rozpuszczalniki, a zatem wydaje się mieć charakter lipidowy. Przy stosowaniu techniki Gomoriego według Scharrer i Scharrer (1954) barwi się tylko substancja przekaźnikowa,



Rys. 3. Diagram ilustrujący zależność między hormonami a substancją przekaźnikową ("neurophysine") neurosekrety (wg Acher i Fromageot, 1957)

a nie sam hormon (rys. 2). Inne koncepcje zakładają, że przy zastosowaniu wyżej wymienionych technik barwienia wykrywana jest również substancja przENOŚnikowa, ale że jest to związek o charakterze białkowym — „neurophysine” (Ascher i Fromageot, 1957) (rys. 3). Natomiast według Gabe (1960) wykrywaną substancją jest prekursor hormonów — „protéine mère” (rys. 4).



Rys. 4. Diagram przedstawiający neurosekret („protéine mère”) jako prekursor hormonów (wg Gabe, 1960)

Dokładniejsza analiza chemiczna neurosekretu owadów została przeprowadzona przede wszystkim na materiale ekstrahowanym z mózgów jedwabników. Dwie grupy badaczy japońskich, pracujących niezależnie od siebie w Instytucie Serologicznym w Tokyo i na Uniwersytecie w Kyoto, od 10 lat prowadzą te badania, przy czym nie doprowadziły one jeszcze do ostatecznego wyjaśnienia sprawy. Wyniki uzyskane przez grupę tokijską wskazywały na to, że czynnik neurohormonalny, występujący w mózgu jedwabników, który udało się uzyskać w formie krystalicznej i który wykazywał aktywność biologiczną, posiada cechy charakterystyczne dla steroidów. Działanie jego mogło być nawet imitowane przez takie związki jak cholesterol i jego pochodne (Kirimura i współprac. 1962). Prace badaczy z Kyoto, którzy analizowali wyciąg aktywny fizjologicznie, otrzymany również z mózgów jedwabników, wskazywały na jego białkowy charakter. Za wnioskiem tym przemawiały takie właściwości otrzymanego aktywnego biologicznie ekstraktu, jak rozpuszczalność w wodzie (a nie w eterze, jak donosili badacze tokijscy), następnie uleganie dializie, zależność podlegania inaktywacji termicznej od stopnia zakwaszenia środowiska — stosunkowo duża odporność na działanie wysokiej temperatury przy pH 6,0, frakcjonowanie wysalaniem siarczanem amonu i wreszcie inaktywacja pod wpływem nagazy — krystalicznej proteiny otrzymanywanej z *Bacillus subtilis*; choć jednocześnie badany wyciąg był odporny na działanie pepsyny i trypsyny (Ichikawa, Ishizaki, 1961, 1963).

Za białkowym charakterem neurohormonu izolowanego z mózgów a także ze zwojów brzusznych *Periplaneta americana* przemawiają również prace Gerscha i Stürzebechera (1967, 1968).

Pewnym pogodzeniem tych dwóch zupełnie odmiennych poglądów są wyniki ogłoszone ostatnio przez Kobayashi i Yamazaki z Tokyo (1966). Poddali oni szczegółowej analizie wyciąg uzyskany z jednego miliona mózgów jedwabników. Z tej ilości materiału otrzymali oni 60 μ g „surowego” ekstraktu, który wykazywał aktywność biologiczną i posiadał cechy właściwe białkom. Dalsze jednak frakcjonowanie tego ekstraktu poprzez rozdział chromatograficzny na kolumnie z Sephadexu i na celulozowych wymieniaczach jonowych wykazały w nim obecność związku o charakterze sterolu, który również odznaczał się wyraźną aktywnością

biologiczną. Autorzy konkludują zatem, że w mózgu owada występują dwa różne składniki wykazujące aktywność hormonalną, z których jeden ma charakter białkowy a drugi — sterolu. Konkluzja ta nie została jednak powszechnie przyjęta. Williams (1967), który od paru lat również prowadzi badania nad hormonem mózgu owadów, uważa, że sprawa pozostaje nadal otwarta. Zdaniem jego zbyt mało jest danych, które pozwoliłyby tę sprawę ostatecznie rozstrzygnąć, i nie można na razie wykluczyć innych możliwości, np. że neurohormon zawiera związki o charakterze mukopolisacharydów.

Omówione wyżej kłopoty z ustaleniem chemizmu wydzieliny komórek neurosekrecyjnych mózgu pozostają prawdopodobnie w związku z różnorodnością obrazów mikroskopowych tych komórek, które uzyskuje się przy pomocy wspomnianych już metod barwienia. Niektórzy autorzy, opierając się na różnicach wybarwienia poszczególnych komórek neurosekrecyjnych mózgu przez takie barwniki, jak błękit Wiktorii czy fuksyna aldehydowa, przypisują im różne znaczenie funkcjonalne (Delphin, 1963, Delépine, 1965). Trudno jednak rozstrzygnąć, czy takie stwierdzenie jest słuszne i czy to zróżnicowanie nie jest jedynie odbiciem różnic w aktualnym stanie fizjologicznym tychże komórek (Cymborowski, 1968).

Komórki neurosekrecyjne centralnego układu nerwowego kontrolują szereg procesów fizjologicznych u owadów. Jednym z nich, regulowanym przez wymienione komórki, jest aktywność lokomotoryczna tych zwierząt.

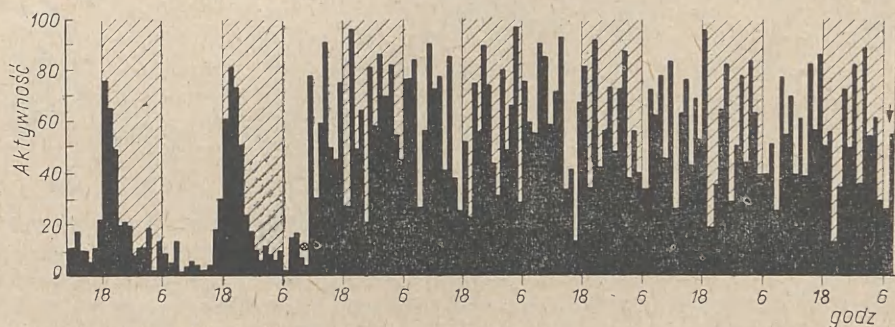
Liczne prace wykazały, że aktywność ruchowa owadów hodowanych w warunkach zmieniającego się światła i ciemności posiada charakter cykliczny (Cloudsley-Thompson, 1953, Harker, 1954, 1955, Roberts, 1960, 1962, 1965, Cymborowski, 1969 a). Wykazano również, że rytm dobowej aktywności ruchowej owadów ma charakter endogenny. Pierwszym doniesieniem sugerującym endogenność tego procesu u owadów była praca Harker (1954). Autorka zwróciła początkowo uwagę na powiązanie układu endokrynalnego z rytmiłą aktywności lokomotorycznej *Periplaneta americana*. Badania polegały na parabiotycznym łączeniu owadów nierytmicznych (hodowanych w warunkach stałego oświetlenia) z rytmicznymi (hodowanymi w warunkach zmieniającego się światła i ciemności). Po takim zabiegu określano aktywność ruchową w aktografii i stwierdzono, że owady nierytmiczne uzyskiwały rytmikę aktywności. Postulowano więc, że rytm aktywności lokomotorycznej *Periplaneta americana* zależy od obecności w hemolimfie lub tkankach organizmu jakiejś substancji. Dalsze poszukiwania szły w kierunku ustalenia miejsca wydzielania domniemanej substancji. Początkowo zauważono, że zdekapitowane owady, które mogą żyć i poruszać się przez kilka dni, a nawet tygodni, tracą swój pierwotny typ aktywności ruchowej (Harker, 1956; Eidman, 1956). Obserwacja ta nasuwała przypuszczenie, że poszukiwane centrum powinno się znajdować w części głowowej owada. Wyniki serii doświadczeń przeprowadzonych przez Harker (1955, 1960 a, b, c) wykazały, że zwój podprzelykowy, a ściślej komórki neurosekrecyjne w nim występujące są źródłem substancji mającej wpływ na aktywność dobową *Periplaneta americana*. Potwierdzenie tych danych uzyskano implantując do odwłoka zdekapitowanego arytmicznego karalucha zwój podprzelykowy od dawcy rytmicznego. Przez kilka dni aktywność ruchowa biorcy pozostawała rytmiczną (Harker, 1956).

Jednakże doświadczenia te nie zostały potwierdzone przez innych autorów. Stwierdzono, że usunięcie zwoju podprzelykowego u konika polnego

i ponowne jego wszczepienie nie powoduje powrotu tego owada do rytmicznej aktywności ruchowej (Fingerman i współprac. 1958). Podobnie Roberts (1966), powtarzając doświadczenia Harker, doszedł do wniosku, że implantując zwój podprzełykowy karalucha rytmicznego — biorcy nierytmicznemu nie można uzyskać rytmiki u tego ostatniego.

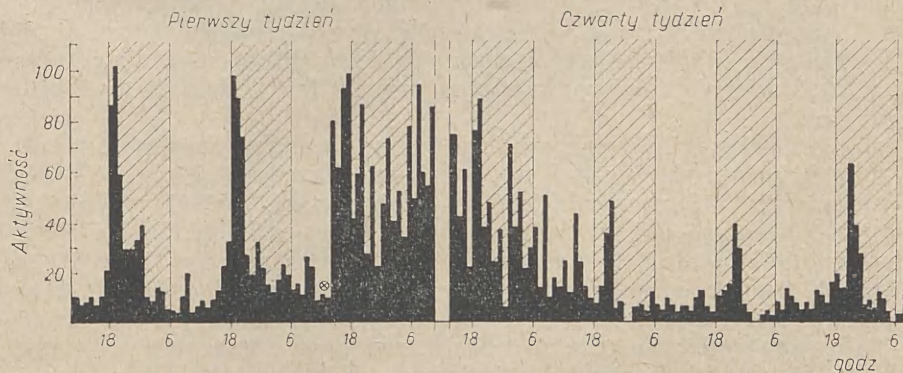
Jednocześnie były w literaturze sugestie, że komórki neurosekrecyjne mózgu biorą udział w regulacji aktywności ruchowej owadów (Eidman, 1956).

W serii doświadczeń przeprowadzonych na świerszczach domowych celem bliższego zbadania tego zagadnienia (Cymborowski 1969 a, b, c), wykazano, że zniszczenie komórek neurosekrecyjnych pars intercerebralis owadów rytmicznych prowadzi do natychmiastowej utraty ich cykliczności oraz powoduje powstanie hiperaktywności (rys. 5). Niektóre owady po operacji niszczenia pars intercerebralis wykazywały powrót do rytmiczności ruchowej po upływie około 3 tygodni od zabiegu (rys. 6). Jak



Rys. 5. Wykres aktywności lokomotorycznej świerszczy rytmicznych po wykonaniu zabiegu wypalania komórek neurosekrecyjnych pars intercerebralis. Moment wypalania zaznaczono na wykresie kółkiem (O). Zwraca uwagę natychmiastowa utrata rytmu aktywności oraz jej wysoki poziom utrzymujący się aż do śmierci owada (oznaczono strzałką)

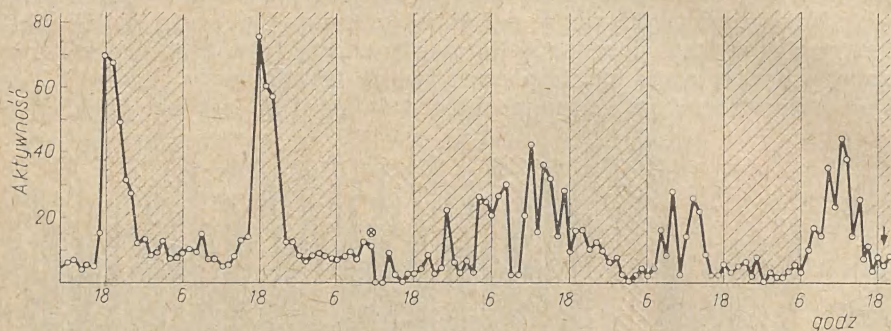
Słupki określają ilość ruchów na godzinę, pola zakreskowane — okresy ciemności (wg Cymborowskiego, 1968)



Rys. 6. Wykres aktywności ruchowej świerszczy, które odzyskały rytm po zabiegu wypalania komórek neurosekrecyjnych pars intercerebralis. Zwraca uwagę powrót do rytmu aktywności lokomotorycznej po upływie trzech tygodni od operacji (Oznaczenia jak na rys. 5) (wg Cymborowskiego, 1968)

wykazały badania histologiczne, w międzymózgowiu tych owadów stwierdzono czynne komórki neurosekrecyjne. Przeciwnie, u owadów, które rytmu nie uzyskały, komórek takich nie stwierdzono. Wydaje się więc, że obecność komórek neurosekrecyjnych w pars intercerebralis świadczy jest niezbędna przy utrzymywaniu rytmiki aktywności lokomotorycznej tych owadów.

W doświadczeniach z całkowitym usunięciem mózgu świadczy rytmicznych wykazano, że zwoj podprzelykowy bierze udział w regulacji aktywności ruchowej. Jednakże rytmika owadów po usunięciu mózgu różni się bardzo od normalnej, ponieważ jest przesunięta w fazie (rys. 7).



Rys. 7. Wykres aktywności ruchowej świadczy rytmicznych po usunięciu mózgu. Moment usunięcia oznakowano kółkiem (O). Zwraca uwagę przesunięcie szczytów aktywności ruchowej z okresu ciemności do okresu światła (wg Cymborowskiego)

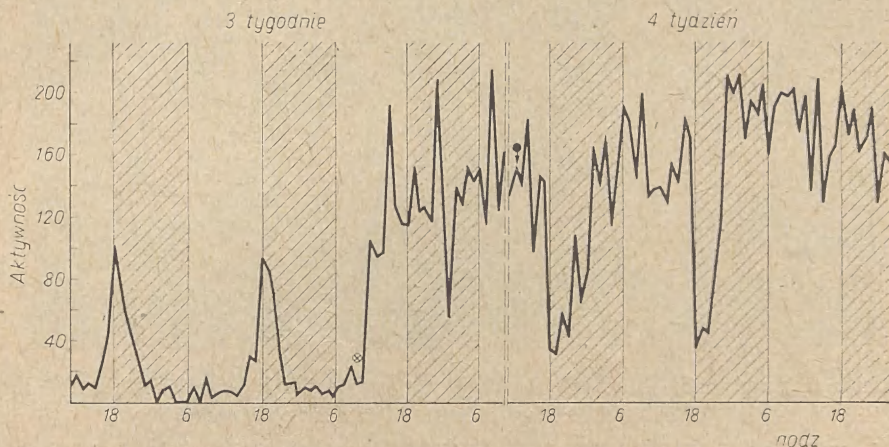
Szczyty aktywności lokomotorycznej nie występują natychmiast lub w godzinę po zapadnięciu ciemności, jak to jest u świadczy przed operacją, lecz przypadają na okres światła.

Mimo stwierdzenia, że komórki neurosekrecyjne pars intercerebralis świadczy biorą udział w kontroli aktywności ruchowej, to jednak po zastosowaniu transplantacji mózgu nie uzyskuje się powrotu owadów nierytmicznych (którym uprzednio zniszczono ich własne komórki neurosekrecyjne pars intercerebralis) do rytmiki. W doświadczeniach tych wykazano, jak się wydaje, że mózg wywiera działanie hamujące na aktywność lokomotoryczną (rys. 8). Mianowicie w pierwszej i drugiej dobie po implantacji mózgu od świadczy rytmicznych obserwuje się zahamowanie aktywności ruchowej trwające przez kilka godzin po zapadnięciu ciemności.

Badania autoradiograficzne mózgu i zwoju podprzelykowego świadczy rytmicznych i nierytmicznych pod względem aktywności lokomotorycznej (Cymborowski i Dutkowski, 1969, Cymborowski, 1969c) wykazały, że synteza RNA zachodzi w tych ośrodkach w sposób cykliczny. Również gromadzenie i uwalnianie neurosekrety w komórkach neurosekrecyjnych badanych tkanek odbywa się cyklicznie (Cymborowski, 1969c). Zmiany te przedstawia rysunek 9.

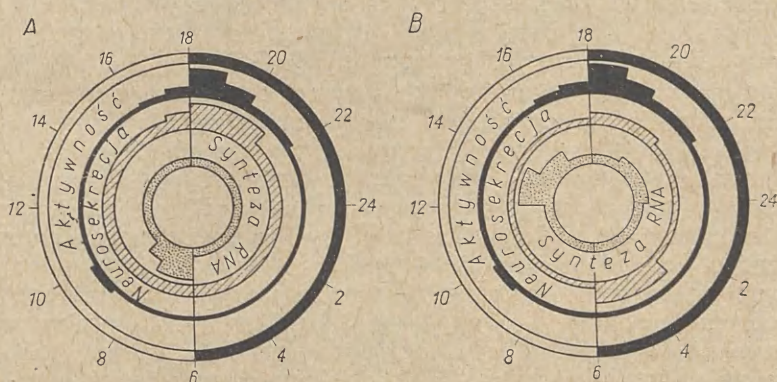
Na uwagę zasługuje fakt, że bodziec związany z przejściem świadczy z okresu ciemności do okresu światła powoduje stymulację syntezy RNA w komórkach neurosekrecyjnych pars intercerebralis (rys. 8a). Synteza RNA w komórkach neurosekrecyjnych zwoju podprzelykowego jest przesunięta w fazie, w związku z czym i gromadzenie neurosekrety jest również przesunięte (rys. 9a).

Na podstawie doświadczeń fizjologicznych, jak i badań histochemicznych komórek neurosekrecyjnych mózgu i zwoju podprzelykowego świerszczy w cyklu dobowym wysunięto hipotezę na temat neurohormonalnej regulacji aktywności lokomotorycznej tych owadów (rys. 10). Jak się wydaje, w mózgu owada występują ośrodki pobudzające (o.p.) aktywność ruchową. Neurosekret produkowany i uwalniany cyklicznie przez pars intercerebralis wywiera na te ośrodki działanie hamujące, co z kolei powoduje okresowe zahamowanie aktywności świerszcza. Po wyczerpaniu się substancji produkowanej przez komórki neurosekrecyjne pars inter-



Rys. 8. Wykres aktywności ruchowej świerszczy po wypaleniu komórek neurosekrecyjnych pars intercerebralis (O) oraz po implantacji mózgu od dawcy rytmicznego (o→). Zwraca uwagę spadek aktywności w pierwszym i drugim okresie ciemności (od godz. 18⁰⁰) po implantacji

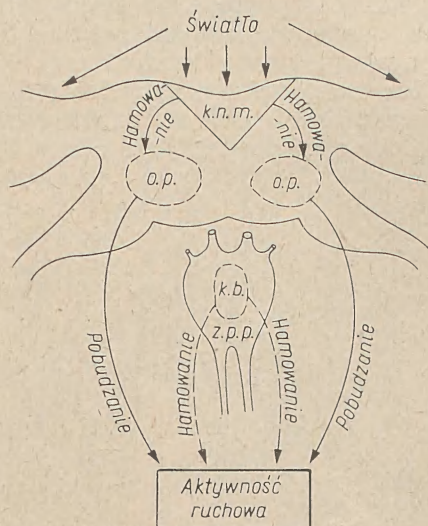
Obszary zakreskowane — okresy ciemności (wg Cymborowskiego, 1968)



Rys. 9. Diagramy przedstawiające syntezę RNA, gromadzenie neurosekrety w komórkach neurosekrecyjnych pars intercerebralis — A i w komórkach brzusznych zwoju podprzelykowego — B oraz aktywność ruchową w cyklu dobowym *Acheta domesticus* L.

Na czarno zaznaczono okres trwania ciemności (pierzścień zewnętrzny) oraz aktywność ruchową, pole zakreskowane oznacza gromadzenie neurosekrety, pole zakropkowane — poziom syntezy RNA (wg Cymborowskiego, 1968)

cerebralis uwalnia się substancja o podobnym działaniu z komórek brzusznych zwoju podprzelykowego (świadczy między innymi o tym fakt, że cykl gromadzenia i uwalniania neurosekreту z tych komórek jest prze-



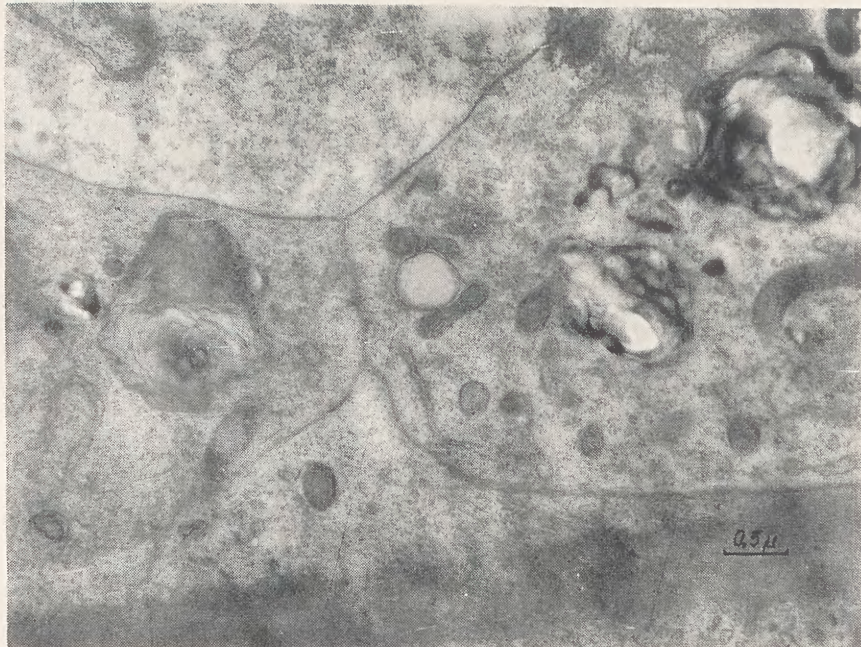
Rys. 10. Hipotetyczny schemat regulacji aktywności ruchowej świerszczy domowych przez ośrodki w mózgu i zwoju podprzelykowym

k. n. m. — komórki neurosekrecyjne pars intercerebralis, o. p. — ośrodki pobudzające, z. p. p. — zwój podprzelykowy, k. b. — komórki brzuszne zwoju podprzelykowego (wg Cymborowskiego, 1968)

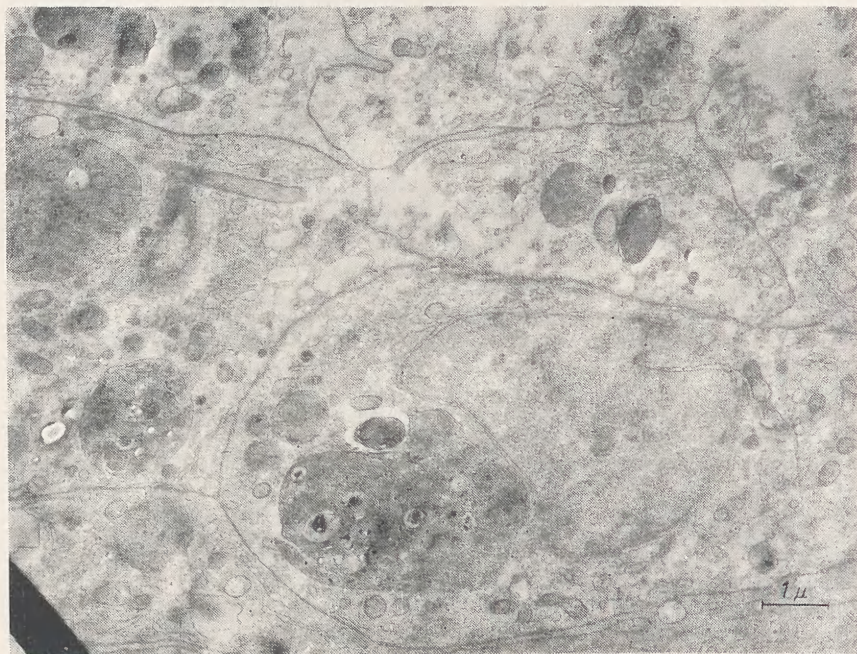
sunięty w fazie o około 6 godzin w stosunku do tego cyklu występującego w pars intercerebralis). Dopiero wyczerpanie się substancji uwolnionej przez komórki brzuszne zwoju podprzelykowego prowadzi do gwałtownego wzrostu aktywności lokomotorycznej świerszczy (godz. 18—19). Cały ten mechanizm, jak się wydaje, uruchamiany jest przez rytmiczne zmiany światła i ciemności (Cymborowski, 1968).

Regulacja zmiany ubarwienia owadów jest innym procesem kontrolowanym również przez komórki neurosekrecyjne ośrodkowego układu nerwowego. U owadów występują dwa typy przystosowywania swojego zabarwienia do warunków środowiska: fizjologiczny i morfologiczny. Pierwszy z nich polega na przemieszczeniu się ziarenek pigmentu wewnątrz komórek barwnikowych, drugi zaś na wytwarzaniu barwników w zależności od otoczenia. Oba te sposoby są kontrolowane przez czynniki hormonalne wytwarzane w corpora allata (*Locusta migratoria*) lub przez chromatotropiny produkowane w mózgu i w corpora cardiaca (u *Carausius*). Wyciągi z tych narządów powodują zmianę zabarwienia pokryw ciała. Dupont-Raabe (1956, 1957) wykazała, że komórki neurosekrecyjne znajdujące się w tritocerebrum u *Phasmodae* są szczególnie bogate w hormony regulujące ubarwienie owada — chromatotropiny. Wcześniejsze badania tej autorki (Dupont-Raabe, 1951, 1952) wykazały, że chromatotropiny pochodzące z corpora cardiaca *Phasmodae* mają takie same właściwości jak chromatotropiny zwoju mózgowego, co wskazywałoby na przejściowe gromadzenie się ich w c. cardiaca.

Jednym z procesów, w którym główna rola przypada komórkom neu-



Rys. 11. Komórki oögonialne przedpoczwarek *Galleria mellonella*. Widoczne figury mielinowe na terenie cytoplazmy (Przełęcka, niepublikowane)



Rys. 12. Komórki oögonialne przedpoczwarek *Galleria mellonella*. Widoczne figury o charakterze cytolizosomów (Przełęcka, niepublikowane)

rosekrecyjnym centralnego układu nerwowego owadów, jest diapauza. Występuje ona w różnych okresach rozwoju tych zwierząt w zależności od gatunku. Występuje więc diapauza embrionalna, larwalna, poczwarkowa oraz imaginalna. Wszystkie te rodzaje, jak wykazały badania, są wywoływane działaniem substancji neurosekrecyjnej.

Diapauza embrionalna, jak wykazały liczne doświadczenia, jest wywoływana przez określony hormon-inhibitor produkowany w zwoju podprzelykowym (Fukuda, 1951 a, b, c, Hesegawa, 1952, Morohoshi, 1959). Zatrzymanie rozwoju jaj u *Orygia antiqua* L. następuje wtedy, gdy gąsienice po wylęgu hoduje się w warunkach krótkiego dnia (10—12 godz. światło w ciągu doby). Fotoperiod długiego dnia (18 godz. światła na dobę) prowadzi do składania przez te owady jaj rozwijających się aktywnie z pominięciem diapauzy embrionalnej. Okazało się, że ważną rolę w regulacji tego procesu odgrywa zwój podprzelykowy. Po usunięciu go u poczwerek owady dorosłe składały jaja rozwijające się aktywnie (bez diapauzy), mimo stosowania warunków krótkiego dnia. Jednocześnie obserwowano zmiany cytologiczne w komórkach neurosekrecyjnych zwoju podprzelykowego u tych owadów rozwijających się normalnie i przechodzących diapauzę embrionalną.

Williams i Adkisson (1964) stwierdzili, że rozwój poczwerek *Antheraea pernyi* w warunkach długiego dnia (15—18 godz. co odpowiada długości dnia w okresie późnej wiosny i wczesnego lata) odbywa się bez zahamowań; w warunkach krótkiego dnia (poniżej 14 godz., co odpowiada długości dnia w okresie późnego lata i jesieni) ulega on zahamowaniu i poczwarki wchodzi w okres diapauzy. Liczne doświadczenia Williamsa (1946, 1947, 1949, 1952), oparte na transplantacji mózgu *Platysamia cecropia*, wykazały, że diapauza w stadium larwy i poczwarki zachodzi tylko przy nieobecności ekdyzonu, hormonu produkowanego przez gruczoły protorakalne. Natomiast gruczoły protorakalne, jak wiadomo, są pod wpływem komórek neurosekrecyjnych pars intercerebralis, pośrednio więc diapauza larwalna i poczwarkowa jest regulowana przez te właśnie komórki. W czasie diapauzy poczwarkowej obserwuje się dwie główne zmiany w komórkach neurosekrecyjnych mózgu. U niektórych owadów, jak *Mimas tiliae* (Highnam, 1958), następuje „opróżnianie” komórek neurosekrecyjnych, u innych przeciwnie, następuje nagromadzanie neurosekretu, jak u *Pieris brassicae* (Rehm, 1951). Na uwagę zasługuje również fakt, że u „diapauzujących” poczwerek jedwabnika morwowego w zwoju podprzelykowym występuje prawie dwukrotnie więcej dużych, o średnicy ponad 30 μ , komórek neurosekrecyjnych niż u form aktywnych.

Według licznych autorów diapauza larwalna podlega temu samemu mechanizmowi regulacji co i diapauza poczwarkowa, a więc inaktywacji systemu mózg-gruczoły protorakalne (Gilbert, 1964, Beck, 1963). Najbardziej wyraźne zmiany podczas diapauzy larwalnej zachodzą w środkowych komórkach mózgu (tzw. A). Prawie we wszystkich przypadkach obserwuje się w tych komórkach nagromadzenie neurosekretu podczas diapauzy. Wykazano również, że przejście z diapauzy do aktywnego trybu życia (reaktywacja) odbywa się przy udziale różnych elementów układu neurosekrecyjnego.

Diapauzę imaginalną znamionuje przede wszystkim zahamowanie rozwoju gonad. Stwierdzono, że w tym okresie u stonki, u której dojrzewanie gonad zależy od aktywności corpora allata, gruczoły te są bardzo słabo rozwinięte. Z drugiej strony wiadomo, że aktywność corpora allata

zależy od fotoperiodu; stosowanie długiego dnia pobudza je, krótkiego — hamuje. Jednakże zależność ta nie jest taka prosta, ponieważ, jak wynika z wielu obserwacji, stosowanie długiego dnia aktywuje również komórki neurosekrecyjne mózgu owadów. Aktywacja zatem corpora allata odbywa się za pośrednictwem tych właśnie komórek neurosekrecyjnych (Gilbert, 1964).

Poza omówionymi wyżej, jedną z ważniejszych i najwcześniej poznanych funkcji układu neurohormonalnego jest regulacja wzrostu i metamorfozy owadów. Badania nad tymi zjawiskami zostały zapoczątkowane przez klasyczne już dzisiaj prace Kopcia (1912, 1917, 1922), Wiggleswortha (1934, 1936) i Fraenkla (1935). Autorzy ci pierwsi wykazali, że dla prawidłowego przebiegu procesów przeobrażenia u owadów niezbędny jest dopływ substancji produkowanych w ich mózgu. Wykonanie przewiązki za segmentem głowowym, powodującej odcięcie tego dopływu, wywołuje u przedstawicieli różnych rzędów zahamowanie przeobrażenia. Dalsze badania wielu autorów pozwoliły na ustalenie schematu powiązań funkcjonalnych między komórkami neurosekrecyjnymi mózgu i gruczołami wydzielania wewnętrznego: corpora cardiaca, i corpora allata oraz gruczoły protorakalne. Neurosekret produkowany w mózgu, nazywany przez niektórych autorów, jak już wspomniano, hormonem mózgowym lub hormonem aktywującym, stymuluje aktywność wydzielniczą gruczołów protorakalnych produkujących ekdyzon. Zależnie od aktualnej przewagi w organizmie tego ostatniego lub hormonu juwenalnego, owad przechodzi okresy linek i przeobrażenia lub pozostaje w okresach ciągłego wzrostu, charakterystycznego dla okresów międzylinkowych. Przebieg tych ostatnich procesów uwarunkowany jest zatem obecnością w hemolimfie odpowiednich ilości ekdyzonu.

Wśród wielu procesów, które składają się na całość zjawiska przeobrażenia, najważniejszy z punktu widzenia utrzymania gatunku jest proces dojrzewania gonad. Podobnie też, jak u kregowców, rozwój ten podlega regulacji neurohormonalnej. Szczególnie dużo uwagi poświęcono badaniu regulacji rozwoju oocytów. U wielu gatunków owadów, przedstawicieli różnych rzędów, zaobserwowano korelację między obrazem cytologicznym komórek neurosekrecyjnych mózgu a stopniem rozwoju ich oocytów (Dupont-Raabe, 1951, 1956). U *Schistocerca gregaria* po eksperymentalnym zahamowaniu rozwoju oocytów — poprzez prowadzenie hodowli tylko osobników żeńskich, bez męskich, komórki neurosekrecyjne mózgu wypełnione były obficie neurosekretem. Przywrócenie normalnych warunków hodowli przez wprowadzenie dorosłych samców powodowało przywrócenie normalnego rozwoju oocytów, jednocześnie obserwowano u tych samiczek znikanie neurosekretu z komórek neurosekrecyjnych mózgu (Highnam, 1962a, 1962b.). Na podstawie wyników tych prac, jak i prac wielu innych autorów, można przypuszczać, że neurosekret kieruje rozwojem oocytów, szczególnie zaś procesem odkładania się w nich żółtka, poprzez stymulowanie aktywności wydzielniczej corpora allata (Thomas Alain, 1964, Nayar, 1958, Thomsen, 1948, Engelman, 1957). Czy czynnik gonadotropowy produkowany przez te gruczoły jest identyczny z wydzielanym przez nie hormonem juwenalnym — właściwie nie bardzo wiadomo. Przyjmuje się jednak, że jeżeli substancje te nie są identyczne, to przynajmniej bardzo bliskie pod względem charakteru chemicznego i sposobu działania (Davey, 1967).

Poza tą funkcją aktywowania corpora allata, neurosekret produkowa-

wany w mózgu owada kontroluje w jakiś nie znany jeszcze dokładniej sposób, poziom białek w hemolimfie. Charakterystyczny dla okresu bezpośrednio poprzedzającego witellogenezę wzrost ilości białek w hemolimfie zależy od obecności czynnych wówczas komórek neurosekrecyjnych w mózgu. Usunięcie ich powoduje u szarańczy spadek poziomu białek w hemolimfie i, co za tym idzie, zahamowanie witellogenezy (Hill, 1962).

Omówione pokrótce prace dotyczące regulacji rozwoju oocytów na drodze: neurosekret-corpora allata oparte były na wynikach eksperymentów przeprowadzonych głównie na przedstawicielach rzędu orthoptera. Ogromna różnorodność form w świecie owadów przystosowanych do krańcowo nieraz różnych warunków bytowania, sprawiła zapewne, że regulacja tak zasadniczego procesu, jak rozwój i dojrzewanie ich gonad, może przebiegać rozmaicie. Na przykład u *Lepidoptera* — dane eksperymentalne wielu autorów przemawiają za tym, że produkcja hormonalna corpora allata nie jest niezbędna do normalnego przebiegu rozwoju i witellogenezy w ich oocytach (Bounhiol, 1942, Rehm, 1951, Williams, 1959, Röller, 1962). Istnieją natomiast prace, które wskazują na to, że za rozwój oocytów u tego rzędu owadów odpowiedzialny jest układ: neurosekret-grucoły protorakalne (Williams, 1952, 1954, Dutkiewicz, Przełęcka, 1969). Z badań prowadzonych na *Galleria mellonella* wynika, że układ ten odpowiedzialny jest nie tylko za prawidłowy przebieg witellogenezy, ale także za pierwsze stadia różnicowania oocytów (Dutkowski, Przełęcka, 1968). Jeżeli przedpoczwarkom *Galleria mellonella*, a więc osobnikom znajdujących się około 24 godzin przed przewidywaną linką poczwarczą, założyć przewiązkę odcinającą z nich dopływ do hemolimfy neurosekretu i hormonów produkowanych przez corpora allata i grucoły protorakalne — obserwuje się zahamowanie rozwoju oocytów. Replikacja DNA i podziały mitotyczne oogonii odbywające się w tym czasie przy normalnym rozwoju, na skutek eksperymentu stopniowo ustają. W strukturze, a także ultrastrukturze komórek oogonialnych zaczynają występować zmiany prowadzące w efekcie do degeneracji (rys. 11, 12). Wynikiem tych zjawisk jest zahamowanie wytwarzania przez oogonia oocytów i towarzyszących im trofocytów, jak przy prawidłowym rozwoju, co w konsekwencji hamuje proces formowania się rureczek jajnikowych.

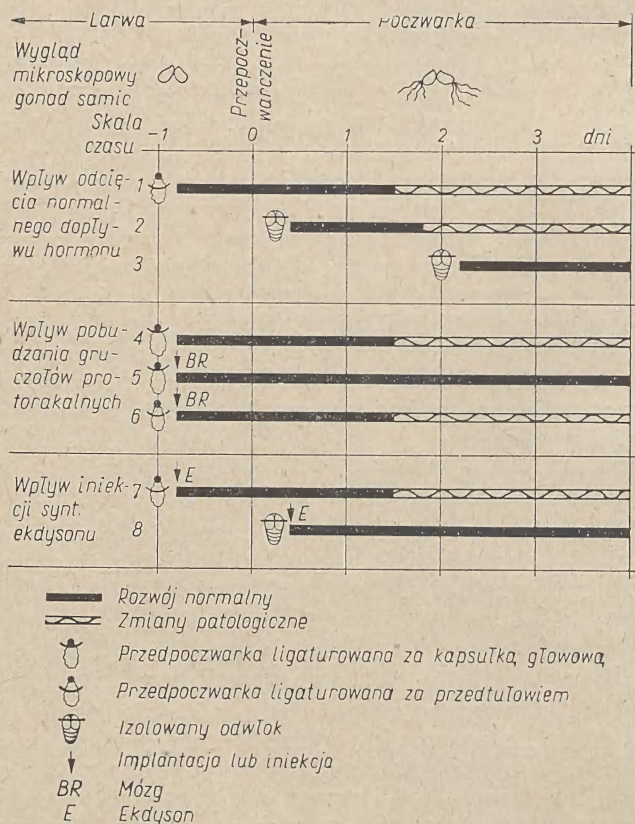
Można nie dopuścić do tych zmian, jeżeli przewiązkę wykona się na przedpoczwarcie w ten sposób, że odcina się tylko mózg i corpora allata. Jeżeli następnie wszczepi się tym owadom do jamy ciała mózg innego owada, wówczas następuje niejako rekonstytucja układu: neurosekret-grucoły protorakalne. Układ taki, sądząc po efektach, zaczyna działać — mianowicie komórki oogonialne pozostają w fazie aktywności mitotycznej, wyróżnicowują się z nich oocyty i trofocyty, z których formują się pęcherzyki jajowe tworzące prawidłowe rureczki jajnikowe.

Ponieważ efekt powyższy można było uzyskać przez pobudzenie działaniem neurosekretu czynności wydzielniczej gruczołów protorakalnych, wydawało się, że można go również osiągnąć przy wykluczeniu zarówno mózgu, corpora allata, jak i gruczołów protorakalnych, działaniem samego ekdyzonu. Wydawało się zatem, że jeżeli przedpoczwarkom z przewiązką założoną za segmentem protorakalnym (a więc odcinającą także dopływ hormonu produkowanego przez te grucoły, wprowadzić odpowiednią dawkę czystego ekdyzonu — różnicowanie komórek oogo-

niałych powinno przebiegać normalnie. Wyniki tak przeprowadzonego eksperymentu nie potwierdziły jednak powyższych przypuszczeń. U przedpoczwarek sam ekdyzon nie zastępował w stymulowaniu pierwszych stadiów rozwoju oocytów układu: mózg-gruczoły protorakalne. Zastępował go natomiast całkowicie u osobników, które przeszły przez krytyczny, jak się okazuje, okres linki poczwarczej. Gdy do izolowanych odwłoków młodych, parogodzinnych poczwarek wstrzyknięto odpowiednią dawkę ekdyzonu, owariole ich, w odróżnieniu do analogicznych osobników, którym iniekcji takiej nie przeprowadzano, różnicowały się prawidłowo (rys. 13).

Z omówionych doświadczeń nasuwa się przypuszczenie, że widocznie dla prawidłowego zachodzenia wczesnych stadiów rozwoju owarioli neurosekret produkowany przez mózg owada potrzebny jest nie tylko jako stymulator aktywności wydzielniczej gruczołów protorakalnych, prawdopodobnie odgrywa on jeszcze jakąś inną, bliżej nie zdefiniowaną, ale również ważną rolę.

Jak widać z powyższego krótkiego przeglądu w organizmie owada, podobnie jak u zwierząt kręgowych, wiele jego funkcji życiowych regulowanych jest na drodze neurosekrecyjnej. Niekiedy regulacja ta wydaje



Rys. 13. Wpływ sekretu mózgu i gruczołów protorakalnych oraz syntetycznego ekdyzonu na wczesne stadia różnicowania się gonad *Galleria mellonella* (wg Dutkowskiego i Przełęckiej, 1968)

się przebiegać bezpośrednio, jak np. w przypadku hamowania aktywności ruchowej owada, niekiedy zaś pośrednio, drogą stymulowania odpowiednich gruczołów hormonalnych, jak w przypadku stymulowania rozwoju jego gonad. Bliższe poznanie tych zależności ważne jest nie tylko z tych względów, że może kiedyś pozwoli człowiekowi na praktyczną, rozsądną ingerencję w regulację rozwoju całych populacji owadów (walka ze szkodnikami!), ale odkrywa również szereg pasjonujących prawidłowości biologicznych.

LITERATURA

- [1] Acher R. and Fromageot C. — *The relationship of oxytocin and vasopressin to the active protein of posterior pituitary origin. Studies concerning the existence or nonexistence of a single neurohypophysial hormone.* In "The Neurohypophysis" (H. Heller, ed.), 39—50. Butterworths, London 1957.
- [2] Beck S. D. — *Physiology and ecology of photoperiodism.* Bull. Ent. Soc. Amer. 9 8—16, 1963.
- [3] Bounhiol J.J. — *L'ablation des corps allates au dernier age larvaire n'affecte pas, ulterieurement, la reproduction chez Bombyx mori* C.r. hebdomadaire. Seanc. Acad. Sci. Paris, 215, 334—336 1942.
- [4] Cameron M. L. and Steele J.E. — *Simplified aldehyde fuchsin staining of neurosecretory cells.* Stain Technol. 34 265—66, 1959.
- [5] Carlisle D.B., Dupont-Raabe M. and Knowles F. G. — *Recherches préliminaires relatives à la séparation et à la comparaison des substances chromactives des Crustacees et des Insectes.* Compt. rend. Acad. sci., Paris, 240, 665, 1955.
- [6] Cloudsley-Thompson J.L. — *Studies in the diurnal rhythms. III. Photoperiodism in the cockroach Periplaneta americana* (L.) Ann. Mag. Nat Hist. 6, 705—716, 1953.
- [7] Cymborowski B. — *Badania nad neurohormonalną regulacją dobowego cyklu aktywności ruchowej świerszcza domowego (Acheta domesticus).* Praca doktorska bibl. UW, 1968.
- [8] Cymborowski B. — *The effect of light on the circadian rhythm of locomotor activity of the house cricket (Acheta domesticus L.)* Zool. Poloniae, 19, 85—95, 1969a.
- [9] Cymborowski B. — *Investigations on the neurohormonal factors controlling circadian rhythm of locomotor activity in the house cricket (Acheta domesticus L.). The role of the brain and suboesophageal ganglion.* Zool. Poloniae. (w druku) 1969b.
- [10] Cymborowski B. — *Investigations on the neurohormonal factors controlling circadian rhythm of locomotor activity in the house cricket (Acheta domesticus L.) II. Daily histochemical changes in the neurosecretory cells of the pars intercerebralis and suboesophageal ganglion.* Zool. Poloniae (w druku), 1969c.
- [11] Cymborowski B. and Dutkowski A. — *Circadian changes in RNA synthesis in the neurosecretory cells of the brain and suboesophageal ganglion of the house cricket.* J. Insect Physiol. 15, 1187—1197, 1969.
- [12] Davey K.G. — *The physiology of reproduction. Some lessons from insects.* Insects and Physiology, eds: Beament, Trekarne, Oliver a. Boyd, Edinburgh, London, 351, 1967.
- [13] Delépine Y. — *Recherches sur la neurosecrétion dans l'ensemble du*

- système nerveux central d'un Lépidoptère, *Galleria mellonella*, Bull. Soc. Zool. France 90, 525—540, 1965.
- [14] Delphin F. — *Histology and possible function of neurosecretory cells in the neutral ganglia of Schistocerca gregaria* Forsch. Nature, Lond., 200 913—915, 1963.
- [15] Dogra G.S., Tandan B.K. — *Adaptation of certain histological techniques for in situ demonstration of the neuroendocrine system of insects and other animals*. Q. J. Micr. Sci., 105, 455—466, 1964.
- [16] Dupont-Raabe M. — *Etude morphologique et cytologique cerveau de quelques Phasmides*, Bull. Soc. zool. France, 76, 386—397, 1951.
- [17] Dupont-Raabe M. — *Contribution à l'étude du rôle endocrine du cerveau motament de la pars intercerebralis chez les Phasmides*. Arch. Zool. exp. Gén. 89, 128—138, 1952.
- [18] Dupont-Raabe M. — *Quelques données relatives aux phénomènes de neuro-sécrétion chez les Phasmides*. Ann. Sci. Nat. Zool. 18, 293—303, 1956.
- [19] Dupont-Raabe M. — *Les mécanisme de l'adaptation chromatique chez les Insectes*. Arch. Zool. exp. gén. 94, 61—294, 1957.
- [20] Dutkowski A., Przełęcka A. — *Influence of crystallized ecdysone on the metabolism of nucleic acids in the early developmental stages of ovarioles of Galleria mellonella L.* Abstr. of communication; XIII Intern. Congress of Entomology, Moskwa 1968, 68, 1968.
- [21] Dutkowski A., Przełęcka A. — *Cellular response in the female gonads of Galleria mellonella L. (Lepidoptera) to the experimental disturbances in the normal supply of hormones*. Zool. Polon, 19, 151—166, 1969.
- [22] Eidman H. — *Über rhythmische Erscheinungen bei der Stabheuschrecke Carausius morosus*. Z. Vergl. Physiol. 38. 370—390, 1956.
- [23] Engelmann F. — *Die Steuerung der Ovarfunktion bei der ovoviparen Schabe Leucophaea maderae (Fabr.)*. J. Insect. Physiol., 1, 257—278, 1957.
- [24] Fingerman M., Lago A.D. and Lowe M.E. — *Rhythms of locomotor activity and oxygen consumption of the grasshopper, Romalea microptera*. Amer. Mid. Nat. 59, 58—66, 1958.
- [25] Fraenkel G. — *A hormone causing pupation in the blow fly Calliphora erythrocephala*. Proc. Roy. Soc., B. 118 1—12, 1935.
- [26] Fukuda S. — *Alteration of voltinism in the silkworm by decapitating the pupa*, Zool. Mag. Jap. 60, 119—121, 151a.
- [27] Fukuda S. — *Factors determining the production of nondiapauses eggs in the silkworm*. Proc. Jap. Acad. 27, 582—586, 1951b.
- [28] Fukuda S. — *The production of the diapause eggs by transplanting the suboesophageal ganglion in the silkworm*. Proc. Jap. Acad. 27, 672—677, 1951c.
- [29] Gabe M. — *Présence de composés décélabes par la réaction à l'acide périodique-Schiff dans le produit de neurosécrétion hypothalamique chez quelques Vertébrés*. Comt. Rend. Acad. sci. Paris. 250, 937—939, 1960.
- [30] Gersch M., Stürzebecker J. — *Zur Frage der Identität und des Vorkommens von Neurohormon D in verschiedenen Bereichen des Zentralnervensystems von Periplaneta americana*. Zeitschr. für Naturforsch. 226, 563, 1967.
- [31] Gersch M., Stürzebecker J. — *Weitere Untersuchungen zur Kennzeichnung des Aktivationshormons der Insohlenhäutung*. J. Insect. Physiol., 14, 87—96, 1968.
- [32] Gilbert L. I. — *Physiology of growth and development: endocrine aspects*. In "The Physiology of Insecta" 1, 149—225, 1964.

- [33] Gomori G. — Aldehyde fuchsin a new stain for elastic tissue. *Amer. J. Clin. Path.*, 20, 665—666, 1950.
- [34] Harker J.E. — Diurnal rhythms in *Periplaneta americana* L. *Nature, Lond.* 173, 689—690, 1954.
- [35] Harker J.E. — Control of diurnal rhythms of activity in *Periplaneta americana* L. *Nature, Lond.* 175, 773, 1955.
- [36] Harker J.E. — Factors controlling the diurnal rhythm of activity of *Periplaneta americana* L. *J. exp. Biol.* 33, 224—234, 1956.
- [37] Harker J.E. — The effect of perturbations in the environmental cycle of the diurnal rhythm of activity of *Periplaneta americana* L. *J. exp. Biol.* 37, 154—163, 1960a.
- [38] Harker J.E. — Endocrine and nervous factors in insect circadian rhythms. *Cold Spr. Harb. Symp. quant. Biol.* 25, 279—287, 1960b.
- [39] Harker J.E. — Internal factors controlling the suboesophageal ganglion neurosecretory cycle in *Periplaneta americana* L. *J. exp. Biol.* 37, 164—170, 1960c.
- [40] Hesegawa K. — Studies on the voltinism in the silkworm *Bombyx mori*. *Nature, Lond.* 179, 1300—1301, 1952.
- [41] Highnam K.C. — Activity of the brain corpora cardiaca system during pupal diapause "break" in *Mimas tiliae*. *Quart. J. Micr. Sci.*, 99, 73—88, 1958.
- [42] Highnam K.C. — Neurosecretory control of ovarian development in *Schistocerca gregaria*. *Q. J. Micr. Sci.*, 103, 57—72, 1962a.
- [43] Highnam K.C. — Neurosecretory control of ovarian development in the desert locust. In *Neurosecretion*: 379, 90. Ed.: H. Heller, R.B. Clark, Ac. Press, London, 1962b.
- [44] Hill L. — Neurosecretory control of the haemolymph protein concentration during ovarian development in the desert locust, *J. Insect. Physiol.*, 8, 600—610, 1962.
- [45] Ichikawa M., Ishizaki H. — Brain hormone of the silkworm, *Bombyx mori*. *Nature, Lond.* 191, 933—34, 1961.
- [46] Ichikawa M., Ishizaki H. — Protein nature of the brain hormone of insects. *Nature, Lond.* 198, 308—9, 1963.
- [47] Kirimura Jiro, Mieko Saito, Masatoshi Kobayashi — Steroid hormone in an insect, *Bombyx mori*. *Nature* 195, 4842, 729—30, 1962.
- [48] Kobayashi M., Yamazaki M. — The proteinic brain hormone in an insect, *Bombyx mori* L. *Appl. Ent. Zool.*, 1, 53—60, 1966.
- [49] Kopeć S. — Badania doświadczalne nad przeobrażeniem owadów. *Rozp. Wydz. mat. przyr. A.U. Kraków, seria B*, 57, 1—50, 1917
- [50] Kopeć S. — Studies on the necessity of the brain for the inception of insect metamorphosis. *Biol. Bull.*, 42 322—344, 1922.
- [51] Kopeć S. — Über die Funktionen des Nervensystems der Schmetterlinge Während der sukzessiven Stadien ihrer Metamorphose. *Zool. Anz.* 40 353—364, 1912.
- [52] Morohoshi S. — Hormonal studies on the diapause and nondiapause eggs of the silkworm *Bombyx mori* L. *J. Insect Physiol.* 3, 28—40, 1959.
- [53] Nayar K.K. — Probable endocrine mechanism controlling oviposition in the insect *Ipitha limbata* Stal. *Zweites Int. Symp. über Neurosekretion*, Lund, 1957, Berlin (Springer) 102—104, 1958.
- [54] Rehms M. — Die zeitliche Folge der Tätigkeitsrhythmen inkretorischer Organe von *Ephastia kühniella* während der Metamorphose und des Imaginallebens. *Roux Arch. f. Entw.* 145 205—248, 1951.

- [55] Roberts S.K. De F. — *Circadian activity rhythms in cockroach. I. The free-running rhythm in steady-state.* J. Cell. Comp. Physiol. 55, 99—110, 1960.
- [56] Roberts S.K. De F. — *Circadian activity rhythms in cockroach. II. Entrainment and phase shifting.* J. Cell Comp. Physiol. 59, 175—186, 1962.
- [57] Roberts S.K. De F. — *Photoreception and entrainment of cockroach activity rhythms.* Science. 148, 958—959, 1965.
- [58] Roberts S.K. De F. — *Circadian activity rhythms in cockroach. III. The role of endocrine and neural factors.* J. Cell. Com. Physiol. 67, 473—486, 1966.
- [59] Rölller H. — *Über den Einfluss der Corpora allata auf den Stoffwechsel der Wachsmotte.* Naturwissenschaften, 49, 524, 1962.
- [60] Scharrer E. and Scharrer B. — *Hormones produced by neurosecretory cells.* Recent Progr. Hormone Research, 10, 183—232, 1954.
- [61] Thomas Alain — *Recherches expérimentales sur le controle endocrine de l'ovogenese ches Gryllus domesticus (L. Orthoptere).* C.R. Acad. Sc. Paris, 259, 1561—64, 1964.
- [62] Thomsen E. — *Effect of removal of neurosecretory cells in the brain of adult Calliphora erythrocephala Meign.* Nature, Lond. 161, 439, 1948.
- [63] Welsh J.H. — *Neurohumors and neurosecretion.* In "The Physiology of Crustacea". Ed. H. Waterman Academic Press New York. — London, t. II, 281—311, 1961.
- [64] Wigglesworth V.B. — *The physiology of ecdysis in Rhodnius prolixus (Hemiptera). II. Factors controlling moulting and "metamorphosis".* Quart. J. Micr. Sci., 77, 191—222, 1934.
- [65] Wigglesworth V.B. — *The function of the corpus allatum in the growth and reproduction of Rhodnius prolixus (Hemiptera).* Q. J. Micr. Sci., 72, 91—121, 1936.
- [66] Williams C.M. — *Physiology of insect diapause. I. The role of the brain in the production and termination of pupal dormancy in the giant silkworm Platysamia cecropia.* Biol. Bull, 90, 234—243, 1946.
- [67] Williams C.M. — *The function of the brain in terminating pupal diapause in the giant silkworm Platysamia cecropia.* Anat. Rec. 99, 671, 1947.
- [68] Williams C.M. — *The prothoracic glands in insects in retrospect and in prospect.* Biol. Bull. 97, 111—114, 1949.
- [69] Williams C.M. — *Physiology of insect diapause. IV. Hhe brain and prothoracic glands as an endocrine system in the Cecropia silkworm.* Biol. Bull. 103, 120—138, 1952.
- [70] Williams C.M. — *Isolation and identication of the prothroracic gland hormone of insects.* Anat. Rec., 120, 743, 1954.
- [71] Williams C.M. — *The juvenile hormone I. Endocrine activity of the corpora allata of the adult Cecropia Silkworm.* Biol. Bull., 116, 323—338, 1959.
- [72] Williams C.M. — *The present status of the brain hormone.* Insects and physiology, Eds.: J.W.L. Beament, J.E. Trehorne, Oliver a. Boyd, Edinburgh, 1967.
- [73] Williams C.M., Adkisson P.L. — *Physiology of insect diapause. XIV An endocrine mechanism for the photoperiodic control of pupal diapause in the oak silkworm, Autheraca pernyi.* Biol. Bull, Woods Hole, 127; 511—25, 1964.

BIOLOGICZNE DZIAŁANIE JADÓW WĘŻY

Toksyczne działanie jadów węży znane jest od tysięcy lat. Pierwsze dane na ten temat można znaleźć w egipskich papirusach z okresu około 1600 lat p.n.e. (Leake 1968).

Wielkie „społecznie ujemne” znaczenie węży jadowitych wyraża się ciągle jeszcze dużą liczbą przypadków śmiertelnych wśród pokąsanych ludzi (według raportów Światowej Organizacji Zdrowia 40000 osób ginie rocznie, a dane te nie są kompletne).

Działanie jadów zwierzęcych skupia zainteresowanie wielu ośrodków naukowych, angażując wysiłek setek badaczy i niemałe nakłady finansowe. Wyrazem tych zainteresowań jest wielka i rosnąca wciąż liczba publikacji poświęconych temu zagadnieniu, przynoszących nowe dane o składnikach jadów, metodach ich izolacji i właściwościach.

Konkretny wynik tych badań to znaczny spadek śmiertelności pokąsanych ofiar, np. w Indiach w 1869 r. ginęło średnio 9,4 osób na 100 000 mieszkańców, podczas gdy obecnie około 5,4 osoby (Reid 1968).

Nieczęsto natomiast pojawiają się próby syntezy owego wysiłku badawczego zmierzające do omówienia całości oddziaływań biologicznych jadów na organizm ofiary. Poniższe uwagi są próbą takiego ogólnego omówienia tylko najważniejszych oddziaływań jadów węży — próbą z natury rzeczy bardzo skróconą.

Pod mianem jadu rozumie się te wszystkie substancje pochodzenia organicznego, które wskutek swych właściwości fizyko-chemicznych, po wprowadzeniu do organizmu ofiary w ilości około 100 mg na 1 kg ciężaru ciała szkodzą mu lub wywołują śmierć. Jad węży jest wydzieliną ich niektórych wyspecjalizowanych gruczołów ślinowych, zwanych gruczołami jadowymi. Wydzielina ta jest mieszaniną substancji organicznych i nieorganicznych, zmienną co do składu i ilości.

Wiele czynników może wpływać na właściwości i ilości jadów w gruczołach. Oto niektóre z nich:

1. Stan fizjologiczny węża. U kobry jad działa 10-krotnie silniej po linieniu, niż przed linieniem (Ackermanówna 1948, Sultanov 1963). Wiąże się to być może z długim niepokarmieniem pokarmu przez węża w okresie linienia, a więc nagromadzeniem większych niż normalnie ilości jadu w gruczołach.

2. Wiek węża. Wraz ze wzrostem osobników młodych zwiększają się i ilości pozyskiwanego od nich jadu. Jego toksyczność również wzrasta u niektórych gatunków osiągając swe maksimum w wieku 6 miesięcy u *Naja naja*, 8 u *Agkistrodon contortrix* i 9 u *Crotalus horridus*. Potem następuje jej spadek. Toksyczność jadu form młodocianych może być kilkakrotnie nawet wyższa niż form dorosłych (Minton 1967).

3. Płeć. Jak wskazuje Deoras (1963) u rodzajów *Naja* i *Bungarus* samce wydzielają więcej jadu niż samice.

4. Warunki klimatyczne. W Indiach u kobry i w Palestynie u żmiji produkcja jadu jest większa w miesiącach ciepłych niż w chłodniejszych (Kochva 1967).

5. Rozmieszczenie geograficzne. Jak podaje Tu et al. (1965), u rodzaju *Agkistrodon* osobniki pochodzące z Formozy mają jad o innych właściwościach toksycznych niż amerykańskie. Formy *Vipera aspis* z południowej Francji nie mają w jądzie enzymu oksydazy L-aminokwasowej, natomiast formy tego gatunku z innych terenów enzym ten wydzielają (Zeller 1948).

Ilości otrzymywanego jadu zależą w dużej mierze od wielkości węża i jego gruczołów, chociaż np. u rodzaju *Causus*, mającego ogromne gruczoły jadowe, sięgające daleko do tułowia, ilości te są niewielkie.

Średnie ilości jadu wyrażone w mg suchej masy otrzymane od kilku pospolitszych gatunków podaje poniższe zestawienie.

Hydrophiidae

<i>Enchydrina scistosa</i>	2,3—9,4
<i>Hydrophis fasciatus</i>	3,5

Elapidae

<i>Bungarus multicinctus</i>	4,0
<i>Naja haje</i>	40,0

Crotalidae

<i>Agkistrodon piscivorus</i>	98,0
<i>Bothrops jararacussu</i>	400,0
<i>Crotalus atrox</i>	175,0
<i>Crotalus adamanteus</i>	473,0

Viperidae

<i>Bitis gabonica</i>	500,0
<i>Bitis cornuta</i>	14,0
<i>Vipera ruselli</i>	200,0
<i>Vipera berus</i>	10,0

(wg Kaisera i Michla 1958, Barme 1963, Belluomini 1968).

W suchej masie jadu 90—92% stanowią białka (Ghosh i Sarkar 1956). Z uwagi na ich działanie można je podzielić na trzy grupy: a) białka o właściwościach toksycznych, b) białka o właściwościach enzymatycznych i c) białka o nieznanym działaniu biologicznym (Devi 1968). Większość białek jadu stanowią globuliny. Oprócz białek znaleziono w jądzie peptydy i wolne aminokwasy (Schipolini et al. 1965).

Jad jest cieczą bezbarwną lub lekko żółtą, o pH obojętnym lub słabo kwaśnym (5,8—6,2 u *Viperidae* i 6,6—7,0 u *Elapidae* wg Grasseta et al. 1956). Względna lepkość jadu waha się między 1,5 a 2,5, a jego ciężar właściwy wynosi około 1,030—1,080. Zarówno pod względem składników organicznych, jak i nieorganicznych jady gatunków blisko stojących mogą znacznie różnić się między sobą. Oto zawartość procentowa niektórych składników w suchej masie jadu u *Vipera ruselli* i *Vipera aspis* wg Grasseta et al. (1.c.):

	<i>Vipera ruselli</i>	<i>Vipera aspis</i>
Sód	1,42	1,86
Potas	0,84	0,22
Chlor	0,29	0,19

Przyjmując u tych gatunków całą ilość białek za 100% stwierdzono następujący udział procentowy ich poszczególnych rodzajów:

Albuminy	57,8	21,3
Globuliny	42,2	48,2
Peptydy	—	30,5

Oprócz wymienionych składników, w jadzie często znajdowano bakterie, a niekiedy i pierwotniaki. Pochodziły one prawdopodobnie z dróg wyprowadzających jad na zewnątrz.

Świeży jad daje się przechowywać tylko przez kilka dni, lecz suszony nie traci swych właściwości toksycznych przez wiele lat (jad kobry był aktywny po 26 latach!). Gotowanie jadu przez krótki czas nie powoduje utraty jego toksyczności (Braganca i Quastel 1953). Wiadomo jednak, że niektóre składniki jadu są wrażliwe na podniesioną temperaturę i szybko ulegają inaktywacji. Działanie toksyczne jadów wielu gatunków obniża obecność jonów kobaltu, manganu, niklu i kadmu, natomiast jony wapnia, cynku i magnezu tego wpływu nie ujawniają (Wagner i Prescott 1966).

Powyższy przegląd danych dotyczących jedynie wybranych cech jadów kilku gatunków węży świadczy o olbrzymiej różnorodności tych trujących wydzielin. Znajduje to wyraz w ich różnorodnym działaniu biologicznym. Oto dawki letalne jadów wybranych gatunków węży dla myszy o ciężarze 20 g wyrażone w mg:

Hydrophiidae

<i>Lapemis hardvickii</i>	4,0
<i>Enchydrina schistosa</i>	2,5

Elapidae

<i>Naja naja</i>	10,0
<i>Naja haje</i>	20,0

(wg Barme i Detrait 1959 i Barme l.c.).

Klasyfikacja biologicznego działania jadów jest bardzo trudna i z góry skazana na wielkie niedokładności. Może być ona bowiem z jednej strony zbyt wąska, z drugiej zaś zbyt szeroka (Housay 1930). Zbyt wąska wtedy, gdy te same lub podobne objawy działania jadu zaliczamy do wspólnej kategorii, a w istocie są one skutkiem działania kilku różnych czynników, zbyt szeroka zaś gdyż jeden czynnik toksyczny może wywoływać bardzo różne symptomy zaliczane do kilku grup.

Autorowi tego opracowania wydaje się lepszy podział oparty nie na analizie składników chemicznych jadów, lecz na analizie reakcji fizjologicznych zachodzących w ciele ofiary i kierunku zmian wywołanych podaniem jadu. Podział taki przyjęto przy dalszym omawianiu materiału, wyróżniając następujące rodzaje działań: 1) neurotoksyczne, 2) hemolityczne, 3) na układ krzepnięcia krwi, 4) krwotoczne, 5) kardiotoxyczne. Z innego nieco punktu widzenia wyróżnić można jeszcze działania: 6) ogólne i 7) lokalne.

Działanie neurotoksyczne. Polega na spowodowaniu znaczących zakłóceń w pracy tkanki nerwowej zarówno ośrodkowego układu nerwowego, jak i jego części obwodowej (Boquet 1968). Związane jest

ono z występowaniem wielu czynników w jadach różnych gatunków węży. Działanie to objawia się najczęściej silnymi bólami, porażeniem mięśni kończyn, trudnościami w otwieraniu oczu i ust oraz mówieniu, podwójnym widzeniem, ślinieniem się, a wreszcie porażeniem mięśni międzyżebrowych i przepony, co prowadzi niekiedy do bardzo szybkiej śmierci ofiary.

Działanie takie najsilniej jest wyrażone w jadach *Elapidae* i *Hydrophiidae*, podczas gdy jady *Viperidae* i *Crotalidae* wywierają je w nieco słabszym stopniu.

Początkowo działanie neurotoksyczne wiązano z występowaniem w jadzie *Elapidae* cholinesterazy. Enzymu tego określonego przez Zellera (1.c.) jako swoista ophiocholinesteraza, a przez Kaisera i Michla (1.c.) jako cholinesteraza E, nie znaleziono jednak w jadzie innych węży. Cechę tę Tu et al (1965) proponują wykorzystać jako ważną systematycznie. Rozkładanie przez ten enzym acetylocholino wydzielanej w synapsach może zakłócać przenoszenie impulsów nerwowych. Dalsze badania wykazały jednak, że ciepła inaktywacja cholinesterazy w jadzie kobry nie zmniejsza w niczym jego neurotoksycznej aktywności. Wskazywało to, podobnie jak stwierdzenie występowania cholinesterazy tylko u *Elapidae*, na obecność w jadach węży innych czynników działających neurotoksycznie na organizm ofiary. Znaleziono je w jadach przedstawicieli wszystkich rodzin węży jadowitych.

W jadzie kobry Ghosh wykrył obecność neurotoksyny o działaniu 17-krotnie silniejszym po oczyszczeniu niż czystego jadu. Z uwagi na wywołane objawy nazwano ją „respiratory toxin” lub kobrotoksyną. Jest to białko zasadowe, o punkcie izoelektrycznym leżącym powyżej wartości 9,4, odporne na ogrzewanie, o ciężarze cząsteczkowym 6000 (Ghosh i Chaudhuri 1968). Złożone jest z dwóch składników, z których jeden ma ciężar cząsteczkowy 2500—4000. Nie jest wiadome, czy składniki te tworzą wspólny łańcuch białkowy, czy też występują osobno (Devi 1.c.). Neurotoksyna ta, w odróżnieniu od normalnego jadu, ani nie powoduje skurczu przepony, ani nie hamuje reakcji mięśni na bezpośrednie pobudzenie. Nie zmniejsza też wydzielania ACH przez zakończenia nerwowe. Sugeruje to, że miejscem jej działania mogą być płytki neuromotoryczne, podczas gdy inne składniki jadu działają na struktury presynaptyczne blokując w dużym stężeniu np. przewodzenie w nerwie (Parnas i Russell 1967). Blok nerwowo-mięśniowy wywołany działaniem tej toksyny jest odwracalny. Przypomina to działanie d-tubokuraryny. Zmniejsza ona także depolaryzację płytek końcowych przez ACH (Su et al. 1967).

Podobnie działają tzw. bungarotoksyny znalezione w jadzie *Bungarus multicinctus*. Najbardziej przypomina kobrotoksynę L-bungarotoksyna działająca postsynaptycznie. Łączy się ona nieodwracalnie z receptorem ACH w płytce neuromotorycznej, podczas gdy bungarotoksyny β i γ działają presynaptycznie.

W jadzie niektórych *Hydrophiidae* znaleziono także neurotoksyny. Są to „erabutoksyny a i b” z jadu *Laticauda semifasciata* i „laticotoksyna” z jadu *Laticauda laticauda*. Ich ciężar cząsteczkowy wynosi odpowiednio 7430, 7430 i 6250. Wszystkie one są zbudowane z 61 aminokwasów, a różnią się formą kryształów. Wydaje się, że głównie one stanowią o jadowitości obu gatunków. Działanie tych toksyn jest postsynaptyczne (Tamiya et al. 1967).

Inną neurotoksyną jest wyizolowana z jadu *Vipera palestinae* „viperotoksyna” o ciężarze cząsteczkowym 11600, zbudowana ze 108 cząsteczek aminokwasów. Tworzą one jeden łańcuch polipeptydowy z 3 wewnątrzcząsteczkowymi mostkami siarkowymi (Moroz et al. 1967). Jest ona szczególnie bogata w miedź, a działa silnie na układ nerwowy węgetatywny (Gitter i de Vries 1968).

W jądzie grzechotników, słabiej działającym neurotoksycznie, odkryto „crotoksynę” o ciężarze cząsteczkowym 30000, złożoną z 18 aminokwasów. Stanowi ona do 60% suchej masy jadu (Kelleway 1939) i składa się z dwóch frakcji o ciężarze cząsteczkowym 12000 i 18000 (Fraenkel i Singer 1956). Krotoksyna ma działanie nie tylko neurotoksyczne, ale i hemotoksyczne, gdyż w jej składzie wykryto fosfolipazę. Zagadnienie to będzie omówione dalej.

Frakcję wolną od fosfolipazy nazwano „crotactyną” (Kaiser i Michl l.c.). Działa ona prawdopodobnie na mięśnie gładkie. Innym składnikiem jadu grzechotnika zakłócającym pracę mięśni, a być może i tkanki nerwowej, jest „crotamina”. Wywołuje ona ogólne porażenie.

Wpływ jądów na ośrodkowy układ nerwowy przejawia się między innymi w szybko następujących po iniekcji zaburzeniach aktywności korowej rejestrowanych na EEG i zupełnym zahamowaniu wkrótce później tej aktywności. Zmiany takie odnotowano pod wpływem jadu kobry (*Naja naja*), *Bitis lachesis* oraz grzechotników *Crotalus adamanteus* i *C. atrox* (Vick et al. 1967). Z drugiej strony Su et al. (l.c.) przytaczają dane Lee (1963) o stosunkowo wolnym przenikaniu znakowanego promieniotwórczo jadu kobry do ośrodkowego układu nerwowego królika.

Mimo jeszcze wielu niejasności zarówno co do miejsca działania neurotoksyn, jak i co do ich składu, należy uznać, że są one najbardziej niebezpiecznymi składnikami jądów, decydującymi o szybkiej śmierci ukąszonej ofiary.

Działanie hemolityczne. Prowadzi ono do uszkodzenia błon erytrocytów i wydostania się z nich hemoglobiny do osocza. Działanie to charakteryzuje w różnym stopniu jady wszystkich węży, chociaż jego przyczyny mogą być różne. Mówi się więc o dwóch rodzajach działań hemolitycznych: bezpośrednim i pośrednim (Rosenfeld et al. 1968).

Działanie hemolityczne bezpośrednio wiąże się z obecnością w jądzie czynnika DLF (direct hemolytic factor). Jest to zasadowy polipeptyd o ciężarze cząsteczkowym około 2000. Występuje w jądzie *Elapidae*, brak go natomiast, jak się wydaje, u *Viperidae* i *Crotalidae* (Slotta et al. 1967, Gitter i de Vries l.c.). Czynniki te działają na przemyte krwinki, wolne od fosfolipidów osocza krwi. Szczególnie duże jego ilości zawiera jad pszczoł. Aktywność jego w jądzie kobry *Naja naja* jest stokrotnie słabsza niż w jądzie pszczoły. Działanie czynnika DLF przyspiesza obecność enzymu fosfolipazy w jądzie. Jest to tzw. „indirect hemolytic factor”. Znalaziono go w jądzie wszystkich węży, a nawet w ślinie uchodzącego za gatunek niejadowity węża zaskrońca *Natrix natrix* (Kaiser i Michl l.c.).

Fosfolipaza odszczepia cząsteczkę kwasu tłuszczowego od cząsteczki lecytyny, powodując jej przejście w silnie hemolityczną lizolecytynę. Uwolniona lizolecytyna powleka jednocząsteczkową warstwą powierzchnię erytrocytów i niszczy ich strukturę. Tak więc w działaniu hemolitycznym fosfolipazy można wyróżnić dwa etapy: I — działanie na lecy-

tynę krwi i przeprowadzenie jej w lizolecytynę i II — działanie lizolecytyny na krwinki (Devi l.c.). Z uwagi na miejsce działania fosfolipazy przy pierwszym atomie węgla w cząsteczce lecytyny określa się tę formę jako fosfolipazę A, o ciężarze cząsteczkowym około 32000. Enzym ten nie jest jednak identyczny w jadach różnych gatunków węży. Ostatnio badaczom japońskim udało się wykryć dwa rodzaje fosfolipazy, opisane jako formy A-I (zasadowa) i A-II (obojętna) — Ghosh i Chaudhuri (l.c.) i Sarkar i Devi (1968). Oprócz fosfolipazy A, w jadzie niektórych gatunków australijskich znaleziono i formę B działającą przy kolejnym drugim atomie węgla (Doery i Pearson 1964).

Aktywność fosfolipazy A zachodzi tylko w obecności fosfolipidów osocza krwi, stąd różna intensywność jej hemolitycznego działania. Na przykład jad *Vipera palestinae*, mimo znacznych ilości tego enzymu, wywołuje tylko zmiany kształtu czerwonych krwinek ssaków, czyniąc je kulistymi. Wskazuje to na zatrzymanie procesu hemolizy pośredniej na pewnym etapie, być może związane ze zbyt małymi ilościami fosfolipidów w osoczu (Gitter i de Vries l.c.).

Wrażliwość krwinek na działanie hemolityczne zależy też od stosunku lecytyny do cholesterolu w błonie erytrocytu. Na przykład jad kobry nie hemolizuje krwinek wołu, owcy, kozy, gdyż brak w nich lecytyny, a działa silnie na krwinki psa, kota, królika, człowieka, kaczki i kury — bogatych w ten związek. Przyjmując drażliwość krwinek *Rhesus* na hemolityczne działanie jadu *Bothrops jararaca* za 100, drażliwość krwinek owcy i myszy wynosi tylko 65, podczas gdy na jad *Bothrops cotiara* krwinki szczenura mają drażliwość 80, *Rhesus* — 5; a owcy — 0 (Rosenfeld et al. l.c.).

U grzechotnika fosfolipaza A występuje w powiązaniu z neurotoksyną jako tzw. „crotoksyna”.

Wielu autorów podkreśla trudne do interpretacji, a niekiedy nawet sprzeczne wyniki dotyczące działania hemolitycznego jadów, co wskazuje na potrzebę dalszych badań w tym zakresie. Trzeba tu dodać, iż działanie fosfolipazy nie ogranicza się tylko do krwinek czerwonych, ale podlegają mu i inne składniki morfotyczne krwi, a mianowicie leukocyty i płytki krwi. Powstająca zaś lizolecytyna działa na komórki różnych narządów, co zostanie omówione dalej.

Działanie na układ krzepnięcia krwi. Działanie to może być dwojakiego rodzaju. Jady jednych grup aktywują układ krzepnięcia (*Viperidae* i *Crotalidae*) powodując powstawanie skrzepów, innych (*Elapidae*) — hamują krzepnięcie krwi. Wiąże się to z obecnością w jadach wielu enzymów o działaniu proteolitycznym, przy czym sądzi się, że jady o umiarkowanej aktywności proteolitycznej silnie ścinają krew, podczas gdy te o aktywności wyższej mogą hamować krzepnięcie. W pierwszym przypadku może dojść do śmierci ofiary na skutek zatkania naczyń krwionośnych przez powstające skrzepy i zahamowania krążenia w niektórych okolicach, w drugim — do silnych krwotoków. Klasyfikacja ta nie jest jednak taka prosta. Komplikuje ją fakt występowania zjawisk paradoksalnych, polegających na wykazywaniu przez niektóre jady obydwu tych działań. Duże znaczenie może tu mieć dawka jadu oraz sposób badania jej wpływu (wyniki eksperymentów przeprowadzonych *in vitro* często nie potwierdzają danych otrzymanych *in vivo*). Dlatego też przy interpretacji wyników wskazana jest wielka ostrożność.

Koagulujące działanie jadów może być dwóch typów. Pierwszy z nich

polega na pobudzaniu przejścia fibrynogenu w fibrynę. Jest to więc działanie trombinopodobne. Cechuje ono jady węży z rodzaju *Bothrops*, *Crotalus*, a także żmiję *Vipera berus* (Devi l.c., Rosenfeld et al. l.c.). Podobieństwo działania ich jądów do trombiny jest jednak niepełne, gdyż enzym ten odszczepia od cząsteczki fibrynogenu dwa fibrynopeptydy określane jako A i B, podczas gdy zawarta w jadzie „reptilaza” — tylko pierwszy z nich (Gitter et al. l.c.).

Powyższe działanie jadu z powodzeniem wykorzystano w leczeniu ludzi cierpiących na brak we krwi czynników V, VII i protrombiny. Podawanie niektórych izolowanych frakcji jadu *Bothrops jararaca* było skuteczne w około 98% przypadków (Klobusitzky 1962).

Drugi typ działania koagulującego jest związany z wpływami jadu na wcześniejsze ognia układu krzepnięcia i polega na ułatwianiu przejścia protrombiny w trombinę. Przypomina więc ono tromboplastynę. Działanie takie charakteryzuje jad *Notechis scutatus*, *Echis colorata*, a szczególnie *Vipera russelli*. Dokładniejsza analiza wykazała, że jad tej ostatniej uczestniczy w aktywacji czynnika X (Ghosh i Chaudhuri l.c.), działając jak czynnik VII, VIII i IX łącznie (Boquet l.c.).

Okazało się jednak, że jad *Vipera russelli* ma także przeciwne działanie, polegające na hamowaniu krzepnięcia krwi na drodze zaburzeń w układzie trombina-fibrynogen. Wpływ ten występuje jednak tylko przy większych dawkach jadu. Być może, iż w jadzie tym występują obok siebie dwa różne składniki albo że jad po dostaniu się do ciała ofiary ulega rozfrakcjonowaniu (Gitter i de Vries l.c.). Interesujące tłumaczenie podobnego zjawiska z jadem *Bothrops jararaca* przytacza Rosenfeld et al. (l.c.). Przy małych dawkach tego jadu działa on pobudzająco na krzepnięcie i powstają skrzepy, przy umiarkowanych — skrzepy te ulegają szybkiemu rozkładowi pod wpływem jadu, a przy dużych dawkach fibrynogen ulega lizie przed swą konwersją w fibrynę. Wynikiem tego jest brak krzepnięcia krwi.

Nieco podobnie działa jad *Akgistrodon rhodostoma*. Rozkłada on fibrynogen, ale w odmienny sposób niż trombina. Reakcji tej bowiem nie hamuje heparyna, a powstające skrzepy są nietrwałe i łatwo ulegają dezintegracji. Wynikiem tego jest fibrynogenopenia i u ludzi krew traci zdolność krzepnięcia, średnio na przeciąg 6—7 dni. Tak długotrwałe pozbawienie zdolności krzepnięcia jest wynikiem albo zahamowania syntezy fibrynogenu w wątrobie, albo bardzo długotrwałego działania jadu we krwi. Sugestia pierwsza wydaje się jednak niesłuszna, gdyż wszechstronne badania wątroby chorych wykazały pełną jej sprawność, zdolność natomiast krzepnięcia przywrócona natychmiast po podaniu surowicy odpornościowej przemawia za drugą hipotezą (Reid 1967).

Zupełnie odmiennie — antykoagulująco działa jad kobry. Nie jest to działanie fibrynolityczne, gdyż dodanie trombiny do próbek krwi z jadem powoduje powstanie normalnego skrzepu. Świadczy to natomiast o wpływie jadu na wcześniejsze etapy procesu krzepnięcia. Polega on prawdopodobnie na zahamowaniu przejścia protrombiny w trombinę lub reakcji z samą protrombiną (Rosenfeld et al. l.c.). Reakcja ta zachodzi, być może, przy udziale jakiegoś kofaktora z surowicy (Devi et al. 1956) lub jest związana z obecnością w jadzie inhibitora tromboplastyny. Możliwa jest też destrukcja tromboplastyny przez jad (Devi l.c.).

Działanie krwotoczne. Z zaburzeniami w układzie krzepnięcia krwi ma związek działanie jądów na stan naczyń krwionośnych.

Może ono polegać albo na wzroście przepuszczalności ścian naczyń włosowatych, albo na rozległych uszkodzeniach śródbłonka.

W przypadku pierwszym obserwujemy powstanie obrzęków. Czynniki powodującymi zmiany w przepuszczalności naczyń są uwalniane pod wpływem jadu histamina i hydroksytryptamina, jak wykazali to Fearn et al. (1964). Nie bez znaczenia jest tu też rozkład przez jad substancji cementujących komórki śródbłonka i przechodzenie tą drogą np. erytrocytów do przestrzeni okołonaczyniowych, co przypomina diapedefę (Gitter i de Vries l.c. wg Fultona 1956).

O wiele groźniejszy, a towarzyszący poprzedniemu, jest drugi typ działania związany z cytolitycznym działaniem jadów na komórki śródbłonka. Rozkład ten wiąże się z występowaniem w jadzie wielu enzymów. Początkowo sądzono, że są to przede wszystkim proteazy. Okazało się jednak, że ich ciepła inaktywacja nie przerywa cytolizy śródbłonka. Jest ona wynikiem działania omówionej już lizolecytyny uwalnianej z fosfolipidów krwi (Porges 1953, Sarkar i Devi l.c.).

Przerwanie ciągłości naczyń powoduje powstanie krwotoków zarówno w skórze i mięśniach w bezpośredniej okolicy miejsca ukąszenia, jak i w wielu narządach wewnętrznych, takich jak jelito, otrzewna, płuca i mózg (Duguy 1951, Porges l.c., Reid l.c.). Krwotoki towarzyszą działaniu jadów większości węży, a szczególnie silnie krwotocznie działają jady *Viperidae*, mimo że wiele z nich, jak wspomniano, wpływa stymulująco na układ krzepnięcia.

Działanie kardiotoksyczne. Polega ono na wywoływaniu zmian w stanie fizjologicznym mięśnia sercowego, które prowadzą do zwolnienia lub zahamowania jego akcji. Działanie takie wywierają jady wielu gatunków, należących do różnych grup systematycznych. Ustalenie przyczyn takiej reakcji serca ofiary jest jednak trudne. Duża liczba jadów wykazuje wpływ na serce podobny do działania nerwów przywspółczulnych. Obustronna vagotomia badanych psów znosiła hamujący wpływ jadu na ich serce (Vick et al. l.c.). Wskazuje to na możliwość tylko pośredniego działania niektórych jadów na serce przez wywoływanie zakłóceń w akcji unerwiającego je aparatu wegetatywnego. Byłoby to więc jeszcze jedno działanie neurotoksyczne omówione wyżej.

Istnieją też takie składniki jadów, które działają na mięsień sercowy bezpośrednio. Jednym z nich jest „kardiotoksyna” wyizolowana z jadu kobry. Jest to ciepłochwienne białko, o punkcie izoelektrycznym 8,7 inaktywowane przez ultrafiolet. Działanie jej polega na bezpośrednim wpływie na płazmę włókien mięsnych serca. Nie wywiera ona natomiast wpływu ani na błonę tych włókien, ani na tkankę nerwową serca (Ghosh i Chaudhuri l.c., Devi l.c.). Mechanizm działania tej toksyny nie został jeszcze dokładnie poznany.

Silny wpływ na serce wywierają też jady afrykańskich węży z rodzaju *Dendroaspis* (Mamby). Przeprowadzone próby na sercu miętaka *Marcenaria marcenaria* wykazały, że jad *Dendroaspis polylepis* działa wyraźnie hamująco w stężeniu 10^{-6} . Podziało na serce Mytylonem (benzoquinonium) przed podaniem jadu całkowicie znosiło ten jego hamujący wpływ, co pozwoliło stwierdzić, że owym hamującym czynnikiem na akcję serca jest acetylocholina. Jej zawartość w jednym gramie suchego jadu wynosiła 7–30 mg (Welsh, 1967). Z drugiej strony w jadzie mamb występują jedynie znikome ilości cholinesterazy. W jadzie kilku innych gatunków (*Bungarus bungarus*, *Naja naja*, *Vipera russelli*, *Bitis gabonica*,

Crotalus horridus) ACH nie znaleziono wcale lub tylko niewielkie jej ilości.

Zwolnienie akcji serca może też mieć związek z występowaniem w jadzie wspomnianej już fosfolipazy A powodującej uwalnianie się histaminy z tkanek pod wpływem lizolecytyny. Również adenozynotrójfosfataza rozkładająca ATP może zakłócać akcję serca, podobnie jak uwalniane są pewne związki adenilowe.

Trzeba dodać, że jady niektórych węży wywierają i pobudzający wpływ na serce. Na przykład jad węża morskiego *Laticauda laticauda* w stężeniu 0,005—0,01% przyspiesza nieznacznie rytm izolowanego serca żaby. Wpływu tego jednak nie zanotowano na sercu królika (Tu 1967).

Działanie ogólne. Zaburzeniom pracy serca towarzyszą też zmiany stanu naczyń krwionośnych. Oba te zespoły zjawisk prowadzą do wystąpienia reakcji ogólnie zwanej szokiem. Jego objawy to znaczny spadek ciśnienia tętniczego krwi na skutek rozszerzenia się naczyń obwodowych i zalegania dużych mas krwi w naczyniach płuc, wątroby i śledziony (Vick et al. l.c.). Zmiany te mogą się stać przyczyną śmierci ofiary. Duży udział w rozszerzaniu naczyń ma uwalniana histamina. Jednym z objawów szoku jest naruszenie równowagi homeostatycznej organizmu, polegające na uwalnianiu do krwi glukozy z glikogenu magazynowanego w wątrobie. Działanie jadów węży nie jest tu jednak jednoznaczne. Jad węża morskiego *Laticauda semifasciata* daje taką reakcję u królika (Tu 1961). Potwierdza to też Boquet (l.c.) mówiąc o niektórych *Elapidae* i *Viperidae*. Przeciwnie natomiast działa jad *Walterinnesia aegyptii*. Pod jego wpływem ilość glukozy we krwi szczurów maleje. Następuje to prawdopodobnie na skutek uwalniania insuliny albo hamowania wyrzutu diabetogenicznego czynnika z przedniego płata przysadki mózgowej. Do działań ogólnych zaliczyć też należy uwalnianie z krwi czynnego polipeptydu bradykininy mającego swój udział w obniżaniu ciśnienia krwi po ukąszeniu. Dalsze jego działanie omówiono niżej.

Białka różnego rodzaju zawarte w jadach mają też charakter antygenów, a ich obecność we krwi powoduje powstawanie swoistych przeciwciał. Utrzymuje się przekonanie, że neurotoksyny mają znacznie mniejsze właściwości antygenowe niż inne składniki jadu (Moroz et al. l.c.), co wiąże się z ich stosunkowo małym ciężarem cząsteczkowym.

Jady form młodocianych grzechotników mają mniejsze właściwości antygenowe niż form dorosłych, przy czym notowane zmiany w immunogramach nie są skorelowane ze zmianami w toksyczności jadu związanymi z wiekiem (Minton l.c.).

Zjawisko tworzenia się przeciwciał w krwi pokąsanych zwierząt wykorzystano w lecznictwie. Produkowane są surowice dwóch rodzajów: jednoważne przeciwko jadowi określonego gatunku węża i wieloważne działające przeciwko jadom kilku gatunków. Te ostatnie są zresztą znacznie słabsze.

Działanie lokalne. Przez działania lokalne rozumiemy takie działania jadu, których skutki są widoczne w miejscu ukąszenia lub jego bezpośrednim sąsiedztwie, wkrótce po ukąszeniu. Działaniom tym towarzyszą takie objawy, jak silny ból, obrzęk a niekiedy mniej lub bardziej rozległa martwica tkanek. Obumieranie komórek w okolicy ukąszenia wiąże się z jednoczesną akcją wielu czynników. Dużą rolę odgrywają tu enzymy proteolityczne. Na przykład proteaza zawarta w jadzie *Tri-*

mersurus flavoviridis działa silnie myolitycznie na mięśnie świnki morskiej. Działanie takie ma też jad węży morskich *Hydrophiidae*. Rozpadowi włókien mięsnych towarzyszy tu uwalnianie się mioglobiny, która już po 3—5 godzinach pojawia się w moczu ukąszonego zwierzęcia (myoglobinuria) (Barme 1968).

Wyłączenie jednak aktywności enzymów proteolitycznych przez ich ciepłą inaktywację nie przerywa działania nekrotycznego jadu, które jest kontynuowane przez wymienianą już lizolecytynę, uwalnianą przez fosfolipazę. Ten wszechstronnie działający enzym zakłóca też pracę mitochondriów (Sarkar i Devi l.c.).

Zmiany nekrotyczne tkanek są więc związane nie tylko z lizą błon komórkowych, ale także z zaburzeniami w metabolizmie komórek. Działa tu między innymi oksydaza L-aminokwasowa. O jej wielkiej aktywności u węży świadczy tzw. liczba obrotów wynosząca 3100, podczas gdy liczba ta dla enzymu innych zwierząt wynosi zaledwie 6 (Sarkar i Devi l.c.). Oksydaza ta aktywuje inne enzymy zawarte w jadzie jak i wewnątrzkomórkowe katepsyny. Szczególnie duże jej ilości zawierają jady *Solenoglyphy* (*Crotalidae* i *Viperidae*), u których może stanowić 1—3% suchej masy jadu. Jej aktywność wyrażana w liczbach umownych przedstawia się według Zellera (l.c.) następująco:

<i>Bungarus fasciatus</i>	230	<i>Borthrops jararaca</i>	750
<i>Naja haje</i>	250	<i>Vipera aspis</i>	610
<i>Elaps corallinus</i>	10		

O udziale tego enzymu w powstawaniu martwicy świadczą dalsze obserwacje tego autora nad jadem różnych form *Vipera aspis*. Osobniki z południowej Francji wydzielają jad biały, pozbawiony oksydazy L-aminokwasowej, nie wywołujący martwicy, gdy jad innych form tego gatunku, bogaty w enzym, wywiera silnie działanie nekrotyczne.

Wiele enzymów zawartych w jadach hamuje pobieranie tlenu przez komórki, blokuje system przenoszenia elektronów i glikolizę, rozkłada ATP, a wszystkie te zakłócenia mogą prowadzić do martwicy tkanek.

Ciekawe oddziaływanie jadu na niektóre komórki tkanki łącznej wykryli ostatnio Higginbotham i Clark (1967). Jad *Vipera russelli* i mocassy na wodnego dostając się do przestrzeni podskórnych wywołuje daleko idące zmiany w komórkach tucznych, które w bardzo szybki, eksplozywny sposób wyrzucają duże ilości ziarnistości zawierających heparynę. Łączy się ona z toksycznymi składnikami białkowymi jadu w kompleks kwaso-zasadowy. Kompleks ten, jak wykazano przy pomocy znakowania fluoresceiną jest wchłaniany następnie przez inne komórki tkanki łącznej, a także przez limfocyty. Można więc przyjąć, że heparyna ma w tym przypadku działanie obronne, znacznie zmniejszające wpływ jadu na otaczające tkanki. Wobec powszechności występowania komórek tucznych u bezkręgowców, jak i u kręgowców ich funkcje ochronne należy traktować według wymienionych autorów jako „prymitywny typ mechanizmu obronnego, filogenetycznie wyprzedzający rozwój wszystkich innych bardziej wyspecjalizowanych”. Działaniom lokalnym sprzyja też akcja bradykininy. Ten peptyd, zbudowany z 9 zaledwie aminokwasów, uwalnia się pod wpływem jadu z zawartego w osoczu krwi nieczynnego prekursora — bradykininogenu. Bradykinina działa silnie na naczynia włosowate, zwiększając ich przepuszczalność. Ułatwia to przedostawanie się do krwi toksycznych składników jadu, a dalej ich dyfuzję do tkanek w odległych okolicach, np. w sercu albo w układzie ner-

wowym. Poza tym bradykinina wywołuje skurcze mięśni gładkich w jelicie i macicy (Diniz 1968).

Rozprzestrzenianiu się jadu w miejscu ukąszenia sprzyjają przede wszystkim tzw. „spreading factors” (czynniki rozprzestrzeniania). Same one nie są, podobnie jak bradykinina, toksyczne. Jednym z nich jest enzym hyaluronidaza — mukopolisacharyd depolimeryzujący kwas hyaluronowy, który dzięki swej lepkości stanowi substancję cementującą elementy tkanki łącznej. Mechanizm działania tego enzymu jest bardzo ciekawy.

Obecna we krwi wielu zwierząt tzw. „antynwazyne I” jest jego inhibitorem i być może unieczynnialaby ona hyaluronidazę skutecznie, gdyby nie obecność w jadzie „proinwazyne I”. Ciało to inaktywuje surowiczą antynwazyne I, sprzyjając działaniu hyaluronidazy. Mechanizmy obronne organizmu nie wyczerpują się na tym. Krew zawiera jeszcze „antynwazyne II” niszczącą proinwazyne I, co stwierdzono bez wątpliwości. Natomiast dyskutowane jest istnienie dalszych ciał z tej serii, to jest „proinwazyne II” i „antynwazyne III”.

Podobne działanie wywiera także chondroitynaza, rozkładająca siarczany chondroityny, który jest jednym z ważnych składników tkanki łącznej. Przypuszcza się, że istnieją jeszcze dalsze spreading factors. Wszystkie one jednak działają podobnie, sprzyjając rozprzestrzenianiu się jądów w tkankach, i umożliwiają kontakt zawartych w nich enzymów z większą powierzchnią komórek.

Niesłychane bogactwo różnych rodzajów oddziaływań jądów węży na organizm ofiary nie jest możliwe do omówienia w tym ogólnym przeglądzie. Trudność ta wynika także z tego, że badania jądów szybko postępują naprzód, czego wyrazem jest wzrastająca liczba publikacji i szybko zmieniające się dane o szczegółach. Dlatego wymieniono tu tylko najważniejsze z tych działań.

Charakteryzując cztery główne grupy węży jadowitych od strony sposobu działania ich jądów, można powiedzieć co następuje: grupę *Proteroglypha*, a więc *Elapidae* i *Hydrophiidae* charakteryzuje silne działanie neurotoksyczne ich jadu dzięki zawartym w nim neurotoksynom oraz działanie hemolityczne. Cytolityczne i krwotoczne działanie jest natomiast słabsze. Jady *Solenoglypha* (*Crotalidae* i *Viperidae*) działają silnie lokalnie, powodując martwicę, hemolitycznie i krwotocznie. Słabiej zaznacza się tu działanie neurotoksyczne (Ghosh i Chaudhuri l.c.).

Ostateczny wynik skomplikowanych i rozlicznych działań jadu na organizm ofiary zależy od dużej liczby czynników. Starano się określić je dla ludzi. Pierwsza ich grupa związana jest z organizmem węża. Wymienić tu należy:

1. Ilość wydzielonego jadu. Tylko w połowie przypadków ilości te są wystarczające aby zagrozić życiu pokąsanego (dane dla 5 pospolitych gatunków azjatyckich: *Agkistrodon rhodostoma*, *Bungarus coerulesus*, *Echis carinatus*, *Naja naja* i *Vipera russelli* — Reid (l.c.). Dla niektórych węży amerykańskich wskaźnik ten jest jeszcze mniejszy (*Bothrops atrox* 35%, *B. jararaca* — 18%), podczas gdy dla innych nieco większy (*Bothrops jararacussu* — 64%, *Crotalus adamanteus* — 61% — Belluomini (l.c.).

2. Długość czasu, w jakim wąż gryzł, głębokość ukąszeń i ich ilość.
3. Stan gruczołu jadowego i stopień jego wypełnienia.
4. Stan zębów jadowych.

5. Stopień pobudzenia węża.
 6. Obecność w gębie węża bakterii, które dodatkowo mogą stać się przyczyną zaburzeń.
 7. Gatunek i wielkość węża.
- Drugą grupę stanowią czynniki zależne od organizmu ofiary, będą to:
8. Wiek, stan zdrowia i kondycja.
 9. Odporność organizmu lub jego uczulenie (anafilaksja).
 10. Miejsce ukąszenia i ruch ofiary.
 11. Brak lub rodzaj odzieży.
 12. Stan psychiczny ofiary.
 13. Rodzaj udzielonej pierwszej pomocy.
- (wg Klaubera 1956 — nieco zmienione).

Pamiętać jednak trzeba, że czynniki te określone dla ofiar ludzkich są różne dla zwierząt stanowiących naturalną zdobycz węży jadowitych. Przede wszystkim organizmy te są znacznie mniejsze, a więc wskaźnik ukąszeń z wprowadzeniem do ciała ilości jadu niezbędnych do uśmiercenia będzie tu odpowiednio wyższy. Odrzucić też trzeba te wszystkie czynniki, które wynikają z ludzkiej cywilizacji. Pozostałe wydają się być wspólne dla wszystkich rodzajów ofiar.

W ocenie biologicznego znaczenia jadów węży trzeba uwzględnić ich udział z jednej strony w pozyskiwaniu pokarmu, a z drugiej — w rozkładzie jego struktury na elementy prostsze. Typ uzębienia i aparatu gębowego węży uniemożliwia większości z nich wstępną rozdrabniającą obróbkę mechaniczną pokarmu i wymaga pobierania go w całości. Aby to mogło nastąpić, ofiara musi być częściowo lub całkowicie nieruchomiona. Skrajnym tego przykładem jest zjadanie martwej zdobyczy. Uśmiercenie jej może nastąpić na drodze mechanicznej — przez uduszenie w splotach węża. Sposób ten, wymagający stoczenia walki z ofiarą, a co za tym idzie — dużych nakładów energetycznych, charakteryzuje tylko niewielką liczbę gatunków. Bardzo wąska specjalizacja prowadzi może do pobierania pokarmu absolutnie nieruchomego, jakim są jaja ptasie zjadane przez przedstawicieli grupy *Dassypeltinae*. Jednakże już nawet u tych form notuje się obecność w ślinie ciał białkowych toksycznie działających na ofiarę.

Są to więc prymitywne formy specjalizacji odmiennej, polegającej na działaniach chemicznych, mimo że w ślad za nimi nie idą tu jeszcze odpowiednie przystosowania anatomiczne. Te ostatnie polegają bowiem na daleko idących zmianach aparatu gębowego, a w szczególności zębów. Według Anthonyego (1955) ewolucja tych części szła w kierunku zmniejszania się ilości zębów przy jednoczesnym wzroście różnic w ich wymiarach (heterodoncja). Największe zęby są umieszczone z przodu szczęki (proterodoncja) lub na jej tyle (opisthodoncja). Jednocześnie zmieniała się struktura samych zębów, od form rowkowanych do kanałowych. Zmianom w zębach towarzyszyły zmiany w długości kości szczękowej, która ulegała skracaniu.

Już więc same badania anatomiczne wskazują na istnienie specjalizacji w zdobywaniu pokarmu, polegającej na wprowadzeniu do zadanych ran toksycznie działających składników i uśmiercaniu zdobyczy drogą oddziaływań fizjologicznych. Obserwacje te potwierdzają spostrzeżenia nad działaniem śliny pochodzącej z gruczołów ślinowych surowiczych — węży z grupy *Colubridae* — *Aglypha*. Podanie tej śliny domięśniowo lub dootrzewnowo drobnym ssakom lub ptakom może wy-

wołać objawy podobne do działania neurotoksycznego (drgawki, zwolnienie ruchów oddechowych, porażenie a w konsekwencji śmierć) (Phisalix 1914, Phisalix i Caius 1916, 1917 a, b).

Te pozornie niejadowite formy stanowią prawdopodobnie ogniwo przejściowe w ewolucji sposobów zdobywania pokarmu prowadzące do powstania „prawdziwych” węży jadowitych. Jest to zgodne z poglądami Johnsona (1956) o rozwoju *Elapidae* od *Colubridae* opartymi o dane anatomiczne.

Działanie jadu polegające na zabiciu zdobyczy i w ten sposób przygotowaniu pokarmu do jego pobrania jest związane, jak się wydaje, głównie z bardzo szybkim działaniem toksyn.

Drugą ważną grupą ciał białkowych jądów są, o czym wspomniano, enzymy. Same one nie powodują śmierci, ale wspierają działanie toksyn. Enzymy te to hydrolazy. Wyjątek stanowi oksydaza L-aminokwasowa, będąca jedynym enzymem soków trawiennych zwierząt, który do hydrolaz nie należy (Zeller l.c., Sarkar i Devi l.c.). O pewnych enzymach już wspomniano, warto jednak do problemów tych powrócić.

Najliczniej są w jadach reprezentowane enzymy proteolityczne. Spotyka się je u wszystkich gatunków (Boquet l.c.). Uczestniczą one w szeregu działań na białka krwi, a także w reakcjach lokalnych polegających na cytolizie. Najbogatsze są w nie jady *Crotalidae*, nieco mniej mają ich *Viperidae*, a najmniej *Elapidae* (Tu et al. 1967, Sarkar i Devi l.c.). Są one odmienne od trypsyny, chymotrypsyny i trombiny. Brak jest korelacji między poszczególnymi rodzajami węży, a występowaniem tych enzymów (Tu et al. 1965, 1967).

Drugą liczną grupę enzymów stanowią mono-, di- i polifosfatazy oraz nukleotyduazy i nukleazy. Także i one uczestniczą wskutek, np. zakłócenia glikolizy, w zmianach lokalnych, a także przez rozkład ATP i NAD — w powstawaniu szoku. Działanie fosfolipazy, hyaluronidazy i cholinesterazy omówiono szczegółowo wyżej. Nie stwierdzono natomiast w jadach węży karboksy- i aminopeptydaz (Tu et al. 1965, Wagner i Prescott l.c.). Jak widać, w jadach zawarte są enzymy zdolne do rozkładu na związki prostsze tych wszystkich substancji o złożonej budowie, które stanowią główną masę ciała ofiary. Działanie takie jest więc szczególnym rodzajem trawienia zachodzącego początkowo poza organizmem drapieżcy a przebiegającego tylko w ciele ofiary. Znaczenie działania jadu jako soku trawiennego jest, niestety, najslabiej poznane. Utrzymuje się pogląd, że trwa ono dalej w ciele połkniętej i martwej zdobyczy, już na terenie przewodu pokarmowego węża, i przyspiesza działanie enzymów zawartych w soku żołądkowym. Brak jest jednak przekonujących danych eksperymentalnych na potwierdzenie tej tezy, zwłaszcza że gatunki jadowite trawią pokarm bez zaburzeń, nawet wtedy, gdy ich gruczoły jadowe lub zęby są operacyjnie usunięte.

Tak więc wydaje się, że główne zadanie jądów polega na zabiciu ofiary i że w tym kierunku szła specjalizacja węży, a działanie trawienne, jakkolwiek prawdopodobnie pierwotniejsze ma tu mniejsze znaczenie.

LITERATURA

- [1] Ackermanówna J. — *Gruczoły jadowe i jady zwierzęce*, Kosmos ser. B, 66: nr 1, 1948.
- [2] Anthony J. — *Essai sur l'évolution anatomique de l'appareil venimeux des ophidiens*, Ann. Sci. Nat. Zool., ser. 11, 17, 7—53, 1955.

- [3] Barme M. — *Venomous sea snakes of Vietnam and their venoms*. In: *Venomous and Poisonous Animals and Noxious Plants of the Pacific region*, Keegan H.L. and Macfarlane W.V., editors Pergamon Press. Oxford, 1963.
- [4] Barme M., Detrait J. — *Etude de la composition des venins des Hydrophiides*, Comp. Rendus des Seances de l'Acad. des Sci. 248: 312—315, 1959.
- [5] Barme M. — *Venomous sea snakes (Hydrophiidae)*. *Venomous Animals and their Venoms*, vol. 1. Acad. Press. N.York, London, 286—308, 1968.
- [6] Belluomini H.E. — *Extraction and quantities of venom obtained from some Brazilian snakes*. *ibid.*, 97—117, 1968.
- [7] Boquet P. — *Pharmacology and toxicology of snake venoms of Europa and the Mediterranean Region*, *ibid.*, 340—357, 1968.
- [8] Braganca B.N., Quastel J.H. — *Enzyme inhibitions by snake venoms*, *Bioch. J.*, 53: 88—102, 1953.
- [9] Deoras P.J. — *Studies on Bombay snake farm venom yield records and their probable significance*. *Venomous and Poisonous Animals and Noxious Plants of the Pacific region*, Keegan H.L. and Macfarlane, W.V., editors Pergamon Press. Oxford, 1963.
- [10] Devi A., Mitra S.N., Sarkar N.K. — *Anticoagulating action of cobra venom*. *Venoms*, Buckley E.E., Porges N., editors, A.A.A.S. Washington, p. 217, 1956.
- [11] Devi A. — *The protein and nonprotein constituents of snake venoms*. *Venomous Animals and their Venoms*, vol. 1., 119—165, Acad. Press. N. Y., London, 1968.
- [12] Diniz C.R. — *Bradykinin formation by snake venoms*, *ibid.* 217—227, 1968.
- [13] Doery H.M., Pearson J.E. — *Phospholipase B in snake venoms and bee venom*, *Bioch. J.* 92: 599—602, 1964.
- [14] Duguy R. — *Recherches sur le venin de Vipera, ursinii*, *Ann. l'Inst. Pasteur*. 81: 361—363, 1951.
- [15] Fearn H.J., Smih C., West G. B. — *Capillary permeability responses to snake venoms*, *J. Pharmacy and Pharmacol.* 16: 79—84, 1964.
- [16] Fraenkel-Conrat H., Singer B. — *Fractionation and composition of crotoxin*, *Arch. Bioch.* 60: 64, 1956.
- [17] Ghosh B.N., Sarkar N.K. — *Active principles of snake venoms*. *Venoms*, Buckley E.E., Porges N. editors, A.A.A.S. Washing. p. 189. 1956.
- [18] Ghosh B.N., Chaudhuri D.K. — *Chemistry and biochemistry of the venoms of Asiatic snakes*. *Venomous Animals and their Venoms*, vol. 1., 577—610. Acad. Press. N.Y., London, 1968.
- [19] Gitter S., de Vries A. — *Symptomatology, pathology and treatment of bites by Near Eastern Europeans and North African snakes*, *ibid.* 359—401, 1968.
- [20] Grasset E., Brechbuhler T., Schwartz D. E., Pongratz E. — *Comparative analysys and electrophoretic fractionations of snake venoms with special reference to Vipera ruselli and Vipera aspis venoms*. *Venoms*, Buckley E.E., Porges N., edit. A.A.A.S. Washington. p. 153, 1956.
- [21] Higginbotham R.D., Clark J.M. — *Significance of the local tissue responses to venoms in normal and in sensitized mice*. In *Animal Toxins*. Russel F.E., Saunders P.R., Pergamon Press. Oxford, London. Eddinburgh. N.Y., 1967.
- [22] Housay B.A. — *Classyfication des actions des venins de serpents sur l'organisme animal*, *C.R. des Seances Soc. Biol.* 105 nr. 3: 308—310, 1930.
- [23] Johnson R.G. — *The orygin and evolution of the venomous snakes*, *Evolution* 10: 56—65, 1956.

- [24] Kaiser E., Michl H. — *Die Biochemie der trierischen Gifte*, Franz. Deuticke Wienn, 1958.
- [25] Kellaway C.H. — *Animal poisons*. Ann. Rev. of Biochem. 8: 541—556, 1939.
- [26] Klauber L.M. — *Some factors affecting the gravity of rattlesnake bite*. *Venoms*, Buckley E.E., Porges N., editors, A.A.A.S. Washington, 1956.
- [27] Klobuszky D. — J. Amer. Med. 179: 984, 1962.
- [28] Kochva E., Gans C. — *The structure of the venom gland and secretion of venom in viperid snakes*. *Animal Toxins*, edited by Russel F.E. and Saunders P.R., Pergamon Press. Oxford, 115—203, 1967.
- [29] Leake Ch. D. — *Development of knowledge about venoms*. *Venomous Animals and their Venoms*, vol. 1. Acad. Press. N. York, London. 1—12, 1968.
- [30] Minton S. A. — *Observations on toxicity and antigenic makeup of venoms from juvenile snakes*. *Animal Toxins*, edited by Russel F. E. and Saunders P. R., Pergamon Press Oxford, London, 211—222, 1967.
- [31] Moroz Ch., Grotto L., Goldblum N., de Vries A. — *Enhancement of immunogenicity of snake venom neurotoxins*, *ibid.* 299—302, 1967.
- [32] Parnas I., Russel F. E. — *Effects of venoms on nerve muscle and neuromuscular junction*, *ibid.* 401—415, 1967.
- [33] Phisalix M. — *Proprietes venimeuses de la salive parotidienne d'une Couleuvre aglyphe Coronella austriaca Laurenti*. C. R. des seances de l'Academie des Sci. 158: 1450—1452, 1914.
- [34] Phisalix M., Caius R. P. F. — *Proprietes venimeuses de la salive parotidienne chez des Colubrides aglyphes des genres Tropidonotus Kuhl, Zamenis et Helicops Wagler*, Bull. Soc. Pathologie Exotique. 9: 369—376, 1916.
- [35] Phisalix M., Caius R. P. F. — *Proprietes venimeuses de la secretion parotidienne chez les Colubrides Aglyphes des especes Lycodon aulicus, Dendrophis pictus, Zamenis mucosus*, *ibid.* 10: 474, 1917.
- [36] Phisalix M., Caius R. P. F. — *Sur les proprietes venimeuses de la secretion parotidienne chez des especes de serpents appartenent aux Boides et aux Uropeltides*, C. R. des seances de l'Academie des Sci. 165: 35—37, 1917.
- [37] Porges N. — *Snake venoms, their biochemistry and mode of action*, Science. 117: 47—50, 1953.
- [38] Reid H. A. — *Symptomatology, pathology and treatment of land snake bite in India and Southeast Asia*. *Venomous Animals and their Venoms*, vol. 1. Acad. Press. N. York, London. 611—642, 1968.
- [39] Rosenfeld G., Nahas L., Kelen E. M. A. — *Coagulant, proteolytic and hemolytic properties of some snake venoms*, *ibid.* 229—273, 1968.
- [40] Sarkar N. K., Devi A. — *Enzymes in snake venoms*, *ibid.* 167—216, 1968.
- [41] Schipolini R., Ivanov Ch. P., Dymitrov G., Alexiev B. V. — *Composition of the low molecular fraction of the Bulgarian viper venom*, Bioch. et Biophysica Acta. 104: 292—295, 1965.
- [42] Slotta K. H., Gonzales J. D., Roth S. C. — *The direct and indirect hemolytic factors from animal venoms*. *Animal Toxins*, edited by Russel F. E. and Saunders P. R., Pergamon Press Oxford, London. 369—377, 1967.
- [43] Su C., Chang C., Lee C. Y. — *Pharmacological properties of the neurotoxin of cobra venom*, *ibid.* 259—268, 1967.
- [44] Sultanov M. N. — *Ukusy jadovitých živočichů*. G. I. M. L. Moskwa. 1963.
- [45] Tamiya N., Arai H., Sato S. — *Studies on sea snake venoms: Crystallization of erabutoxins „a” and „b” from Laticauda semifasciata venom and of laticotoxin „a” from Laticauda laticauda venom*. *Animal Toxins*, edited by Russel F. E. and Saunders P. E., Pergamon Press. Oxford, London. pp. 249—258, 1967.

- [46] Tu A. T., James G. P., Chua A. — *Some biochemical evidence in support of the classification of venomous snakes*, *Toxicon* 3: 5. 1965.
- [47] Tu A. T., Toom P. M., Murdock D. S. — *Chemical differences in the venoms of genetically different snakes*. *Animal Toxins*, edited by Russel F. E. and Saunders P. R., Pergamon Press. Oxford, London. pp. 351—362, 1967.
- [48] Tu T. — *Toxicological studies on the venom of sea snake, Laticauda semifasciata*, *Bioch. Pharmacol.* 8: 75—76, 1961.
- [49] Tu T. — *Toxicological studies on the venom of the sea snake Laticauda laticauda affinis*. *Animal Toxins*, edited by Russel, F. E. and Saunders P. R., Pergamon Press. Oxford, London. 245—248, 1967.
- [50] Wagner F. W., Prescott J. M. — *A comparative study of proteolytic activities in the venoms of some North American snakes*, *Comparative Bioch. Physiol.* 17: 191—201, 1966.
- [51] Welsh J. H. — *Acetylcholine in snake venoms*. *Animal Toxins*, edited by Russel F. E. and Saunders P. R., Pergamon Press. Oxford, London. pp. 363—368, 1967.
- [52] Vick J. A., Diuchta H. P., Manthei J. H. — *Pathophysiological studies of ten snake venoms*, *ibid.* pp. 269—282, 1967.
- [53] Zeller E. A. — *Enzymes of snake venoms and their biological significance*. *Advances in enzymology*, Interscience Publ. vol. 8 pp. 459—495, N. York, 1948.

Vilma Sturm: *Deutsche Naturparke im Wort und Bild*, Dritte Auflage, erweitert um die Beschreibungen von acht neuen Naturparks. (Verlag des Vereins Naturschutzpark e.V. Stuttgart, 1967, s. 408, ilustr. 170).

Nakładem zachodnio-niemieckiego Towarzystwa Parków Przyrody ukazało się w Stuttgardzie trzecie (rozszerzone) wydanie obszernego albumu krajoznawczego pt. *Niemieckie Parki Narodowe*, opracowane przez Vilnę Sturm.

Treść albumu stanowią opisy wszystkich trzydziestu trzech parków natury istniejących na obszarze NRF. Opisy te przedstawione są przez autorkę w gawędziarskiej formie wspomnień z jej własnych wędrówek po kraju ojczystym i zawierają duży ładunek uczuciowy i autorefleksyjny. Talent popularyzatorski znanej działaczki na rzecz ochrony piękna krajobrazu przejawia się w niepospolitej umiejętności tak zręcznego przeplatania informacji historycznych, ekonomicznych i przyrodniczych malowniczymi opisami piękna krajobrazu materiałem anegdotycznym, że lektura tej książki ani na chwilę nie jest nużąca. Największą chyba zasługą autorki jest jednakże niezwykle sugestywne przedstawienie celowości, potrzeby i możliwości ochrony przyrody i jej piękna. Idea obudzenia w społeczeństwie pełnego zrozumienia obowiązków człowieka względem krajobrazu przewija się przez wszystkie karty albumu. Celowi temu służy również bogaty materiał ilustracyjny, na który składa się około 170 zdjęć (niekiedy o wyraźnych walorach artystycznych), wykonanych w głównej mierze przez samą autorkę.

Polskiego czytelnika zainteresuje szczególnie końcowa część książki. Na 30 stronach „Posłowania” znajdzie on nie tylko wiadomości o rozwoju idei ochrony przyrody i krajobrazu (ze szczególnym uwzględnieniem zagadnień zachodnio-niemieckich), lecz również wielostronne i przekonująco udokumentowane informacje świadczące o pilnej potrzebie rozwijania jak najefektywniejszego wcielania tej idei w życie współczesnego człowieka.

Stanisław Gałka

WSPÓLZALEŻNOŚCI MIĘDZY OWADAMI I ROŚLINAMI W ERZE PALEOZOICZNEJ I PÓŹNIEJSZYCH OKRESACH*

Rośliny lądowe oraz owady podlegały specjacji w tym samym czasie w erze paleozoicznej i niektórzy przedstawiciele obu grup weszli ze sobą w mniej lub bardziej ściśle związki. Analizując materiały paleontologiczne i paleobotaniczne można prześledzić, stosunkowo dokładnie, powstawanie i zacieśnianie się współzależności między owadami i roślinami.

W ewolucji owadów możemy wyróżnić cztery główne epizody. Pierwszy — ewolucja prymitywnych, bezskrzydłych sześcionogich owadów z wielonożnych wijopodobnych przodków, którzy przypuszczalnie prowadzili lądowy tryb życia (Gilarov 1959); brak jest materiałów kopalnych z tego zakresu, ale miało to miejsce w okresie, gdy rośliny i pajęczaki opanowały ląd wychodząc ze środowiska wodnego. Drugi — ewolucja uskrzydłonych, latających owadów z prymitywnych przodków; uskrzydłone owady są znane z okresu węglowego w Numurii i Baszkirii. Trzeci — maksimum powstawania nowych rzędów owadów miało miejsce w permie, gdy stare rzędy znane z karbonu jeszcze nie wyginęły całkowicie a większość nowopowstałych rzędów była już obecna. Czwarty — w jurze rozwinęła się fauna zbliżona do dzisiejszej, z wyjątkiem odżywiających się nektarem roślin motyli (*Lepidoptera*) i takich owadów, które stopniowo przystosowały się do życia w świecie, w którym dominowały ssaki; owady te pasożytowały na ssakach lub odżywiały się ich odchodami (gatunki takich owadów nazywamy synantropijnymi).

Kopalne materiały dotyczące owadów nie są pełne, gdyż budowa ich ciała sprawia, że zachowują się one w postaci szczątków kopalnych tylko w sprzyjających okolicznościach. Dokładna analiza jaką ostatnio przeprowadzono na materiale kopalnym dostarczyła bardzo ciekawych wyników. Na podstawie wykopalisk z Baszkirii (ZSRR) wynika, że główna ewolucja uskrzydłonych owadów miała miejsce we wczesnym karbonie lub późnym dewonie. Typową fauną w karbonie były *Dictyoptera* (karaczany), *Paleodictyoptera*, *Megasecoptera*, pewne prymitywne *Orthoptera* (pasikoniki), prymitywne *Ephemeroptera* (jętki) i prymitywne ważki (*Odonata*). Występowały już także gatunki holometaboliczne tj. takie, w rozwoju których występuje larwa, poczwarka i postać doskonała.

Środowiskiem życia dla wszystkich owadów były w karbonie bagniste lasy tropikalne. Drapieżne gatunki były nieliczne m.in. *Megasecoptera* i *Odonata*. Typowe dla tego okresu *Paleodictyoptera* wyginęły w permie. Przypuszcza się, że przyczyną tego były zmiany w klimacie (ich larwy żyły w wodzie) lub wskutek wyginiecia drzew, na których żerowały. *Megasecoptera*, miały lekką budowę i przypuszczalnie atakowały inne owady; wyginęły one przed końcem permu. Jętki (*Ephemeroptera*) miały uwsteczniowane narządy gębowe w stadium preimaginalnym i imaginalnym, i nie przyjmowały pokarmu. Bardziej prymitywne jętki żyją dłużej w stadium larwalnym niż bardziej wyspecjalizowane gatunki. Wazki znane z karbonu baszkirskiego prowadziły zbliżone życie do życia gatunków dzisiejszych.

* N.F. Hughes and J. Smart: *Plant-insect relationships in Paleozoic and later time*, The Fossil Record, Part I pp. 107—117, 1967.

Rozpatrując równolegle ewolucję owadów i roślin należy stwierdzić, że wiele owadów współczesnych związanych jest ściśle z okrytozalążkowymi w związku z ich zapylaniem, roznoszeniem nasion i ograniczaniem ich ilości wskutek żerowania na nich. Wśród roślinożernych owadów spotykamy niewyspecjalizowane gatunki np. szarańczę (*Orthoptera*), wyspecjalizowane pluskwiaki (*Hemiptera*), oraz inne gatunki, które odżywiają się narządami służącymi roślinom do rozmnażania (pylniki i pręciki). Czy taka sytuacja istniała od samego początku, czy też powstała w procesie ewolucji, nie jest w pełni jasne.

Ażeby uczynić wszystkie argumenty bardziej przejrzystymi omówimy je kolejno. Pierwsze — wśród okrytozalążkowych duże drzewa tworzące lasy równikowe były prymitywne i powstały wtedy trawy; szereg rodzajów i gatunków wykazuje zmniejszanie się rozmiarów (ale zwiększanie różnorodności) w miarę przechodzenia z tropików do sfery umiarkowanej i chłodnej np. trawy (*Gramineae*). Drugie — nizinne lasy były jedynymi środowiskami o geologicznym znaczeniu. Paleobotaniczne materiały prawdopodobnie niemal całkowicie reprezentują takie środowiska. Trzecie — entomofilne rośliny okrytozalążkowe były prymitywne i przyciągały owady kolorem, wielkością i zapachem kwiatów. Anemofilne rośliny zapylane przez wiatr powstały w wyniku redukcji okwiatu. Czwarte — okrytozalążkowe rośliny nie występowały przed okresem albińskim ale od tego momentu okrytozalążkowe zaczęły opanowywać rejony zwrotnikowe i migrować w kierunku biegunów. Piąte — chociaż brak dowodów na wymarcie roślin w trzeciorzędzie, a niewiele ich mamy z ery mezozoicznej, dane te mogą być niewiarygodne, zwłaszcza wskutek nieustalonych kryteriów, którymi posługują się paleobotanicy przy identyfikowaniu materiałów kopalnych.

O ile jest możliwe stałe rozwijanie interpretacji postaptyjskiej flory to jednak są poważne trudności z prealbinowskimi florami mezozoiku, złożonymi wyłącznie z nagozalążkowych i paprotników. Potomkowie tych roślin są obecnie ograniczeni do podobnych lub drugorzędnych środowisk i z tego względu bardzo trudno jest zrekonstruować dawne lasy nizinne, w których dominowały te rośliny. Co więcej, zależności między obecnie znanymi owadami a potomkami nagozalążkowych roślin w rejonach klimatu umiarkowanego są bardzo małe, ale nie można tego automatycznie przenosić na mezozoiczne zwrotnikowe lasy nagozalążkowych, o których ekologii niewiele jeszcze wiemy.

W okresie dewonu była dostatecznie duża ilość drzew o takiej wysokości, że stało się to przyczyną wykształcenia przez pewne owady zdolności do lotu. Dotyczyło to m.in. drzew z rodzajów *Callixylon* (*Archeopteris*), *Eospermatopteris*, *Lepidosigillaria* i *Protolycodiopsis*. Osiągały one wysokość trzech a nawet więcej metrów a ich liście były mikro- lub megafylliczne z nieznacznie rozszerzonymi blaszkami liściowymi. Jakkolwiek brak jest dowodów o żerowaniu owadów na sporangiach tych roślin, późnodewońskie owady były przypuszczalnie bezskrzydłymi, czołgającymi się gatunkami. Wykształcenie skrzydeł przez owady było bowiem bardzo długim procesem ewolucyjnym.

W okresie wczesnego karbonu, szerokie blaszki liściowe były powszechne u roślin, które poza tym miały zadziwiająco zróżnicowane nasiona. Wysokie drzewa węglowo-bagiennych lasów stanowiły więc odpowiednie środowisko do lotów owadów; występowały tam liczne *Paleoptera* z dużymi rozpostartymi skrzydłami (podobnie jak dzisiejsze ważki). Owady te osiągały niezwykle duże rozmiary, ale niestety skrzydła, które najlepiej zachowują się jako szczątki kopalne, reprezentują tylko jedną fazę — owada dojrzałego — i to najkrótszą w rozwoju owadów. Innym środowiskiem, stwarzanym przez lasy, była gruba warstwa ściółki złożonej z opadłych, ale nie gniących liści i pędów, przypuszczalnie leżących w wodzie. Owady *Dictyoptera* i ich larwy (podobnie jak współczesne gatunki karaczanów)

żerowały na nich i dlatego przypuszczalnie wykształciło się stadium larwalne żyjące w wodzie.

Pewne rośliny m.in. *Salvingostoma*, *Physostoma*, *Lagenstoma* wykazują pewne przystosowawcze modyfikacje w budowie mikropyle oraz pyłku, które wreszcie u gatunków z rodzaju *Dolerotherca*, *Trigonocarpon*, a także u karbońskiej *Raistrackia*, stworzyły warunki do zapylania ich przez pełzające owady.

W erach mezozoicznej i trzeciorzędowej dominowały nagozalążkowe takie jak iglaste, ginka i cykadofity o grubszych liściach i kutikuli odmiennej od większości okrytozalążkowych lub mezozoicznych paproci. U *Cycadeoidea* powstawały małe owoce chronione przed zniszczeniem między podstawą liści a pędem, a ich ziarenka pyłku były dość duże (80 mikronów). Owocami tych roślin odżywiały się tylko chrząszcze; owady te przenosiły pyłek i zapylały rośliny.

Chociaż kwiaty są organem, który nie zachowuje się jako forma kopalna na podstawie wykopanych liści można przypuszczać, że *Magnoliaceae* i inne podobne rośliny były najwcześniejszymi (późna kreda) okrytozalążkowymi. Współczesne gatunki z tej rodziny są przypuszczalnie zapylane przez owady, ale nie wiemy w jakim stopniu możemy to przenosić na stosunki panujące w dawnych czasach.

Jak można sądzić, na podstawie okazów owadów zachowanych w bursztynach, w trzeciorzędzie owady były bardzo zróżnicowane; również roślinny świat, a mianowicie zwrotnikowe lasy okrytozalążkowych roślin z epifytami i lianami, były bardzo bogate.

Autorzy podsumowują dyskutowane zagadnienia w następujących wnioskach:

1. Owady dewońskie przystąpiły do podboju terenów lądowych używając jako główny pokarm szczątki roślin lądowych.

2. Specjalistyczne lasy okresu karbońskiego były przyczyną, że owady zaczęły odżywiać się żywymi częściami roślin (zamiast ich szczątkami) oraz odgrywać rolę przy ich zapylaniu.

3. Ważne zmiany jakie nastąpiły we wczesnym permie spowodowały wymarcie wielu owadów. Jednakże tam gdzie była ciągłość roślin i owadów np. w Azji środkowej (prowincja angarsko-permska) powstawały nowe formy owadów, a zwłaszcza owady o kłująco-ssącym aparacie gębowym — *Hemiptera*. We florze tego okresu nie dominowały już likopody.

4. Owady z okresu triasowego i jurajskiego powstawały z form permskich, ale nie były ściśle związane z roślinami.

5. Duże zmiany we florze środkowej kredy — z przewagi nagozalążkowych na przewagę okrytozalążkowych — były przypuszczalnie związane z zanikiem okresów o wysokiej temperaturze, co miało miejsce we wczesnym trzeciorzędzie. Rola owadów w zapylaniu okrytozalążkowych w tym okresie nie została w pełni dowiedziona, ale takie rzędy owadów jak *Hymenoptera* i *Diptera* już występowały zanim nastąpił rozwój okrytozalążkowych.

6. Rośliny w trzeciorzędzie wykazują stałą reakcję na tworzenie się rejonów roślinnych w wyniku postępującego zlodowacenia. Okazy zachowane w bursztynie wskazują na specjalizację owadów w rozprzestrzenianiu nasion roślin; odnosi się to zwłaszcza do *Hymenoptera*.

7. Brak jest materiałów kopalnych dotyczących owadożernych roślin *Nepenthaceae* i *Sarraceniacae*.

8. Chociaż brak jest jeszcze wielu danych oraz, mimo że pominięto ważne powiązania z innymi grupami zwierząt, ogólny przebieg historii rozwoju roślin i owadów ma charakter zacieśniania się wzajemnych zależności między obu grupami.

INTERAKCJE KONKURENCYJNE I EWOLUCJA NISZ EKOLOGICZNYCH
NA PRZYKŁADZIE BADAŃ NAD PTAKAMI AUSTRALIJSKIMI RODZAJU
*MELITHREPTUS (MELIPHAGIDAE)**

Autorzy omawianej pracy podjęli badania nad współczesnymi trendami ewolucyjnymi czterech głównych gatunków ptaków australijskich: *M. brevirostris*, *M. gularis*, *M. affinis* i *M. validirostris* rodzaju *Melithreptus (Meliphagidae)*. Centrum zainteresowań stanowiło wykrycie przyczyn znacznych przemian strukturalnych u ptaków wymienionych gatunków, które żyją na wyspach przybrzeżnych oraz na terenach izolowanych kontynentu australijskiego. Wyjaśnienie tych przemian stanowi jednocześnie ważny przyczynek do rozwiązania bardziej ogólnego problemu, mianowicie tendencji wyspiarskich populacji ptaków do posiadania dłuższych dziobów i kończyn.

Przeprowadzono już wiele badań w celu rozwiązania tego problemu. Zwracano w nich głównie uwagę na relacje przemian strukturalnych z radiacją do nowych nisz. Przedmiotem tych badań były jednak przeważnie przemiany zaszłe w odległej przeszłości. Waler prawdy rozważań na podstawie materiału z tego rodzaju badań, zdaniem niektórych ekologów — np. Andrewartha i Birch (1954), Birch i Ehrlich (1967) — budzi wiele zastrzeżeń. W takich pracach bowiem można wnioskować o przebiegu interakcji konkurencyjnych na podstawie materiału fragmentarycznego, co mogło prowadzić do nieuzasadnionych przypuszczeń.

Nowatorski charakter omawianej obecnie pracy polega na tym, że jej wnioski zostały opracowane na podstawie badań sytuacji współczesnych. Mają one tę przewagę nad badaniami poprzednimi, że dostarczają materiału bezpośredniego do obserwacji interakcji konkurencyjnych. Ponadto pozwalają one na przesłedzenie selektywnych nacisków różnych rodzajów. Pozwoliły także na skorelowanie badań przemian morfologicznych i ekologicznych, przesłedzenie powiązań tych przemian w różnorodnych warunkach i sytuacjach oraz wyjaśnienie ich m.in. przy pomocy faktów konkurencji międzygatunkowej. Warto tu może dodać, że autorzy pracy posługują się pojęciem konkurencja w sensie zawężonym przez Bircha (1957). Mianowicie przy pomocy tego pojęcia określają fakty korzystania przez dwa gatunki z tego samego pokarmu i stref pokarmowych.

W trakcie badań zwracano głównie uwagę na przemiany morfologiczne dzioba, nóg i układu palców. Cechy te są bezpośrednio skojarzone z przemianami w środowisku pokarmowym i miejscu pobytu. Przedmiotem badań było ustalenie miejsca żerowania i zmian w środowiskach pokarmowych, co mogło wyjaśnić trendy ewolucyjne przemian morfologicznych. Interesowano się całym zasięgiem gatunku zarówno na wyspach, jak i na kontynencie australijskim. Analiza całego zasięgu pozwoliła na poznanie środowisk i na określenie zakresu zmienności geograficznej. Ustalono, że ptaki badanych gatunków nie posiadają odmian geograficznych na rozległych obszarach kontynentu. Natomiast zróżnicowanie wystąpiło na wyspach: Tasmanii, Kangaroo i Melville oraz w południowo-wschodniej Australii, gdzie powstały warunki izolacji.

Analiza sposobu rozmieszczenia pokazała, że w jednym środowisku występują przeważnie razem ptaki dwóch gatunków rodzaju *Melithreptus*: jeden gatunek ptaków mniejszych i jeden większych. Różnice w wymiarach dzioba, nogi i kąta rozwarcia palców przednich i tylnego u ptaków tych gatunków na kontynencie przekraczają przeważnie 10%. Na wyspach natomiast różnice te są znacznie wyższe

* Keast A.: *Competitive Interactions and the Evolution of Ecological Niches as Illustrated by the Australian Honeyeater Genus Melithreptus (Meliphagidae)*, Evolution, December, vol. 22, No 4, s. 762—784, 1968.

i wynoszą średnio 48% dla wymiarów długości dzioba, 14% — dla nogi i 33% — w układzie palców.

Zróżnicowanie morfologiczne w granicach 10%, zdaniem autorów pracy, decyduje już o ograniczeniu konkurencji międzygatunkowej i osiągnięciu separacji ekologicznej. Ponadto wykryto zależność rozmiarów zróżnicowania morfologicznego od stopnia nasilenia relacji międzygatunkowych, długości czasokresu zasiedlenia danego środowiska i przebywania w warunkach izolacji geograficznej.

Analiza morfologiczno-ekologiczna pokazała, że ptaki rodziny *Meliphagidae* odznaczają się znacznym potencjałem do zajmowania nowych nisz. W Australii stanowią one rodzinę dominującą, która liczy 69 gatunków. Jej reprezentanci wyróżniają się korzystaniem z trzech typów pożywienia: nektaru, jagód i owadów. Wbrew nazwie taksonomicznej karmienie się nektarem jest już tylko sezonowe, stanowi pewną porcję pożywienia w jesieni i zimie. Ptaki odznaczają się dużą elastycznością kształtu dzioba, co, zdaniem autorów pracy, wiąże się ze zdolnością do zmian w rodzajach pożywienia i faworyzowaniem owadożernego trybu życia. Poszczególne gatunki osiągnęły już pewien stopień specjalizacji w łowieniu owadów, karmią się owadami odmiennych rodzajów zależnie od zajmowanych stref pokarmowych.

Badania stref pokarmowych i sposobu żerowania pokazują trzy trendy przemian strukturalnych u ptaków badanych gatunków:

1. Dążenie do pogłębienia specjalizacji zbierania pokarmu w eksploatowanej już strefie pokarmowej prowadzi do utrwalenia i pogłębienia uzyskanych już przemian morfologicznych. Jako przykład przytaczają autorzy pracy przemiany strukturalne u ptaków gatunku *M. affinis*, które osiągnęły już względnie wysoki stopień specjalizacji w łowieniu owadów na liściach. Na kontynencie zamieszkują one tę strefę razem z ptakami dwóch innych gatunków *Meliphagidae* i pięcioma gatunkami gajówek. Natomiast na Tasmanii żyją tylko dwa gatunki gajówek i jeden *Meliphagidae*, w związku z czym reprezentanci *M. affinis* posiadają większe możliwości w przystosowaniu się do sprawnego wykorzystania względnie wolnej niszy i zdobycia w niej pełnego zaopatrzenia pokarmowego. Jak wykazały pomiary morfologiczne, ptaki *M. affinis* na Tasmanii posiadają najkrótszy dziób w obrębie rodzaju. Wyróżnianie się krótkim dziobem jest cechą charakterystyczną dla ptaków zbierających pokarm na liściach. Również długość rozwarcia między palcami przednimi a tylnym stanowi tylko 40% długości nogi, podczas gdy u innych *Melithreptus* waha się ona w granicach od 55 do 70%. Jak z tego wynika wymiary omawianych cech u ptaków *M. affinis* na Tasmanii wykazują znaczne odchylenie od wymiarów tych cech u ptaków innych *Melithreptus*, a są zbieżne z wymiarami analogicznych cech u gajówek, które osiągnęły wysoką specjalizację w zbieraniu pokarmu na liściach na kontynencie australijskim. Osiągnięcie takiej specjalizacji na terenie jednej niszy, zdaniem autorów pracy, nie otwiera szerszych perspektyw ewolucyjnych. Ptaki o wysokiej specjalizacji pokarmowej bowiem stają się mniej elastyczne do zajmowania nowych stref, wskutek czego mają zamkniętą drogę do nowych przekształceń morfologicznych.

2. Ptaki gatunku *M. brevirostris* reprezentują nieco odmienny trend ewolucyjny. Wprawdzie jest to gatunek ptaków mniejszych, podobnie jak *M. affinis* odznacza się jednak większą elastycznością i żeruje przeważnie w dwóch strefach pokarmowych, tj. na liściach, na małych gałązkach i wyższych gałęziach drzew na kontynencie. Natomiast na wyspie Kangaroo populacja *M. brevirostris* okazała się bardziej zmienna niż gdzie indziej. Opanowała trzy strefy pokarmowe, żeruje bowiem także na pniach. Dzięki temu przystosowuje się zarówno do przywierania do pionowych płaszczyzn pni drzewnych, jak i do posuwania się wzdłuż poziomo ułożonych gałęzi. Owady wydobywa z pęknięć i szczelin przez wsuwanie dzioba

pod złuszczącą się korę. Jak pokazuje rys. 2 populacja ta posiada najdłuższy dziób spośród innych odmian tego gatunku, zasiedlających tereny kontynentalne.

3. Natomiast ptaki gatunku *M. validirostris* przedstawiają bardzo wyraźnie przesunięcie od przewagi żerowania na liściach (osiągają tylko 21% całego pożywienia) do zbierania go na pniach i gałęziach (wynosi on 79% całości zaopatrzenia pokarmowego). Szczególnie na Tasmanii, gdzie jest brak pełzacza (*Climacteris*) i bargiela kowalika ((*Neosita*), wyspecjalizowanych w żerowaniu na pniach, *M. validirostris*, zdaniem autorów pracy, może przystosować się do zbierania pokarmu w niszach, których nie zajęły gatunki wyspecjalizowane. Opanował już sposób zachowania się podobny do pełzacza, skacze w dół od wierzchołka pnia i posuwa się wzdłuż gałęzi. Odznacza się rozległą rangą przystosowań behawioralnych do zbierania pokarmu z pni i kory, jak to robią ptaki innych gatunków. Posiada silny dziób przystosowany do zrywania i rozluźniania kory z brzegów pęknięć i do przeszukiwania łupu. W trakcie poszukiwania pokarmu na pniach lub gałęziach wkłada swój dziób w szczeliny w korze podobnie jak bargiel kowalik lub pełacz. Zdobył też odpowiednie przekształcenia morfologiczne. Rysunek 3 pokazuje, że przemiany strukturalne dzioba i głowy u ptaków gatunku *M. validirostris* prowadzą do upodobnienia ich do pełaczy. Rysunek 2 natomiast pokazuje, że populacja tych ptaków na Tasmanii posiada najdłuższy dziób spośród ptaków innych grup tego gatunku, mieszkających na kontynencie. Rysunek ten pokazuje także, że przekształceniom morfologicznym uległy nogi i układ palców. Wyróżniają się one grubością, masywnością oraz największym kątem rozwarcia między palcami przednimi a tylnym w porównaniu do wymiarów tych samych cech u ptaków innych gatunków rodzaju *Melithreptus*.

Wyjaśnienie omawianych tu trendów ewolucyjnych uzupełnili autorzy pracy przy pomocy wniosków wyprowadzonych na podstawie porównawczych badań morfologicznych i ekologicznych nad gatunkami rodziny *Meliphagidae* i reszty awifauny, która zajmuje te same nisze na różnych kontynentach całej kuli ziemskiej. Analiza została przeprowadzona w celu wyjaśnienia zależności kształtu omawianych tu cech morfologicznych u ptaków od sposobu ich życia.

Badania nad dzięciołami leśnymi i pełzczami Ameryki Płd. pokazały, że trochę dłuższy dziób charakteryzuje ptaki, które wybierają owady z pęknięć w korze. Nogi są charakterystycznie krótkie u ptaków żerujących na pniach, dzięki temu ciało ściślej przywiera do drzewa (Richardson pokazał to w 1942 r. na przykładzie badań dzięciołów leśnych). Małe palce u nogi ostro zaokrąglone do uchwytu są korzystne dla ptaków, które sadowią się na stojąco na gałęziach lub przyczepiają się do nich. Natomiast u ptaków, które przylegają do płaskich, poziomych płaszczyzn, palce muszą być długie i szeroko rozłożone (np. u dzięciołów i pełaczy palce są dłuższe od nogi).

Autorzy pracy starali się jednak głównie wyjaśnić przemiany morfologiczne w kształcie dzioba, ponieważ ta cecha jest najbardziej zmienna na wyspach, gdzie nowe warunki życia wymagają nowych przystosowań. Uznają tezę Granta, że wydłużony dziób jest bardziej skuteczny przy stosowaniu różnych sposobów żywienia. Natomiast dyskutują z inną jego tezą, że brak niektórych gatunków owadów i ogólne wyniszczenie biotyczne na wyspach stanowiły główny czynnik przemian morfologicznych w kształcie dzioba u ptaków populacji wyspiarskich. Podkreślają, że trudno traktować braki w zaopatrzeniu pokarmowym jako bezpośrednie bodźce, które konstruktywnie prowadzą do nowych przystosowań. Wyniszczenie fauny wyspiarskiej otwierało, ich zdaniem, możliwości ukształtowania nowego stanu równowagi ekologicznej poprzez ponowny podział nisz i sposobów życia pomiędzy gatunki, które pozostały na wyspie. Osiągnęły to te gatunki, które nie zrezygnowały ze swoich pierwotnych sposobów życia w czasie wejścia do nowej niszy. Na-

tomiast stawały się coraz bardziej zróżnicowane dzięki stopniowemu przystosowaniu się do złożonego układu nisz wyspiarskich. Zapewniało im to pełne zaopatrzenie pokarmowe.

Jak pokazuje streszczony tu tok dowodzenia, ich własne badania pokazały, że głównym czynnikiem przemian strukturalnych były wolne nisze słabo eksploatowane przez ptaki innych gatunków bardziej wyspecjalizowanych oraz nowe strefy pokarmowe charakterystyczne dla wysp. Dla poparcia tej tezy autorzy pracy podali w tabeli 7 dane, które pokazują znaczne przemiany w zestawie stref pokarmowych na wyspach w porównaniu do istniejących na kontynencie. Mianowicie populacje wyspiarskie korzystają z szerokiego układu stref, w których nisze typowe dla kontynentu stanowią tylko jeden człon. Prawdopodobnie tego kierunku dowodzenia, ich zdaniem, potwierdzają także dane porównawcze z pomiarów morfologicznych trzech populacji ptaków, które żerują na pniach i gałęziach na Tasmanii: *Colluricincla*, *Meliphagidae* i *Acanthiza pusilla* oraz ich odpowiedników z południowej Victorii. Dane te (por. tabl. 8). pokazują ten sam trend przemian ewolucyjnych, co u ptaków gatunku *M. validirostris*. Ponadto wykryto trend do stopniowego wzrostu długości dzioba u ptaków różnych gatunków, które rozprzestrzeniają się z kontynentu australijskiego na archipelagi w kierunku wschodnim i północnym. I tutaj także autorzy pracy spostrzegają zależność stopnia zróżnicowania morfologicznego od liczby gatunków wyspecjalizowanych oraz od przemian w układzie stref pokarmowych.

Teodozja Długocka

WPLYW LIPOPROTEINÓW NA POZIOM CHOLESTEROLU W KRWI*

Podstawowym związkiem w biosyntezie cholesterolu jest kwas mewalonowy (P.A. Tavormina, M.H. Gibbs i J.W. Huff, 1956), natomiast skwalen jest jednym z przejściowych etapów pośrednich tej syntezy (R.G. Langdon i K. Bloch, 1953; J.W. Cornforth, R.H. Cornforth, G. Popják i R.H. Youhotsky-Gore, 1958).

Należy zaznaczyć, że biosynteza cholesterolu przebiega bez zakłóceń jedynie w warunkach tlenowych; w warunkach anaerobowych — tylko do etapu skwalenu.

Stąd wniosek, że w krwi występują pewne czynniki, bliżej nieokreślone, o charakterze swoistych inhibitorów biosyntezy cholesterolu. Wyosobnienie hipotetycznych inhibitorów przeprowadzono w następujący sposób. Homogenat z wątroby szczura, uzyskany metodą N.L.R. Buchera, K. Mc Garrahana, E. Goulda i A.V. Louda (1959) odwirowano (18 000 g przez 20 min.), poddano inkubacji z dodatkiem znakowanego kwasu mewalonowego, NADH, NADPH, ATP oraz zredukowanego glutationu w 37°C przez 1—1,5 godz.

W tych warunkach około 30—40% znakowanego kwasu mewalonowego bierze udział w biosyntezach steroli, przy czym lewoskrętny izomer kwasu mewalonowego nie zostaje wbudowany w cząsteczkę związków sterolowych. Około 90% steroli przypada na cholesterol i jego estry, natomiast pozostałe 10% — na skwalen, lanosterol i inne mniej ważne ilościowo produkty.

Interesujący jest fakt, że dodatek surowicy krwi człowieka lub szczura (w ilości około 0,2—0,4 ml/ml badanej próbki) powoduje zahamowanie przebiegu syntez cholesterolu z równoczesną akumulacją cząsteczek skwalenu.

Metodą B. Gelotte'a, P. Flodina i J. Killandera (1962) wyosobniono hipotetyczny czynnik inhibitoryczny i stwierdzono, że jest to nowy typ białka, związany z frakcją α_1 -globulinową, nie ulegający dializie oraz wykazujący pewną termostabilność.

* G.S. Boyd, F.D. Onajobi: Control of Cholesterol Biosynthesis by a Plasma Apo-lipoprotein, Nature, Vol. 221, 5180, 574, 1969.

Zastosowanie frakcjonacji metodą E.J. Cohna, L.E. Stronga, W.L. Hughesa jun., D.J. Mulforda, J.N. Ashwortha, M. Melina i H.L. Taylora (1946) wykazano, że maksymalne stężenie skwalenu występuje w następujących frakcjach: III-0, bogatej w β -lipoproteiny, IV-1, bogatej w α_1 -lipoproteiny oraz we frakcji IV-4 o dużej zawartości α_1 -, α_2 -, i β -makroglobulin.

Delipizacja frakcji IV-1 według metody opracowanej przez A. Scanu, L.A. Le-wisa i F.M. Bumpusa (1958) powoduje w konsekwencji zwiększenie stężenia skwa-lenu w tej frakcji.

Autorzy dochodzą do wniosku, że aktywator biosyntezy skwalenu występuje we frakcji apoproteinowej, wchodzącej w skład α_1 -lipoproteinów.

Apo- α -lipoprotein powstaje w wątrobie większości ssaków, biorąc udział w procesach regulacji biosyntezy cholesterolu. W normalnych warunkach fizjologicznych czynność nowego białka ulega zahamowaniu przez swoiste układy enzymatyczne komórki. Duże znaczenie odgrywa omawiany α -lipoprotein w wątrobie niektórych ryb oraz w niektórych tkankach pozawątrobowych ssaków.

W konkluzji autorzy stwierdzają ścisły związek pomiędzy aktualną zawartością apo-lipoproteinu a stężeniem skwalenu w komórce.

Niezależnie od powyższego, apo-lipoprotein uważa się za swoisty czynnik stanowiący niejako nową formę kontroli enzymatycznej w cyklu biosyntezy cholesterolu na drodze wyłączenia substratu.

Wiktor Janusz Pajor

WPŁYW INSULINY NA ZAWARTOŚĆ BIAŁEK W KOMÓRCE*

Niezależnie od ustalonego działania insuliny na przemianę cukrowców w ustroju, wyłania się równocześnie nowe zagadnienie zależności natężenia procesów proteinoogenezy w cukrzycy od ilości wyprodukowanej przez trzustkę insuliny.

Mianowicie, I.G. Wool i P. Cavicchi (1966) wykazali, że rybosomy komórek mięśni szczurów, u których doświadczalnie wywołano cukrzycę aloksanową, wytwarzają mniej polisomów, a zatem biosyntetyzują mniej białek komórkowych w porównaniu ze zwierzętami kontrolnymi.

Oдноsne badania przeprowadzono na tak zwanych „systemach bezkomórkowych”, w skład których wchodziły rybosomy, wypreparowane z komórek mięśni szczurów cukrzycowych, ponadto aminokwasy oraz t-RNA z *Escherichia coli*. W ten sposób wykazano, że obecność insuliny jest niezbędna w procesach przyłączania cząsteczek aminokwasów do t-RNA, przy czym nowo zsyntetyzowany aminoacylo-t-RNA inicjuje z kolei przebieg reakcji biosyntezy białek komórkowych (Y.L. Germanyuk, N.M. Gulaya, S.V. Varga i V.I. Mironenko, 1968; Y.L. Germanyuk i S.V. Varga, 1968; Y.L. Germanyuk i V.I. Mironenko, 1969).

Y.L. Germanyuk i V.I. Mironenko (1969) użyli do swych doświadczeń królików zdrowych i chorych na cukrzycę aloksanową. t-RNA oraz zespół swoistych enzymów wyosobniono z wątroby królików metodą opracowaną przez autorów. Reakcję przyłączania znakowanego aminokwasu (leucyny, lizyny i metioniny) do cząsteczki t-RNA inicjuje dodatek właściwego enzymu do specjalnego środowiska reakcji (bufor, ATP, chlorki, glutation). Przebieg reakcji przyłączania oznaczano radiometrycznie.

W drugim etapie badań zastosowano t-RNA, wyosobniony z komórek drożdży, jako akceptora aminokwasów oraz enzymy, uzyskane zarówno ze zdrowych, jak i „cukrzycowych” królików.

* Y.L. Germanyuk, V.I. Mironenko: *Insulin and the Attachment of Aminoacids to the Liver Transfer RNAs*, Nature, vol. 222, 5192, 486, 1969.

W konkluzji autorzy stwierdzają, że w przypadku cukrzycy następuje zahamowanie biosyntezy białek komórkowych wskutek obniżenia poziomu insuliny w krwi przy równoczesnym unieczynnieniu swoistych enzymów (typu syntetazy t-RNA-aminoacylowej). Ponadto zaobserwowano większą intensywność absorpcji przez cząsteczkę t-RNA, wyosobnionego z królików chorych na cukrzycę aloksanową oraz większą wrażliwość molekuly na działanie rybonukleazy trzustkowej; fakt ten wskazuje na możliwość wewnątrzcząsteczkowego uszkodzenia struktury „śrubowej”.

Wiktor Janusz Pajor

PROBLEMY TOKSYKOLOGII I KOSMICZNEJ*

Wśród wielu problemów związanych z załogowymi lotami kosmicznymi, które będą w przyszłości podejmowane w celach badawczych do dalej położonych obszarów układu słonecznego, na rozwiązanie oczekuje między innymi zagadnienie długotrwałego działania na organizm ludzki złożonych mieszanin gazowych i problemy higienicznego normowania substancji chemicznych w warunkach hermetyzacji. W badaniach przeprowadzonych nad ustaleniem dopuszczalnych stężeń substancji toksycznych w atmosferze hermetycznych kamer stwierdzono, że podczas przebywania ludzi w ciągu 17—56 dni w komorach imitujących kabiny statków kosmicznych nagromadza się w nich około 70 różnych substancji chemicznych, których obecność wykryto przy pomocy precyzyjnych metod chromatograficznych i spektrometrycznych. Źródłem tych substancji był zarówno sam człowiek, jak i urządzenia zabezpieczające podtrzymanie procesów życiowych a także inne instalacje i materiały, z których zbudowane zostało wyposażenie kabiny. Wśród tego rodzaju wydzielin wykrytych w kajucie statku kosmicznego Merkury wykazano obecność m.in. takich substancji jak freon-114, dwuchloroetylen, toluol, alkohol butylowy, freon-11, chlorek winylu, alkohol etylowy, m-ksylol, chlorek metylenu, o-ksylol, benzen metylochloroform, trójchloroetylen, aceton, metyloetyloketon, metyloizopropylketon, etylen, alkohol propylowy, aldehyd octowy, octan etylu, alkohol etylowy i 1,4-dwuoksan. Oprócz tego w środowisku tym występowały również domieszki innych jeszcze gazów, w liczbie których zidentyfikowano heksametylocyklotrójsiloksan, freon-22, freon-23, freon-12, freon-125, propylen, butan, izopentan, pentan, heksan, dwumetylobutan, acetylen. Źródłami wydzielania szkodliwych przymieszek są przede wszystkim tworzywa z mas plastycznych. Jak wiadomo syntetyczne polimery zwykle zawierają pewne ilości niespolimerowanego monomeru, który może się wydzielać do środowiska. Oprócz monomerów z syntetycznych tworzyw mogą być też wydzielane wchodzące w ich skład plastyfikatory, stabilizatory, inicjatory, wypełniacze i barwniki. W normalnych warunkach wydzielające się stosunkowo niewielkie ilości tych substancji nie mają istotnego znaczenia i zwykle nie stanowią żadnej przeszkody w szerokim wykorzystaniu tworzyw w wielu dziedzinach. Jednak w hermentycznych systemach o stosunkowo znacznie ograniczonej objętości i wysokim stopniu nasycenia urządzeniami, wydzielanie szkodliwych przymieszek z syntetycznych polimerów może doprowadzić do krytycznej, z higienicznego punktu widzenia, wartości. Z tego względu zastosowaniu wszelkich materiałów przeznaczonych do budowy lub wyposażenie statku kosmicznego powinny towarzyszyć badania sanitarno-chemiczne i toksykologiczne, umożliwiające dokonanie oceny stopnia bezpieczeństwa przy ich wykorzystaniu. Podstawowym warunkiem jest przy tym ściśle modelowanie tych wszystkich czynników, na których działanie materiał będzie narażony w kabinie statku kosmicznego.

* W.W. Kustow, L.A. Tjunow — *Problemy kosmической токсикологии*. Izv. Akad. Nauk SSSR, ser. biol., 1968, nr 4, s. 605.

Toksykologiczne badania tworzyw syntetycznych, stosowanych przy budowie statków kosmicznych wykazały, że polimery polisiarczkowe stają się w temperaturze 600°C źródłem wydzielania dwutlenku węgla, etylenu, dwutlenku siarki, siarkowodoru i metanu. Dlatego przeprowadza się też badania chemiczno-toksykologiczne substancji, wydzielających się z różnych tworzyw w zmienionych warunkach, które mogą zaistnieć w hermetycznych kabinach. Badaniom takim poddano 122 rodzaje tworzyw syntetycznych w zakresie temperatur od +280 do +650°C i przy obniżonym ciśnieniu barometrycznym, stwierdzając, że ulegają one termicznej destrukcji, której towarzyszy wydzielanie tlenu węgla i innych związków o wysokiej toksyczności. Stwierdzono np. że wśród produktów pirolitycznego rozkładu tworzyw zawierających azot obecne są połączenia cyjanowe. Wykazano to w stosunku do tworzyw syntetycznych, zawierających w swoim składzie żywice mocznikowo-formaldehadowe i melaninowo-formaldehadowe oraz aminoplasty. Toksyczne działanie HCN komplikuje się przy tym na skutek obecności w produktach termicznego rozkładu tlenu węgla i innych substancji, skutkiem czego zatrucia produktami pirolizy tworzyw polimerowych mają szczególnie ciężki przebieg.

Polimery zawierające fluor i fosfor podczas termicznej destrukcji mogą być źródłem wydzielania wysoce toksycznych połączeń fluorowych, fosforoorganicznych i powodować niezwykle silne zatrucia. W związku z tym istnieje potrzeba wprowadzenia zakazu stosowania tworzyw, które wskutek pożaru mogą wydzielać tego rodzaju produkty wysokiej toksyczności.

Określony wpływ na skład gazowy powietrza statku kosmicznego mogą też wywierać produkty działalności życiowej człowieka, wydzielane z wydechym powietrzem, moczem, fekaliami i potem. Z wydechanym z płuc powietrzem oprócz dwutlenku węgla wydzielane są takie substancje jak aceton, kwas etylokarboksylowy, metan, tlenek węgla, wodór, etanol, metyloetyloketon, acetonitryl. Wyliczono, że z jamy ustnej wydziela się do otaczającej atmosfery ogółem ponad 100 różnych substancji chemicznych. Z fekalii przechodzą do środowiska gazowego takie związki jak amoniak, indol, skatol, aminy, fenole, siarkowodór i inne produkty, które w sumie stanowią 196 połączeń chemicznych. Mocz jest źródłem amoniaku, amin, estrów kwasu siarkowego, fenolu, mocznika i innych produktów rozkładu. Jak obliczono, z moczem wydziela się 183 substancje, wśród których znaczna ilość przypada na aminy (łącznie 40). Wraz z potem oprócz mocznika i kwasów organicznych wydziela się jeszcze około 149 związków chemicznych a z powierzchni skóry — 271 połączeń.

Spśród produktów działalności życiowej człowieka największe znaczenie toksykologiczne ma prawdopodobnie tlenek węgla. Jednak i inne endogenne produkty a także substancje chemiczne trafiające do atmosfery kabiny podczas rozkładu wydaliny organizmu ludzkiego (mocz, masa kałowa, pot), a więc także jak amoniak i jego pochodne, aceton, kwasy organiczne, fenol i inne, powinny być brane w rachubę przy rozpatrywaniu problemu zabezpieczenia życia w hermetycznych kabinach kosmicznych aparatów latających.

Odrębne znaczenie dla systemów zamkniętych ma problem ustalenia dopuszczalnych granic stężeń szkodliwych domieszek. Złożoność tego zagadnienia uwarunkowana jest przez szereg względów. Granicznie dopuszczalne stężenia szkodliwych substancji w powietrzu statków kosmicznych powinny bowiem zabezpieczać nie tylko przed pojawianiem się ostrych lub chronicznych intoksykacji, ale też zapewniać wysoką sprawność roboczą i odporność organizmu na działanie innych czynników lotu. Dlatego też uzyskane dotychczas doświadczenia w dziedzinie normowania granicznie dopuszczalnych stężeń substancji szkodliwych, których dokonano dla potrzeb przemysłu w oparciu o 8-godzinne oddziaływanie tych związków na organizm (w ciągu 40 godzinowego tygodnia pracy) okażą się z pewnością nieprzy-

datne dla warunków ciągłego kontaktu z tymi substancjami w ciągu kilku miesięcy. Stwierdzono zresztą doświadczalnie, że zwierzęta, (małpy, myszy i szczury) poddawane 90 dniowemu ciągłemu działaniu hydrazyny, dekaboroalkanu, dwumetylohydrazyny, fenolu, indolu, siarkowodoru, metylomerkaptanu lub mieszaniny indolu, siarkowodoru i skatolu w stężeniach równych dopuszczalnym w normach dla 8 godzinnych stężeń granicznych, ginęły pod koniec doświadczenia, przy czym dla hydrazyny śmiertelność stanowiła 98%, a dla mieszaniny indolu, siarkowodoru, metylomerkaptanu i skatolu — 99%.

Według niektórych badaczy długotrwałe, ciągłe działanie małych stężeń trucizn oddziałuje głównie na enzymatyczną działalność organizmu. Przyjmuje się przy tym za progową tę koncentrację która wywołuje nie dowolne konkretne zmiany w ustroju, lecz tylko te, które mogą mieć istotne znaczenie dla działalności życiowej organizmu. Do ich liczby należy zaliczyć zmiany aktywności kluczowych systemów enzymatycznych, naruszenie aktywności enzymatycznych systemów towarzyszących lub naruszenie aktywności systemów enzymatycznych, wywołujących obniżenie odporności organizmu na działanie stressu.

Zdzisław Ilczuk

BADANIA NAD HETEROGENNOŚCIĄ SYNTETAZY LEUCYLO-TRNA U *BACILLUS BREVIS* ZA POMOCĄ MIKROPREPARATYWNEJ METODY ELEKTROFOREZY W ŻELU POLIAKRYLOWYM*

Syntetazy aminoacylo-tRNA katalizują dwie kolejne reakcje w początkowej fazie syntezy białka: 1) aktywację aminokwasu za pomocą ATP, 2) przeniesienie powstałego aminoacyloadenylanu na odpowiednią cząsteczkę tRNA.

W ostatnich czasach uwagę badaczy zaczęła zwracać heterogenność tych enzymów tj. występowanie więcej niż jednego enzymu katalizującego te reakcje z jednym rodzajem aminokwasu. Ogłoszone prace donoszą o występowaniu w komórkach jednego organizmu dwóch fenyloalnylo-tRNA syntetaz, dwóch asparagilo-tRNA syntetaz oraz dwóch lub trzech leucylo-tRNA syntetaz.

Jednak powszechność i przyczyny występowania tego zjawiska nie są dotychczas wyjaśnione. Zainteresowanie zwłaszcza budzi zagadnienie korelacji występowania heterogennych form syntetaz aminoacylo-tRNA z większą ilością heterogennych tRNA, względnie zależność heterogenności od regulacyjnej działalności enzymów syntetyzujących białka.

Celem pracy autorów była próba wyjaśnienia zagadnienia występowania heterogenności syntetaz leucylo-tRNA u *Bacillus brevis*. Starano się równocześnie zbadać różnice między dwoma wariantami fenotypowymi (R i P-). Dla rozdzielenia izoenzymów autorzy wykorzystali metodę elektroforezy w żelu poliakrylowym stosowaną przez S.T. Ju i H.P. Rappaporta¹ wprowadzając nieznaczne modyfikacje.

Mieszanina syntetaz leucylo-tRNA, otrzymana w wyniku wirowania homogenatu przy 105 000 g, podczas elektroforezy w żelu poliakrylowym rozdziela się na trzy frakcje (E_1 , E_2 , E_3). Okazało się, że frakcje te pochodzące od tego samego wariantu nie posiadały jednakowej aktywności enzymatycznej oraz że poszczególne frakcje różniły się między sobą aktywnością w zależności od pochodzenia od różnych wariantów R lub P-. W wariacie R największą aktywność posiada frakcja

* A.P. Sugruchzew, I.G. Sugruchzewa, A.A. Janulajtis, T.M. Jer-mochina, G.N. Zajcewa: *Izuczenije gietierogiennosti leicil-tRNA sintetaz Bacillus brevis mietodom mikropreparatywnogo elektroforeza w polikrylamidnom żelie*, Biochimija, 1969, t. 34. n. 2, s. 334.

¹ Ju S.T., Rappaport H.B.: *Biochim. a. Biophys. Acta*, 1966, t. 123. s. 134.

E_1 (61% aktywności ogólnej) a w wariancie P— frakcja E_3 (49% aktywności ogólnej).

Autorzy przypuszczają, że różnicę między poszczególnymi izoenzymami obu wariantów można prawdopodobnie tłumaczyć różnicą w składzie rozpuszczalnych białek występujących w cytoplazmie.

Stwierdzono również, że dodanie E_2 do mieszaniny tRNA nasyconej izoenzymem E_1 (radioaktywność = 100%) powoduje niewielki wzrost radioaktywności (do 139%) wskutek przyłączenia C^{14} — leucyny natomiast dodanie E_3 wywołuje znacznie większy wzrost radioaktywności (do 186%). Można by przypuszczać, że E_1 i E_3 przyłączają leucynę do różnych izoform tRNA. Jednak tego twierdzenia nie można uważać za ostatecznie udowodnione, gdyż istnieją inne dopuszczalne wyjaśnienia np. różnice struktury i właściwości enzymatycznych, tworzenie kompleksu z różnymi formami tRNA.

Wyniki tej pracy pokrywają się dobrze z wynikami prac innych autorów jak Ju S.T. i Rappaporta H.P., Stehlera B.L. i współpracowników oraz Vescia A.

Konstancja Jakutowicz

CHEMILUMINESCENCJA SPRZĘŻONA Z POWSTAWANIEM NADTLENKÓW LIPIDOWYCH W BŁONACH BIOLOGICZNYCH*

1. PROMIENIOWANIE MITOCHONDRIÓW PODCZAS DODAWANIA Fe^{2+}

Powstawanie nadtlenków lipidowych w błoniastych tworach komórek prowadzi do zniszczenia błon i najprawdopodobniej jest momentem decydującym w rozwoju nieodwracalnych uszkodzeń i śmierci komórki. Prawdopodobnie powstawanie nadtlenków ma miejsce również w normie, lecz wzrasta zdecydowanie podczas działania promieniowania jonizującego, podczas awitaminozy E, podczas działania niektórych jądów itp. Powstawaniu nadtlenków lipidowych w kwasie olejowym i w takich składnikach komórki jak mitochondria towarzyszy bardzo słaba chemiluminescencja. Pomiary subchemiluminescencji w przyszłości będą metodą badania kinetyki i mechanizmu powstawania nadtlenków lipidowych nie tylko w homogenatach tkankowych i strukturach subkomórkowych lecz również w tkankach całego organizmu.

W wcześniejszych pracach wykazano, że świecenie homogenatów i mitochondriów wątroby ustaje po dodaniu EDTA, który wiąże jony Fe^{2+} , a dodanie do środowiska Fe^{2+} do zawiesiny mitochondriów wywołuje stosunkowo silne świecenie.

Autorzy postanowili przeprowadzić badania nad poszczególnymi stadiami przebiegu zmiany intensywności świecenia mitochondrii po dodaniu Fe^{2+} , między którymi prawdopodobnie występują różnice w mechanizmie świecenia.

W zawiesinie mitochondriów w obecności Fe^{2+} wykryto trzy rodzaje promieniowania. Po dodaniu Fe^{2+} do normalnych mitochondriów zjawia się fotochemiluminescencja tj. „powolny błysk”, zwiększający intensywność, której towarzyszy nagromadzenie dialdehydu malonowego, a po całkowitym utlenieniu Fe^{2+} do Fe^{3+} fotochemiluminescencja przechodzi w „stacjonarną” powoli wzmagając intensywność świecenia. Kolejne dodanie Fe^{2+} prowadzi do „krótkotrwałego błysku” ($\tau_{1/2} = 10$ sek) prawdopodobnie wywołanego reakcjami Fe^{2+} z nadtlenkowymi związkami lipidowymi oraz powstającymi rodnikami. Te trzy typy luminescencji występują w zawiesinie lipidów wyekstrahowanych 90% acetonem z mitochondriów.

Konstancja Jakutowicz

* T.B. Susłowa, W.I. Oleniew, Ju.A. Władimirow: *Chemiluminescencja, sprzężenna z obrazowaniem lipidnych pierekiszej w biologiczeskich miembranach. 1. Swiecenie mitochondrij pridobawlenii Fe^{2+}* , Biofizyka, 1939, t. 14, s. 510.

PRACE ZAKŁADÓW I INSTYTUTÓW NAUKOWYCH

SPRAWOZDANIE Z PRAC BADAWCZYCH SEKCJI „PRODUKTYWNOŚĆ EKOSYSTEMÓW SŁODKOWODNYCH” POLSKIEGO KOMITETU MIĘDZYNARODOWEGO PROGRAMU BIOLOGICZNEGO ZA ROK 1968

UWAGI WSTĘPNE

Podstawowym problemem badawczym Sekcji „Produktywność Ekosystemów Słodkowodnych” MPB w Polsce jest ocena produktywności oraz poznanie jej prawidłowości i mechanizmów w środowiskach wodnych poddanych w różnym stopniu gospodarczemu oddziaływaniu człowieka. Celem tych badań jest poznanie zarówno odkształcającego wpływu różnych zabiegów gospodarczych na naturalne zbiorniki wodne, jak i stworzenie podstaw naukowych dla celowego przekształcenia środowisk wodnych z punktu widzenia potrzeb gospodarczych (czystość wód, gospodarka rybna). Badaniami objęte są środowiska naturalne (w niewielkim stopniu poddane zabiegom gospodarczym) jak jeziora czy rzeki, środowiska w silnym stopniu przekształcone przez człowieka (np. zanieczyszczone ściekami lub sztucznie „ogrzone” w wyniku zrzuć wód ciepłych z elektrowni) oraz środowiska całkowicie przekształcone bądź tworzone przez człowieka (stawy rybne, zbiorniki zaporowe). Część badań (głównie terenowych) nastawiona jest na ocenę produkcji oraz jej efektywności w odniesieniu do podstawowych zespołów producentów, konsumentów i destruentów występujących w różnych środowiskach wodnych. Inną część badań (głównie eksperymentalnych) stanowią badania specjalne nastawione na poszukiwanie przyczyn i mechanizmów decydujących o obfitości, produkcji i przemianach energetycznych u wybranych gatunków i zespołów oraz prace o charakterze metodycznym.

W badaniach Sekcji uczestniczy 17 placówek i instytucji naukowych. Szereg wyników z przeprowadzonych i kontynuowanych prac badawczych w tym również o charakterze podsumowującym zostało zreferowanych na sympozjum pt. „Bioenergetyka i produkcja organizmów wodnych (10-12 grudzień, 1968), zorganizowanym przez Zakład Hydrobiologii Instytutu Biologii Doświadczalnej im. M. Nenckiego (Warszawa) w ramach obchodów 50-lecia działalności naukowej tej instytucji. Ponadto niektóre zagadnienia metodyczne związane z techniką badania przemian energetycznych u różnych organizmów przedstawione zostały na „Kursie badań bioenergetycznych” organizowanym (maj 1968) z ramienia Polskiego Komitetu MPB m.in. przy udziale Zakładu Hydrobiologii tego Instytutu. Problematyka badawcza Sekcji PF Polskiego Komitetu MPB była prezentowana również na Hydrobiologicznej Konferencji Radzieckich Republik Przybałtyckich w Rydze (maj 1968) oraz na sympozjum krajowym poświęconym problemom ekologicznym zależności „Pokarm-konsument” zorganizowanym w lutym 1968 r. przez Zakład Ekologii PAN.

1. NATURALNE ŚRODOWISKA WODNE

A. Jeziora

W obrębie badań nad produktywnością ekosystemów jeziorowych kontynuowano kilkuletnie, kompleksowe badania produkcji różnych zespołów (produkcja pierwotna, wtórna, destrukcja) wybranych jezior: Pojezierza Mazurskiego (Dział Hydrobiologii i Dział Limnologii Stosowanej Zakładu Ekologii PAN, Warszawa,

Katedra Hydrobiologii UW), Łęczyńsko-Włodawskiego (Katedra Zoologii i Katedra Botaniki WSR, Lublin), Pojezierza Suwalskiego (Katedra Biologii AM, Białystok), jezior tatrzańskich (Zakład Biologii Wód PAN i Zakład Algologii Instytutu Botaniki PAN, Kraków) oraz jezior Polski północnej (Katedra Ekologii i Ochrony Przyrody UMK, Toruń). W ramach badań nad produkcją trzcinowisk przeprowadzono ponadto charakterystykę limnologiczną kilkudziesięciu jezior Pojezierza Mazurskiego, Suwalskiego i Zachodniego Pomorza (Dział Limnol. Stosow. ZE PAN, Miłkojajki).

Uzyskano (Dział Hydrobiologii ZE PAN, Katedra Hydrobiologii U.W.) dalsze¹ oceny produkcji pierwotnej pelagialu kilku jezior mazurskich o różnej żyzności oraz zebrano materiały do równoległej oceny produkcji zooplanktonu, zoobentosu oraz destrukcji. Na materiale zebranym w latach poprzednich przeanalizowano zmienność sezonową oraz dobową produkcji, udział w produkcji drobnych elementów fitoplanktonu (nannoplanktonu) stanowiących główne źródło pokarmu zooplanktonu oraz stosunek destrukcji do produkcji w pelagialu (wynoszący średnio 60%). Przeanalizowano zmiany biomasy i składu gatunkowego fitoplanktonu na tle zmian produkcji, oceniono jego względną aktywność fotosyntetyczną oraz efektywność fotosyntezy (procent użytkowania energii słonecznej). Stwierdzono m.in. większy udział nannoplanktonu w produkcji oraz większą aktywność fotosyntetyczną fitoplanktonu w jeziorach słabiej zeutrofizowanych w porównaniu z bardziej eutroficznym oraz ogólnie większy w okresie wiosennym — mniejszy w letnim. Stwierdzono również odwrotną zależność między efektywnością fotosyntezy a udziałem sinic w fitoplanktonie. Oceniono produkcję i biomasę poszczególnych populacji zooplanktonu — filtratorów i drapieżników, stwierdzając duży udział drobnych gatunków zooplanktonu oraz mały — drapieżników, w produkcji wtórnej jeziora eutroficznego w porównaniu z mezotroficznym. W ramach badań nad produkcją dużych drapieżników pelagicznych — *Leptodora kindtii* i *Chaoborus flavicans*, stwierdzono wykorzystanie przez nich znacznej części (do kilkudziesięciu procent) produkcji zooplanktonu skorupiakowego w miesiącach letnich i jesien-nych.

Kontynuowano (Katedra Hydrobiologii UW) badania nad produkcją w strefie litoralu jeziornego oraz nad procesami produkcji i destrukcji w pobrzeżu jeziornym. Wyróżniono trzy typy troficzne perifitonu strefy litoralu porośniętego roślinnością wynurzoną różniące się udziałem producentów i konsumentów. Określono rolę troficzną w jeziorze poszczególnych typów perifitonu. Określono również udział w pobrzeżu materii allochtonicznej (ładowej), produkcji in situ i materiału z innych stref zbiornika kumulującej się w tym środowisku oraz prześledzono zależność rozkładu tej materii od typu pobrzeża. Kontynuowano badania nad produkcją zespołów porastających roślinność zanurzoną oraz badania nad obfitością i odżywianiem się fauny naroślinnej.

Kontynuowano (Dział Hydrobiol. ZE PAN) badania nad procesami destrukcji w wybranych jeziorach. Oceniono obfitość i produkcję bakterii w kilku jeziorach różnych typów oraz sezonową i dobową zmienność ich liczebności. Porównując zawartość kaloryczną materiału opadającego (tryptonu), osadów dennych i produkcji pierwotnej stwierdzono m.in., że ilość energii pozostającej na dnie jeziora pod postacią osadów stanowi zaledwie kilka procent produkcji pierwotnej brutto. Ponadto stwierdzono dużą zmienność sezonową ilości i wartości kalorycznej materiału opadającego.

Kontynuowano również badania nad produkcją (Dział Hydrobiol. ZE PAN) bentosu wybranych jezior mazurskich — w tym szczególnie nad produkcją małża

¹ W roku sprawozdawczym włączono do badań kilka jezior niebadanych dotychczas kompleksowo z punktu widzenia produktywności.

Dreissena polymorpha, drapieżnej larwy muchówki *Chaoborus flavicans* oraz badania nad rozmieszczeniem i obfitością mikro bentosu (porównawczo litoralu i profundalu) i planktonu przy dennego.

Oceniono (Dział Limnologii Stosowanej ZE PAN) produkcję roślinności wyższej oraz perifitonu kilku jezior mazurskich. Przeanalizowano zależność produkcji tych zespołów od składu chemicznego wód śródzieliowych i litoralowych (ze szczególnym uwzględnieniem wód przydennych strefy brzegowej) oraz od składu osadów dennych. Kontynuowano ponadto badania nad produkcją, biomasą i zdrowotnością trzcinowisk różnych siedlisk (Pojezierze Mazurskie, Suwalskie i Zach. Pomorza) składem chemicznym trzciny, wpływem eksploatacji na produkcję trzciny oraz zależnościami konkurencyjnymi pomiędzy trziną a inną roślinnością wodną i błotną. Badano zależność produkcji trzciny od typu limnologicznego jeziora oraz od składu chemicznego wody i osadów dennych; poszukiwano również zależności pomiędzy produkcją trzciny a produkcją rybacką zbiornika.

Kontynuowano prace nad produkcją peryfitonu, zooplanktonu oraz obfitością i produkcją fauny litoralu i profundalu wybranych jezior Polski północnej (Katedra Ekologii i Ochrony Przyrody UMK, Toruń przy współpracy Katedry Systematyki i Geografii Roślin oraz Katedry Mikrobiologii UMK). Oceniono produkcję fitoplanktonu i peryfitonu oraz produkcję fauny profundalnej i mimujących larw *Glyptotendipes* e.g. *griepkoveni* Kieff. w jeziorze Jeziorak. Scharakteryzowano stosunki fizykochemiczne wybranych jezior Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego (Katedra Zoologii i Katedra Botaniki WSR, Lublin) o różnej trofii jako tło środowiskowe dalszych badań; zebrano materiały do oceny produkcji zooplanktonu oraz wykonano pomiary produkcji pierwotnej. Kontynuowano (Katedra Biologii AM, Białystok) badania nad produkcją fitoplanktonu oraz foto- i chemosyntezy bakterii wybranych jezior Pojezierza Suwalskiego (jeziora Wadołek i jeziora Hańcza) przy użyciu metody izotopowej (^{14}C). Badaniami objęto bakterie fotosyntetyzujące — zielone i purpurowe. Uzyskane wyniki wskazują na znaczny niekiedy i większy niż fitoplanktonu udział fototroficznych bakterii w produkcji materii organicznej (np. w jeziorze Wadołek). Kontynuowano badania (Zakład Biologii Wód PAN, Kraków) nad produkcją pierwotną wybranego jeziora wysokogórskiego. W roku ubiegłym wykonano pomiary produkcji w jeziorze Morskie Oko przy pomocy ^{14}C .

Ogółem z dziedziny produktywności opublikowano bądź złożono do druku 23 prace.

B. Rzeki

Kontynuowano badania nad produktywnością rzeki Raby i potoków górskich (Zakład Biologii Wód PAN, Kraków) oraz rzek Czarna Hańcza, Płoska i Supraśl (Katedra Biologii AM, Białystok).

Wykonano pomiary produkcji pierwotnej oraz zawartości chlorofilu w sestonie i perifitonie rzeki Raby. Skonstruowano odpowiedni przyrząd zapewniający poprzez ciągłe mieszanie wody w eksponowanej próbie bardziej wiarygodne wyniki pomiaru produkcji pierwotnej rzeki. Scharakteryzowano zbiorowiska roślinne i zwierzęce na tle zmieniających się strefowo warunków środowiskowych potoków górskich (budowa podłoża, skład chemiczny, temperatura).

Wykonano przy użyciu metody ^{14}C pomiary fotosyntezy fitoplanktonu oraz chemosyntezy bakterii w rzece Czarna Hańcza, Płoska i Supraśl. Oceniono udział nannoplanktonu w produkcji materii organicznej stwierdzając jego znaczne wartości szczególnie w okresie wiosennym (do 98% ogólnej produkcji).

Ogółem z dziedziny badań nad produkcją rzek opublikowano bądź oddano do druku 5 prac.

2. ZBIORNIKI ZNAJDUJĄCE SIĘ POD SILNYM ODDZIAŁYWANIEM CZŁOWIEKA

Dokonano (Zakład Hydrobiologii i Zakład Ichtiologii Inst. Rybactwa Śródlądowego, Olsztyn) wstępnego podsumowania wyników badań prowadzonych w latach poprzednich na 6 jeziorach okolic Konina, pozostających pod wpływem zrzutu wód ciepłych z elektrowni. Scharakteryzowano w jeziorze „podgrzanym” i kontrolnym warunki termiczne i tlenowe, ich zmienność sezonową i stratyfikację; stwierdzono, że różnice w porównaniu z jeziorem kontrolnym w okresie zimowym sięgają 13°C, w lecie 8°C (temperatura warstw powierzchniowych w jeziorze podgrzanym sięga w lecie 30°C). Stwierdzono w jeziorze podgrzanym większą liczbę gatunków glonów, szczególnie zielenic, większą stabilność sezonową fitoplanktonu, dwukrotnie wyższą produkcję pierwotną przy jednakże również zwiększonej intensywności destrukcji, odmienny skład dominujących skorupiaków (gatunki ciepłolubne) oraz większe ich rozmiary, wyższą globalną produkcję zooplanktonu, odmienny skład gatunkowy fauny dennej przy jednakże nieznacznych różnicach jej biomasy i liczebności. W wyniku badań nad składem, dynamiką i wzrostem ryb stwierdzono w jeziorze podgrzanym zmniejszenie liczebności szczupaka, oraz starszych roczników płoci i okonia, natomiast zwiększenie leszcza i sandacza oraz kilku innych gatunków ryb. Badania prowadzone nad wzrostem ryb (w tym również trzech gatunków wprowadzonych karpia i dwóch gatunków roślinożernych — białego amura i tołpygi) wykazały szybszy wzrost w jeziorze podgrzanym (szczególnie białego amura). Stwierdzono ponadto, że w jeziorze podgrzanym wiele gatunków ryb rozpoczyna okres rozrodczy o 6—10 tygodni wcześniej niż w jeziorach o normalnej temperaturze. Badania parazytologiczne wykazały większe zarażenie leszcza tasiemcem — *Ligula*.

Kontynuowano badania nad warunkami środowiskowymi, produkcją pierwotną i wtórną oraz odżywianiem się, wzrostem i obfitością ryb w jeziorze ze sztucznie wprowadzoną obsadą karpia (Zakład Gospodarki Jeziorowej IRS, Giżycko, Zakład Ichtiologii IRS, Olsztyn, Dział Hydrobiologii ZE PAN i Katedra Hydrobiologii UW, Warszawa). W roku sprawozdawczym w środowiskach z większą obfitością ryb stwierdzono m.in. niższą około 20% obfitość fauny naroślinnej, stanowiącej jeden z głównych elementów ich bazy pokarmowej, a na niektórych stanowiskach także niższą biomasę (przy często zbliżonej liczebności) oraz niższą średnią wielkość organizmów bentosowych. Wykazano ograniczoną dostępność dla ryb strefy pobrzeża i płytkiego litoralu (mimo że zasobność pokarmowa tej strefy jest duża) z powodu złych warunków tlenowych utrzymujących się przez cały okres letni i zmian poziomu wody. Ponadto badano wpływ ryb na zooplankton litoralny oraz na bentos wprowadzając m.in. technikę odgrodzeń jako ilościową metodę oceny wyjadania bentosu przez ryby. Zebrano materiały z przewodów pokarmowych ryb introdukowanych oraz autochtonicznych, analizując ilość i skład pokarmu. Zebrano materiały dotyczące wzrostu i składu wielkościowego ryb autochtonicznych i introdukowanych.

Kontynuowano badania (Katedra Limnologii WSR, Olsztyn) na jeziorze Wadąg, z którego pobierana jest woda głębinowa dla celów przemysłowych oraz na Jeziorze Starodworskim, w którym rozpoczęto eksperyment polegający na natlenianiu wód głębinowych przez tłoczenie powietrza. Zebrano materiały do badań fizykochemicznych oraz zooplanktonu. Kontynuowano również badania na Jeziorze Kortowskim, na którym od kilku lat prowadzony jest eksperyment ze sztucznym odprowadzaniem wód hypolimnionu. Stwierdzono m.in. zjawiska świadczące o zmniejszaniu się trofii jeziora (ustępowanie jednych a zwiększenie liczebności innych gatunków planktonowych).

Z dziedziny badań nad produkcją jezior zmienionych pod wpływem zabiegów człowieka opublikowano w 1968 r. 3 prace.

3. SZTUCZNE ZBIORNIKI WODNE ZAGOSPODAROWANE PRZEZ CZŁOWIEKA

Dokonano podsumowania (Zakład Biologii Wód PAN, Kraków, Zakład Gospodarki Stawowej IRS, Żabieniec) kilkuletnich badań kompleksowych nad warunkami środowiskowymi, produkcją pierwotną, wtórną oraz produkcją ryb i destrukcją w stawach różnie nawożonych².

Na przykładzie stawów narybkowych stwierdzono ścisłą zależność między produkcją pierwotną a produkcją ryb. Scharakteryzowano zmiany jakie zachodzą w strukturze fitoplanktonu i produkcji pierwotnej pod wpływem nawożenia — kilkakrotny wzrost produkcji pierwotnej oraz obfitości zielenic w stawach nawożonych fosforem i azotem. Oceniono produkcję zooplanktonu w stawach nawożonych w stosunku do kontrolnych; stwierdzono wzrost produkcji szczególnie form drobnych (wrotki). Wykazano bardzo dużą efektywność wykorzystania produkcji zooplanktonu i zoobentosu przez ryby w stawach nawożonych. Zwiększenie obsady ryb oraz wprowadzenie ryb roślinożernych miało wybitnie stymulujący wpływ na produkcję pierwotną.

Kontynuowano ponadto badania nad produkcją wybranych zespołów zbiornika zaporowego w Goczałkowicach (Zakład Biologii Wód PAN, Kraków).

Ogółem z dziedziny badań nad produktywnością stawów opublikowano bądź oddano do druku 15 prac.

4. BADANIA SPECJALNE*

W zakresie badań eksperymentalnych nad przemianami energetycznymi u różnych gatunków i zespołów organizmów wodnych ważnych w procesach obiegu materii zbiorników wodnych Zakład Hydrobiologii Inst. Biol. Doświad. im. M. Nenckiego (Warszawa), dokonał szeregu podsumowań własnych poszukiwań badawczych (ze szczególnym uwzględnieniem metodyki) na tle stanu nauki przedstawiając kilka referatów na sympozjum pt. „Bioenergetyka i produkcja organizmów wodnych” (patrz uwagi wstępne). I tak podsumowano badania w dziedzinie: metod oceny bilansu energetycznego osobnika i populacji, sposobów oznaczania dobowego spożycia pokarmu i efektywności jego przyswajania przez różne grupy troficzne organizmów wodnych (drapieżniki, roślinożerce, filtratory), sposobów oznaczania zużycia tlenu i zależności intensywności oddychania różnych organizmów od niektórych czynników (wielkość ciała, rodzaj i ilość pokarmu, temperatura, koncentracja tlenu w środowisku), sposobów oceny kaloryczności i zmienności kaloryczności zwierząt i ich pokarmu w zależności od czynników środowiskowych i fizjologicznych. Ponadto podsumowano wyniki badań własnych i osiągnięcia ogólne w dziedzinie: obfitości, składu i roli materii organicznej rozpuszczonej i upostaciowanej w przemianach energetycznych zbiorników wodnych oraz produkcji chemosyntetyzujących bakterii jako ogniwa odzyskiwania energii przez ekosystem wodny. Zakończono prace eksperymentalne i opracowano wyniki bilansu energetycznego białego amura (*Ctenopharyngodon idella*) ryby roślinożerne aktualnie introdukowanej w gospodarce stawowej jako gatunku hodowanego równolegle z karpem (patrz p. 3). Potwierdzono skrajnie niską przyswajalność pokarmu roślinnego (2%) oraz niezbyt wysokie wykorzystanie energii przyswojonej na wzrost

² Wyniki zostały przedstawione i przedyskutowane na spotkaniu dyskusyjnym sekcji PF Polskiego Komitetu MPB, w dniach 20—22 II 1969 w Żabieńcu

* patrz: Uwagi wstępne.

(20%). Rozpoczęto wstępne doświadczenie nad bilansem energetycznym tej ryby na pokarmie pochodzenia zwierzęcego. Zakończono prace eksperymentalne nad bilansem energetycznym ośliczki (*Asellus aquaticus*) gatunku licznie występującego na roślinności wodnej i odżywiającego się szczątkami roślin. Zakończono również eksperymenty nad bilansem energetycznym wioślarki jeziorowej — *Simocephalus vetulus* — oraz kontynuowano badania nad drapieżnym pierwotniakiem (*Dileptus*) określając zależność ilości zjedzonego pokarmu i częstości podziałów od obfitości pokarmu.

Opracowano bilans energetyczny dla dwu gatunków skorupiaków (*Ceriodaphnia reticulata* i *Eudiaptomus emblyodon*) na pokarmie o różnej kaloryczności (Katedra Biologii AM, Białystok). Uzyskane wyniki pozwalają wnioskować o przemianach energetycznych na różnych stadiach rozwojowych obu gatunków — o ilości energii zużywanej w procesie oddychania na wzrost i na rozmnażanie.

Kontynuowano badania (Kat. Botaniki WSR, Lublin) nad antybiotycznym oddziaływaniem glonów na wzrost i aktywność bakterii. W poprzednich latach stwierdzono, że ekstrakty pochodzące z sztucznych hodowli glonów wpływają hamująco na wzrost testowych bakterii. Na obecnym etapie badań stwierdzono również hamujący wpływ naturalnych zespołów glonów pochodzących ze stawów i jezior. Szczególnie silnym wpływem antybiotycznym charakteryzowały się ekstrakty fitoplanktonu, w których dominowały zielenice z rodzajów: *Scenedesmus*, *Volvox* i *Chlorella* — słabszym zaś sinice z rodzaju *Microcystis*. Badania te wskazują na istotny, ograniczający produkcję bakterii wpływ glonów i to gatunków dających zakwity. Wpływ ten zależy od aktywności glonów — stwierdzono bowiem, że działalność antybiotyczna wzmacniana jest oddziaływaniem światła.

Kontynuowano (Dział Hydrobiologii ZE PAN i Kat. Hydrobiologii UW) różnorodne badania nad wpływem czynników biotycznych i abiotycznych na produkcję i liczebność wybranych zespołów organizmów. Podstawowym kierunkiem prac były próby oceny w warunkach naturalnych wybiórczości pokarmowej i ilości zjadanego pokarmu, przez naturalne zespoły roślinożerców i detrytusożerców (zooplankton filtrujący, bentos) oraz niektórych drapieżników bezkręgowych. Opracowano wstępnie metodę umożliwiającą pomiar konsumpcji i ocenę wybiórczości naturalnych zespołów organizmów in situ bądź w warunkach bliskich naturalnym. Tą drogą ustalono m.in. dużą przyswajalność i efektywność wykorzystania pokarmu na produkcję u *Leptodora kindtii* (drapieżca planktonowy) i u *Procladius choreus* (drapieżca bentosowy) zaś małą w okresie słabego wzrostu — u *Chaoborus flavicans*. W wyniku badań nad odżywianiem się zooplanktonu filtrującego stwierdzono niewykorzystywanie przez niego makrofytoplanktonu zaś większe bakterii i detrytusu szczególnie w jeziorach bardziej zeutrofizowanych. W jeziorach bardziej oligotroficznych większą rolę odgrywa nannoplankton. Potwierdzono to ustalając pozytywną korelację między produkcją zooplanktonu a obfitością bakterii i drobnych glonów (nannoplanktonu) a odwrotną z obfitością makrofytoplanktonu. Równolegle do tych badań opracowano również zasadę wyliczenia intensywności odżywiania się zespołu zooplanktonu w oparciu o dane laboratoryjne i otrzymano wyniki zgodne z danymi terenowymi. Przeprowadzono ponadto badania bardziej szczegółowe a dotyczące wpływu warunków pokarmowych (również poprzez ich eksperymentalne zmiany in situ) na obfitość i produkcję zoobentosu. Analizowano wpływ wyżerania przez ryby oraz wzbogacenia troficznego na obfitość bentosu (z uwzględnieniem makro i mikrozoobentosu, bakterii) i odżywianie się gatunków dominujących. Na modelu „populacja ofiary—drapieżnik” (którego działanie imitowano stosując sztuczne odłowcy) oceniono produkcję i wydajność populacji wrotka przy różnej intensywności drapieżnictwa. Analizowano

wpływ warunków świetlnych i ilości podłoża dostępnego do zasiedlenia na wielkość produkcji pierwotnej perifitonu.

Wykonano ponadto (Dział Hydrobiologii ZE PAN) szereg specjalnych prac metodycznych związanych z metodyką i techniką oceny produkcji pierwotnej, zooplanktonu i bakterii.

Ogółem z dziedziny badań nad energetycznymi przemianami u gatunków i zespołów, wpływem pokarmu na ich obfitość i produkcję oraz badań metodycznych opublikowano bądź oddano do druku 20 prac.

Anna Hillbricht-Ilkowska

ZEBRANIA, ZJAZDY I KONFERENCJE NAUKOWE

SESJA PLENARNA WYDZIAŁU NAUK BIOLOGICZNYCH PAN

(w dniu 15.X.1969 r. w Warszawie)

W dniu 15.X.1969 r. odbyła się w Warszawie Sesja Plenarna Wydziału Nauk Biologicznych PAN. Sesji przewodniczył Sekretarz Wydziału, prof. dr Włodzimierz Michajłow. Udział w Sesji wzięli: członkowie Wydziału, przewodniczący Komitetów Naukowych Wydziału II PAN, prezesi towarzystw naukowych Wydziału II PAN oraz kierownicy placówek naukowych Wydziału. Obecni byli również zaproszeni przedstawiciele Wydziału Nauk Medycznych PAN i Wydziału Nauk Rolniczych i Leśnych PAN.

Pierwszym punktem porządku dziennego było sprawozdanie z działalności Komisji d/s biologii molekularnej przedstawione obecnym przez prof. dr W. Gajewskiego, przewodniczącego Komisji. Prof. Gajewski przypomniał, że Komisja ta została powołana przez Sekretariat Naukowy PAN w dniu 31.I.1969 r. i odbyła trzy zebrania (w dniu 14.III.1969 r., 30.V.1969 r. oraz 14.X.1969). W czasie działalności Komisji członkowie jej profesorowie Baranowski, Chmielewska, Horst, Szafrański, Ruebenbauer i Wiewiórowski przygotowali materiały, które posłużyły do opracowania dokumentu obrazującego aktualny stan i plan rozwoju biologii molekularnej w Polsce.

Prof. Gajewski przedstawił zebranym dokument, w którym szeroko została omówiona sprawa konieczności rozwoju biologii molekularnej w Polsce. Aby zapewnić tej dyscyplinie naukowej właściwy rozwój konieczna jest koncentracja wysiłków i stworzenie kilku dobrze wyposażonych ośrodków, przy równoczesnym udzieleniu poparcia innym aktywnym ośrodkom badawczym. Komisja uważa za słuszne stworzenie ośrodków rozwoju badań molekularnych w następujących ośrodkach: 1) we Wrocławiu — w oparciu o kadrę biochemików Instytutu Immunologii i Terapii Doświadczalnej PAN oraz fizyków Instytutu Badań Ciała Stałego i Niskich Temperatur PAN przy współpracy kilku innych placówek biochemicznych i biofizycznych Uniwersytetu Wrocławskiego i WSR we Wrocławiu, 2) w Poznaniu — w oparciu o Międzyuczelniany Instytut Biologii Molekularnej, 3) w Gliwicach — w oparciu o Zakład Biologii Nowotworów w Instytucie Onkologii, 4) w Warszawie — w oparciu o Instytut Biochemii i Biofizyki PAN.

Przedstawiony przez prof. Gajewskiego dokument szczegółowo omawia działalność tych ośrodków i koncentracji ich nad poszczególnymi problemami oraz potrzeby finansowe, dewizowe, aparaturowe, kadrowe i lokalowe. Dokument ten wraz z zawartymi w nim wnioskami został po dyskusji przyjęty przez zebranych. Postanowiono przedstawić go Prezydium PAN.

Prof. Michajłow podziękował Przewodniczącemu Komisji i jej członkom za włożony dotychczasowy wkład pracy. Nie oznacza to jednak zakończenia działalności Komisji, członkowie jej będą nie raz jeszcze proszeni o konsultowanie i współdziałanie w realizacji przedstawionych wniosków.

Drugim punktem zebrania było sprawozdanie z przebiegu Międzynarodowego Kongresu Protozoologicznego w Leningradzie — krótkie omówienie przebiegu zjazdu przedstawił obecnym prof. Z. Raabe. Szczegółowe sprawozdanie jest zamieszczone w niniejszym zeszycie.

Trzecim punktem obrad było sprawozdanie z przebiegu Międzynarodowego Kongresu Botanicznego — 24.VIII.—20.IX.1969 r. w Sioho — referował prof. Ga-

jewski. W Zjeździe wzięło udział około 30 towarzystw międzynarodowych i amerykańskich (ok. 4000 osób), z Polski przybyła na Zjazd 8 osobowa delegacja. Kongres obradował w wielu sekcjach — delegaci polscy brali udział w sekcjach właściwych im specjalności. W związku z tym jest przewidziane, że nasi uczestnicy Kongresu złożą w najbliższym czasie szczegółowe sprawozdania z uczestnictwa w Kongresie i poszczególnych jego sekcjach w czasopismach naukowych. Na zakończenie części otwartej Sesji Plenarnej ustalono plan sesji plenarnych — koniec 1969 r. i na 1970 r.

W części zamkniętej dokonano wyboru kandydatów na członków rzeczywistych PAN spośród członków korespondentów Wydziału II.

XI ZJAZD POLSKIEGO TOWARZYSTWA FIZJOLOGICZNEGO

(Szczecin, 15—18.IX.1969)

Podobnie jak międzynarodowe kongresy nauk fizjologicznych, naukowe zjazdy Polskiego Towarzystwa Fizjologicznego połączone z walnym zgromadzeniem sprawozdawczo-wyborczym od pewnego czasu odbywają się już regularnie co 3 lata. Organizuje się je zasadniczo zawsze w innym ośrodku naukowym i często wiąże się z jakąś rocznicą lub jubileuszem ważnym dla pracowników szerzej pojętych nauk fizjologicznych. Ostatnio XI Zjazd Polskiego Towarzystwa Fizjologicznego odbył się w Szczecinie.

Wybór miejsca i tematyki zjazdu zależał między innymi od tego, że wielu fizjologów tu właśnie widziało możliwość wyraźnego podkreślenia swego udziału w jubileuszu XXIV-lecia naszego państwa. Mówi się bowiem dosyć powszechnie, że w tym mieście szczególnie ostro widać ogrom i powszechność wysiłku jakiego w minionym ćwierćwieczu wymagało się od każdego, wszędzie i codziennie dla odbudowy, rozwoju i integracji po wstrząsowych zmianach wojennych. Wszak przed 25 laty nie było tu nie tylko żadnej wyższej uczelni, ale nawet po prostu ludzi ani nic czynnego poza odstraszoną pustką dosłownie spalonej ziemi niczyjej. Jeśli dziś jest to już z resztą kraju zintegrowany znany region nie tylko rolniczy, przemysłowy i handlowy, gdzie od dawna działa 5 wyższych uczelni oraz powstało, podrosło i dojrzewa własne środowisko kulturalne, które między innymi organizuje poważne zjazdy naukowe o zasięgu krajowym i międzynarodowym, to naprawdę wielkim i codziennym musiał tu być konstruktywny wysiłek i każdy rodzaj twórczej pracy. Sąd też głównym tematem całego zjazdu stały się różne aspekty adaptacji, jako leżące u podstaw medycyny pracy a zwłaszcza fizjologii i patologii każdego rodzaju wysiłków.

Drugim jubileuszowym akcentem tego zjazdu była oddzielna sesja naukowa dla uczczenia setnej rocznicy śmierci J. E. Purkiniego. Odbyła się ona w ramach rocznic kulturalnych uchwalonych przez Światową Radę Pokoju na 1969 r. Pamięć tego zasłużonego przyrodnika i humanisty czeskiego najodniej wydawało się uczcić naszym fizjologom, patologom i biologom właśnie podczas krajowego zjazdu Polskiego Towarzystwa Fizjologicznego, w którym uczestniczyła bardzo pokaźna liczba autorów zagranicznych.

Na program całego zjazdu złożyło się 5 sesji plenarnych, 27 posiedzeń dyskusyjnych w 12 sekcjach problemowych oraz pokaz oryginalnych filmów naukowo-dydaktycznych. Sesje plenarne odbywały się codziennie przed południem i miały charakter sympozjów złożonych z 5 do 9 dwudziestominutowych referatów, połączonych krótkimi odstępami czasu na zwięzłą dyskusję. Posiedzenia sekcyjne odbywały się przez 3 popołudnia równocześnie w 9 audytoriach i były przeznaczone na zwykle referowanie i dyskutowanie 9 do 12 oryginalnych doniesień z aktualnych

prac badawczych. Pokaz 5 nowych filmów naukowo-dydaktycznych odbył się na jednym posiedzeniu dyskusyjnym w sali projekcyjnej.

Pierwsze posiedzenie plenarne stanowiło sympozjum na temat adaptacji całego ustroju do środowiska i warunków pracy. Mechanizmy adaptacji w warunkach prawidłowych i patologicznych oraz fizjologiczną adaptację enzymatyczną omówili: Adam Kulczycki, Julian Walawski i Czesław Maśliński, a aklimatyzację ustroju człowieka do wysokiej temperatury środowiska oraz możliwości przystosowania się do życia i pracy w warunkach lotniczych i kosmicznych przedstawił Stanisław Kozłowski, Zbigniew Jethon i Nikola Boszew (Bułgaria).

Drugie posiedzenie plenarne było poświęcone ośrodkowej regulacji czynności ruchowych i wegetatywnych. Zagajenie i podsumowanie tego sympozjum stanowiły ogólne uwagi Jerzego Konorskiego na temat ośrodkowej regulacji funkcji narządów i układów. Bardziej szczegółowo ośrodkową regulację czynności oddzielnych układów omówili następujący referenci: układ krążenia krwi — Andrzej Trzebski, układ oddechowy — Witold Karczewski, przedni płac przysadki mózgowej i obwodowe gruczoły dokrewne — Eugeniusz Domański, czynności emocjonalne — Elżbieta Fonberg, pobieranie pokarmu i wody — Jerzy Cytawa, wzajemne stosunki komponentów animalnych i wegetatywnych w intero- i eksteroceptywnych reakcjach odruchowych — I.A. Bułygin (Mińsk) oraz analizator przedsionkowy w polianalizatorowym mechanizmie koordynacji statokinetycznej — A.A. Garibjan (Jerawań).

Na trzecie posiedzenie plenarne złożyło się sympozjum na temat mechanizmów regulacji funkcji układu krążenia krwi. Aktualny stan badań i perspektywy wiedzy o krążeniu krwi przedstawił Hugon Kowarzyk. Regulację krążenia krwi w świetle teorii sterowania opracował Józef Panasewicz. O adaptacji krążenia w różnych narządach do procesów metabolicznych w eutermii i hipotermii mówił Wiesław Hołobut. Komórkowe mechanizmy wewnątrzsercowych zjawisk adaptacyjnych scharakteryzował Bohdan Lewartowski, a energetykę mięśnia serca i dynamikę krążenia wieńcowego w referacie i pięknym filmie zobrazował Wincenty Weisło. Resztę programu tego sympozjum wypełniły 3 referaty autorów zagranicznych, a mianowicie: aktualne problemy reanimatologii — W.A. Niegowski (Moskwa), ukrwienie tkanki tłuszczowej podczas wstrząsu krwotocznego — A.G. Kovách (Budapeszt) oraz regulacja przepływu krwi przez naczynia wieńcowe — N. Tiedt (Lipsk).

Treść czwartego posiedzenia plenarnego stanowiło sympozjum na temat mechanizmów regulacji funkcji układu oddechowego. Współczesny stan wiedzy i perspektywy badań w zakresie regulacji i adaptacji oddychania scharakteryzował Roman Kordecki. Obwodowe mechanizmy regulacji oddychania omówił Konrad Kiczka. Oddychanie w warunkach obniżonego ciśnienia atmosferycznego opracował Ireneusz Malarecki. O biofizyce układu oddechowego mówił Jerzy Łyszczarz, a oddychanie w stanach terminalnych z punktu widzenia reanimatologii opracował W.A. Niegowski (Moskwa).

Wreszcie piąte posiedzenie plenarne miało charakter uroczystej sesji naukowej dla uczczenia pamięci bliskiego Polakom, znanego w świecie i zasłużonego dla swego narodu wielkiego przyrodnika, fizjologa i humanistę czeskiego — w 100 rocznicę śmierci Jana Ewangelisty Purkiniego. Sesję tę zagał przewodniczący Komitetu Fizjologii Polskiej Akademii Nauk prof. dr J. Ryżewski. O Purkinjem jako humaniście i czołowym przedstawicielu czeskiego odrodzenia narodowego mówił Konsul Generalny CSRS w Polsce Alois Tvárdik. Purkiniego jako współtwórcę fizjologii scharakteryzował prof. dr J. Walawski, a zasługi tego wielkiego fizjologa bratniego nam narodu, z punktu widzenia nauczyciela i społecznika, przedstawił prof. dr R. Kordecki.

Wszystkie posiedzenia plenarne odbywały się w zabytkowej i nastrojowej a równocześnie funkcjonalnej Sali Kameralnej piastowskiego Zamku Książąt Pomorskich, który w znacznej części jest już podźwignięty z ruin zupełnego zniszczenia wojennego i dobrze służy jako dom kultury nie tylko Szczecinowi, ale liczny przyjezdnym z kraju i częstym gościom zagranicznym. Lokalizacja miała tu pewne znaczenie również dla poziomu obrad, gdyż krótkie przerwy między syntetycznymi referatami sympozjalnymi pozwalały jedynie na zapytania i zagajenie dyskusji, która przez cały czas zjazdu toczyła się żywo i szczegółowo głównie już w kuluarach pięknych i rozległych pomieszczeń wystawowych, klubowych i kawiarnianych bogato uzupełniających Wojewódzki Dom Kultury na Zamku w Szczecinie.

Wyjątkowo duża liczba 31 referatów opracowanych na posiedzenia plenarne przez wybitnych, powszechnie znanych specjalistów krajowych i zagranicznych miała na tym zjeździe poprawić przejrzystość i zwiększyć komunikatywność obrad, czego coraz powszechniej brakuje na przeładowanych doniesieniami i przyczynkami wielkich zebraniach naukowych. Każdy autor dwudziestominutowego wykładu miał możliwość przedstawić wszystkim uczestnikom zjazdu syntetyczną ocenę aktualnego stanu badań w zakresie jego tematu, co popierał i podkreślał streszczeniem rodzimego dorobku naukowego oraz doświadczeń własnych i jego szkoły. Tego typu sympozjalne posiedzenia plenarne są chyba godne polecenia, gdyż w najlepszym zrozumieniu syntetyzują, upowszechniają wiedzę, szkolą, ukazują nowsze metody badań i wytyczają kierunki dalszych dociekań naukowych, jakie aktualnie wydają się najbardziej wskazane. W krótkim czasie korzysta z nich przeto wielu słuchaczy, a każdy uczestnik zjazdu ekonomicznie może je wyzyskać zarówno już w czasie słuchania, jak w następujących po tym dyskusjach kuliaryowych i wreszcie w praktyce własnego warsztatu pracy po powrocie ze zjazdu.

Na tym odcinku, w zasadzie jednotematyczny, XI Zjazd PTF w Szczecinie spełnił pokładane w nim nadzieje organizatorów i można się spodziewać, że nie rozczarował też i nie zawiódł bardzo licznych uczestników. W sumie brało w nim udział 386 autorów, w tym 60 zagranicznych (z Bułgarii, obu państw niemieckich, USA, Węgier, Włoch i kilku republik ZSRR).

W programie i drukowanych materiałach zjazdowych pt. „XI Zjazd Polskiego Towarzystwa Fizjologicznego, Szczecin 15—18.IX.1969 — Streszczenia referatów i komunikatów” znajduje się 31 referatów i 259 komunikatów. Pochodzą one z 84 bardzo różnych pracowni w kraju i 16 placówek zagranicznych w 7 państwach. Udział w zjeździe zgłosiło 425 uczestników, w tym 60 zagranicznych, a na obrady uczęszczało około 360 osób. Każdy uczestnik otrzymał szczegółowy program i za-wczasu wydrukowane streszczenia referatów i komunikatów, wydane nakładem Polskiego Towarzystwa Fizjologicznego przez Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich w Warszawie.

Znacznie trudniej byłoby bardzo krótko a trafnie scharakteryzować trzydniowe obrady popołudniowe obejmujące 27 posiedzeń dyskusyjnych odbywających się równocześnie w 9 audytoriach, gdzie przedstawiono 259 komunikatów podzielonych na 12 sekcji problemowych. Wydawać by się mogło, że same nazwy i liczby tych sekcji będą już wyrazem i miarą badań prowadzonych w poszczególnych działach nauk fizjologicznych w naszym kraju, a po części i za granicą. Przed automatycznością takiego wnioskowania należy jednak przestrzec wyraźnie, gdyż samo zakwalifikowanie poszczególnych prac problemowo i metodycznie bardziej złożonych do odpowiedniej sekcji nie jest wcale łatwe ani zupełnie pewne. Ponadto podkreślić trzeba, że na XI Zjazd PTF w Szczecinie nie zgłoszono bardzo wielu doniesień z licznych pracowni po prostu dlatego, że były one przedstawione już wcześniej na sympozjach, jakie w ostatniej kadencji Zarządu Głównego Polskie

Towarzystwo Fizjologiczne zorganizowało wyjątkowo dużą liczbę 12 imprez naukowych o zasięgu krajowym. Przez to odciążyło się XI Zjazd od coraz poważniejszego nadmiaru krótkich doniesień przyczynkowych, aby zostawić więcej czasu i miejsca na niezwykle potrzebne ujęcia syntetyczne, ale równocześnie całość materiału przedstawionego w sekcjach wyraźnie straciła na atrakcyjności obiektywnego reprezentowania aktualnego stanu całości rodzimych badań naukowych. Po uwzględnieniu tych zastrzeżeń warto jednak przytoczyć nazwy poszczególnych sekcji i liczby ich posiedzeń, aby wyrobić sobie chociaż przybliżony pogląd na to, co przynajmniej w ostatnim czasie zajmowało warsztaty pracowni fizjologicznych w kraju i u wielu naszych sąsiadów.

Od dłuższego już czasu przed inne badania fizjologiczne wyraźnie wysuwa się w Polsce szeroko pojęta neurofizjologia, na czele z powszechnie znaną szkołą Jerzego Konorskiego, za którą podążają inne pracownie (Lublin, Toruń, Warszawa). Nic więc dziwnego, że i na tym zjeździe doniesienia na temat fizjologii układu nerwowego i neurohormonów wydzielone w sekcję nr 1, zajęły największą liczbę 6 posiedzeń, przyciągnęły największą ilość poważnych autorów zagranicznych i odznaczały się szczególnie ożywioną dyskusją.

Na jeszcze starszych tradycjach szkoły Cybulskiego stale u nas rozwijana nauka o krążeniu krwi zajmuje dziś bardzo fizjologów, patologów, farmakologów i klinicystów nieomal w każdym z większych ośrodków naukowych, na czele oczywiście z Krakowem, Lublinem, Warszawą i Wrocławiem. Dlatego też sekcja fizjologii układu krążenia wymagała na tym zjeździe aż 4 posiedzeń, mimo że w maju tego roku odbyło się na ten temat bardzo bogate i świetnie zorganizowane sympozjum w Krakowie, z okazji 50-lecia śmierci Napoleona Cybulskiego. Dyskusja na posiedzeniach tej sekcji była jak i na poprzednich zjazdach bardzo żywa, nawet znacznie dłuższa niż na to pozwalały czasowe ramy programu i dlatego jej przedłużenie często słyszało się w różnych punktach spotkań kularowych.

Trzecie miejsce pod względem liczebności komunikatów zajęły następujące sekcje, które miały po 3 posiedzenia: fizjologia stosowana w pracy i sporcie, adaptacja wraz z odczynami na bodźce naporowe i immunologia oraz farmakologia. Szczególnie żywo i z poważnym udziałem licznych autorów zagranicznych przebiegały obrady na świetnie przygotowanych posiedzeniach fizjologii stosowanej. Bardzo poważny udział miała tutaj Komisja Fizjologii Pracy Komitetu Fizjologii Polskiej Akademii Nauk oraz zakłady fizjologii akademii medycznych w Warszawie, Katowicach i Białymstoku, a także wyższych szkół wychowania fizycznego w Krakowie, Poznaniu, Warszawie i Wrocławiu.

Również od dawna i w wielu ośrodkach uprawiana u nas nauka o krwi i układzie krwiotwórczym wymagała na tym zjeździe 2 posiedzeń sekcyjnych, mimo że niespełna przed rokiem odbyło się na ten temat doskonale zorganizowane sympozjum fizjologiczno-kliniczne w Olsztynie z udziałem szeregu ośrodków produkujących w kraju i kilku specjalistów zagranicznych.

Po jednym posiedzeniu miały wreszcie następujące sekcje problemowe: fizjologia wewnętrznego wydzielania, fizjologia układu oddechowego, fizjologia układu trawienia, biochemia z uwzględnieniem metabolizmu i enzymów, patofizjologia wstrząsu oraz metody badań i aparatura. Fizjologia wydzielania dokrewnego zmieściła się na jednym posiedzeniu głównie dlatego, że wiele prac z tej dziedziny znalazło się w sekcjach neurofizjologii, biochemii, farmakologii lub fizjologii układu krążenia. Równie powszechnie w kraju opracowywana fizjologia trawienia i odżywiania zmieściła się na tym zjeździe w jednej sekcji tylko dlatego, że w marcu tego roku odbyło się na ten temat trzydniowe bardzo bogate sympozjum w Warszawie.

Oddzielnie podkreślić warto szczególnie liczny udział w posiedzeniach sekcyj-

nych specjalistów zagranicznych. W programie tej części zjazdu figuruje około 50 autorów z 15 zagranicznych ośrodków naukowych (Bethesda, Budapeszt, Chicago, Halle, Heidelberg, Jerewan, Kolonia, Leningrad, Lipsk, Mińsk, Moguncja, Moskwa, Neapol, Płowdiw, Sofia i Tybinga). Przez tak liczny udział gości zagranicznych obrady w wielu sekcjach stały się żywsze i bardziej urozmaicone. Wzajemna wymiana poglądów przekonała o celowości i możliwościach dalszej współpracy naukowej. Wspólne obrady wykazały w ogólnych zarysach, że zarówno problematyka, jak i poziom koncepcyjny doniesień z naszych pracowni były bardzo zbliżone do odpowiednich komunikatów zagranicznych, które czasami odznaczały się tylko cechami pochodzenia z pracowni znacznie lepiej wyposażonych technicznie.

Na szczególną uwagę zasługuje liczny udział w programie posiedzeń sekcyjnych przedstawicieli bardzo różnych placówek naukowych jak zakłady fizjologii, patologii, farmakologii, biochemii, biologii, histologii, anatomii i różnych klinik z akademii medycznych, szeregu katedr i zakładów uniwersyteckich, wyższych szkół rolniczych, wychowania fizycznego i wojskowych oraz wielu zakładów w instytucjach resortowych i Polskiej Akademii Nauk. Świadczy to z jednej strony o szybkim wzroście młodej kadry naukowej w zakresie fizjologii, a z drugiej strony dowodzi powszechności zainteresowania fizjologią z pozycji różnych specjalności naukowych i potrzeb praktycznych.

Widziało się tu korzystne kontakty fizjologów, patologów, biochemików i farmakologów placówek teoretycznych z różnymi specjalistami praktycznymi, zwłaszcza w zakresie higieny pracy, medycyny przemysłowej, sprawności fizycznej, obronności oraz szeregu działów produkcji rolniczej. Organizatorów niewątpliwie bardzo cieszyć musiał poważny udział w zjeździe farmakologów, biochemików i biofizyków, którzy mają już swoje towarzystwa, a mimo to nadal czują się związani z fizjologią nie tylko dlatego, że z niej wyrosli, ale że bez niej obejść się nie mogą podczas śledzenia i rozumienia funkcji żywej materii w zakresie dostępnym ich metodom badań. Podobnie naturalnym powodem do zadowolenia był liczny udział nie lekarzy, a zwłaszcza przyrodników, rolników, wychowawców, którzy fizjologię uprawiają w ramach biologii, zoologii, botaniki, weterynarii, zootechniki, kultur fizycznej, psychologii czy filozofii. Niektórzy mają tam już nawet własne sekcje fizjologiczne, ale z Polskim Towarzystwem Fizjologicznym wciąż czują się związani; chętnie służą mu swym doświadczeniem i korzystają z jego usług, zwłaszcza w zakresie życzliwej krytyki własnych doświadczeń na wspólnych zebraniach naukowych. Wiadomo bowiem, że krytyki najbardziej świeżej i zapładniającej spodziewać się można nie tyle od tak samo jak autor rozumujących współspecjalistów, lecz właśnie z pogranicza od badaczy dziedzin pokrewnych.

Tak liczny udział różnych specjalistów i żywe zainteresowanie naukami fizjologicznymi jakie widziało się w każdym miejscu omawianego zjazdu wydaje się potwierdzać słuszność linii postępowania zarządu Polskiego Towarzystwa Fizjologicznego, które usilnie stara się zrzęcać na prawach zupełnej równości wszystkich pracowników nauki zajmujących się fizjologią, bez względu na to, w jakiej instytucji są zatrudnieni i komu bezpośrednio służą swą wiedzą. W związku z tym wydaje się, że fizjologię naprawdę można uważać za dyscyplinę najlepiej integrującą wiele działów biologii, a Polskie Towarzystwo Fizjologiczne za najbardziej naturalne zrzeszenie wszystkich badaczy funkcji żywego ustroju bez względu na to czy zajmują się człowiekiem, zwierzętami czy roślinami i niezależnie od tego czy pracują w akademiach medycznych, wyższych szkołach rolniczych, sportowych, wojskowych i pedagogicznych czy w katedrach uniwersyteckich.

Chociaż XI Zjazd Polskiego Towarzystwa Fizjologicznego nie ujawił jakichś zaskakujących nowości i w treści swej nie miał czegoś specjalnie rewelacyjnego,

to jednak w przyjemnej formie ukazał budzącą optymizm żywość rodzimej twórczości fizjologicznej, szybkie dojrzewanie młodej kadry naukowej, równorzędność własnej twórczości w zestawieniu ze średnim poziomem aktualnych osiągnięć w odpowiednich pracowniach zagranicznych oraz ścisłą łączność polskich nauk fizjologicznych z potrzebami społeczeństwa pokojowo budującego swoje państwo. Cały zjazd można więc uznać za udany i pożyteczny, a Polskiej Akademii Nauk oraz Wojewódzkiej i Miejskiej Radzie Narodowej w Szczecinie trzeba wyrazić gorące podziękowanie za daleko idącą pomoc i opiekę jakiej nie szczędzono Komitetowi Organizacyjnemu złożonemu z pracowników miejscowej Akademii Medycznej i Wyższej Szkoły Rolniczej.

Eugeniusz Miętkiewski

III MIĘDZYNARODOWY KONGRES PROTOZOOLOGICZNY

(Leningrad, 2—10.VII.1969)

Inicjatywa organizowania międzynarodowych kongresów protozoologów zrodziła się 11 czy 10 lat temu z naszej inicjatywy w wyniku porozumienia badaczy zrazu jedynie radzieckich, czechosłowackich i polskich. Europejski zasięg miał mieć już pierwszy Kongres w Pradze; stał się on jednak światowym, po dołączeniu przede wszystkim Society of Protozoologists, mającego siedzibę w USA, które postanowiło odbyć w Pradze swój kolejny doroczny mityng, oraz protozoologów francuskich. Tak więc I Kongres, odbyty w Pradze w 1961 r. stał się zaczątkiem stałej w tym kierunku działalności. Na II Kongresie odbytym w Londynie w 1965 r. uznano potrzebę stworzenia przy IUBS Komisji Protozoologicznej, skupiającej jako członków poszczególne narodowe towarzystwa lub sekcje protozoologiczne. Ostatnio postanowiono przewidzieć również członkostwo towarzystw nadnarodowych (supernational), jakimi są w istocie Towarzystwo Protozoologiczne ZSRR, Groupement des Protistologues de langue française i wreszcie towarzystwo protozoologiczne obejmujące Skandynawię.

Nad organizacją kolejnych kongresów czuwała dotychczas Międzynarodowa Komisja Protozoologiczna, w której skład wchodził przedstawiciele: Belgii, W. Brytanii, Czechosłowacji, Danii, Indii, Izraela, Japonii, Polski i Związku Radzieckiego, oraz Narodowy Komitet Organizacyjny, złożony z przedstawicieli kraju, w którym odbyć się ma najbliższy Kongres. W konkretnym przypadku III Kongresu Komitet Organizacyjny działał pod przewodnictwem prof. G. Poljanskiego z Leningradu.

Międzynarodowa Komisja Protozoologii na III Kongresie ustaliła tekst akcesu do IUBS jako Komisji Protozoologicznej, który to akces został zaaprobowany przez plenum Kongresu. Do ciała kierującego Komisji (Governing Board) ma wchodzić po 1 reprezentancie narodowej (lub nadnarodowej) organizacji liczącej mniej niż 100 członków, 2 przedstawiciele organizacji liczącej 100—300 członków i 3 przedstawiciele wielkich organizacji, liczących ponad 300 członków. Zasadniczym zadaniem Komisji Protozoologicznej IUBS ma być nie tylko popieranie rozwoju nauk protozoologicznych, lecz również ułatwianie naukowych i osobistych kontaktów między protozoologami wszystkich narodów.

III Kongres jak i poprzednie, obradował na sesjach plenarnych i w poszczególnych sekcjach, poświęconych różnym dziedzinom, tak obszernych już dziś nauk protozoologicznych. Plenarna sesja otwarcia, po bardzo serdecznym i wygłoszonym z właściwym mu wdziękiem w czterech językach przemówieniu powitalnym przewodniczącego Komitetu Organizacyjnego prof. G. Poljanskiego, zawierała dwa

interesujące referaty. Jeden z nich, prof. P.C.C. Garnhama, naszego od lat wypróbowanego przyjaciela z Londynu, zawierał bardzo interesujące obserwacje i tezy autora na temat: Struktura i funkcja cytosomu czyli micropyle u *Sporozoa*. Drugi — prof. S.P. Moszkowskiego z Moskwy, poświęcony był tematowi: Problem gatunku a protozoologia. Trzeci przewidziany referat Sesji otwarcia, a mianowicie referat drugiego naszego przyjaciela prof. E. Fauré-Fremiet z Paryża na temat: Organoidy i aparaty czepne u *Ciliata* — nie został wygłoszony, gdyż autor, skutkiem niedomagań, nie zjawił się na Kongresie.

Sesja zamknięcia Kongresu, wobec nie przybycia prof. P.P. Grassé, zawierała tylko jeden referat naukowy prof. W. Michajłowa z Warszawy na temat: Ewolucja pasożytnictwa wśród *Euglenoidina* pasożytujących u *Copepoda*. Referat ten był pięknym zakończeniem naukowej części obrad Kongresu. Godne jest chyba podkreślenia, że wszystkie właściwie referaty na sesjach plenarnych poświęcone były zagadnieniom ogólnym w protozoologii, przede wszystkim zagadnieniom ewolucyjnym. Wskazuje to na szerokie i mało jeszcze uczęszczane, a niekiedy nawet nieknięte drogi w badaniach ogólno-biologicznych, których modelami są pierwotniaki.

Plenarna Sesja zamknięcia Kongresu w ramach części organizacyjnej (10 lipca rano), uchwaliła zgłoszenie do IUBS Komisji Protozoologicznej i zasady reprezentowania w niej poszczególnych towarzystw narodowych i nadnarodowych. Sesja przyjęła również propozycję prof. Garnhamą rozpoczęcia wydawania *Abstracting Journal for Protozoology*, który miałby na celu bardzo szybkie publikowanie abstraktów prac ze wszystkich dziedzin protozoologii. Mimo bowiem istnienia na świecie czterech periodyków protozoologicznych, a mianowicie: *Archiv für Protistenkunde* (od 1902 roku), *Journal of Protozoology* (od 1954 r.), *Acta Protozoologica* (od 1963 r.) i *Protistologica*, (od 1965 r.) i mimo że wszystkie te wydawnictwa są otwarte i publikują prace ze wszystkich krajów — wiele prac drukowanych jest w różnych, rozproszonych i niewyspecjalizowanych periodykach, wiele oczekuje długo na wydanie, a wiele nie ukazuje się w ogóle w druku. Z drugiej strony w ogromnych ogólnych wydawnictwach typu abstraktowego, prace te nie w pełni są reprezentowane, a wyszukanie ich jest wysoce utrudnione. Jest to zresztą problem wszystkich dziedzin nauk przyrodniczych, wymagający szybkiego i sprawnego rozwiązania dla umożliwienia sprawnej dokumentacji i informacji naukowej.

Ostatnim akcentem Sesji plenarnej było wysoce serdeczne i eleganckie zaproszenie prof. de Puytoraca do odbycia następnego IV Kongresu we Francji, najprawdopodobniej w Clermont-Ferrand, ośrodku poważnych i intensywnych badań protozoologicznych. Na zakończenie wyrażono podziękowania i uznanie organizatorom Kongresu, a przede wszystkim prof. G.J. Poljanskiemu i dr I.B. Raikowowi, którzy nie szczędzili wysiłków, aby obrady Kongresu były owocne i prowadzone w przyjemnej, koleżeńskej atmosferze międzynarodowego spotkania naukowców, reprezentujących różne dziedziny biologii pierwotniaków.

Południowe obrady sekcji Kongresu obejmowały swoim programem krótkie doniesienia i komunikaty z określonych kierunków badań. Reprezentowane były następujące dziedziny protozoologii (w nawiasie ilość posiedzeń): cytologia i cytochemia (3), ultrastruktura (5), morfogeneza i cykle życiowe, (2), genetyka i cytoogeneza (3), biochemia i fizjologia (5), kultury akseńiczne (1), systemy ruchowe (2), ekologia i adaptacja pierwotniaków hodowlanych (4), ekologia i adaptacja pierwotniaków pasożytniczych (21), taxonomia (2), ewolucja (1).

Podobnie jak w latach ubiegłych obserwowało się wyraźny wzrost ilości prac eksperymentalnych w stosunku do prac o charakterze opisowym z dziedziny taksonomii i morfologii.

Wyraźny wzrost ilości komunikatów z dziedziny fizjologii, biochemii i cytologii świadczy o coraz większym zainteresowaniu badaczy pierwotniakiem, jako doskonałym modelem komórkowym do badań nad różnymi aspektami organizmów żywych.

W dziedzinie cytologii interesujące dane przedstawił de Puytorac (Clermont-Ferrand, Francja), na temat adaptacji morfologicznej u niektórych gatunków orzęsków. Cały szereg komunikatów z tej dziedziny dotyczyło zmian cytologicznych aparatu jądrowego oraz organelli komórkowych zarówno w obrębie pelikuli, jak i cytoplazmy. Na podkreślenie zasługuje zwłaszcza duża ilość prac na temat syntezy i zmian ilościowych kwasów nukleinowych w różnych fazach cyklu życiowego pierwotniaków.

Pośród referatów na temat ultrastruktury na wyróżnienie zasłużył piękny wykład doktor D. Pitelki (Berkeley, Calif., USA) o strukturach włóknistych w obrębie pelikuli oraz organizacji powierzchni komórki przy uwzględnieniu istnienia jednostek kinetosomalnych w oparciu o najnowsze dane, uzyskane w badaniach nad morfologią i morfogenezą przy użyciu techniki „szybkiego” utrwalania oraz mikroskopii elektronowej.

Syntetyczny referat K.E. Wolfarth-Bottermanna i W. Stockema (Boon, NRF) dotyczył wzajemnych zależności między ultrastrukturą plazmolemy i cytoplazmy a funkcjami ruchowymi u ameby. Wielkie zainteresowanie wzbudził też referat E.B. Smalla (Urbana, Ill., USA), który opisał zastosowanie techniki „Scanning electron microscopy” w badaniach nad powierzchnią komórkową pierwotniaków, przedstawiając niezwykle interesujący materiał ilustracyjny. Pośród pozostałych licznych komunikatów na temat ultrastruktury pierwotniaków na uwagę zasługiwały zwłaszcza te, które dotyczyły zmian ultrastrukturalnych w obrębie różnych organelli komórkowych, w przebiegu cyklu życiowego i morfogenezy. W syntetycznym referacie Z. Raabe (Warszawa) przedstawił obecny stan naszej wiedzy na temat przebiegu morfogenezy u *Thigmotricha* zarówno w aspekcie ontogenezy, jak i filogenezy. Na uwagę zasługiwał również interesujący komunikat V. Tartara (Seattle, Wasch., USA) o perspektywach dalszych badań nad morfogenezą pierwotniaków i E. Hansona (Middletown, Conn., USA) na temat przebiegu stomatogenezy u orzęsków. Wyraźny wzrost zainteresowania badaczy zagadnieniami morfogenezy u pierwotniaków łączy się niewątpliwie z ogólnie odczuwaną potrzebą uzupełnienia widocznej luki w naszych dotychczasowych wiadomościach na temat roli aparatu jądrowego, cytoplazmy i tzw. „cortex” w skomplikowanym procesie tworzenia organelli komórkowych, co mogłoby przyczynić się do poznania mechanizmów, odgrywających rolę w różnicowaniu komórkowym i powstawaniu tkanek oraz narządów u *Metazoa*.

Pośród komunikatów z zakresu genetyki pierwotniaków niewątpliwie najbardziej interesującym był referat J.R. Preera (Bloomington, Ind., USA) na temat samopowielających się cząstek cytoplazmatycznych u pierwotniaków. W referacie tym autor dał przegląd najnowszych danych oraz panujących — niekiedy kontrowersyjnych — poglądów o powstaniu i replikacji kinetosomów, mitochondriów, kinetoplastów, chloroplastów i endosymbiontów w obrębie komórek pierwotniaczych.

Osobne sesje poświęcono problematyce z zakresu biochemii i fizjologii, aktywności kultur oraz fizjologii ruchu pierwotniaków. Sympozja te obejmowały szeroki wachlarz zagadnień, dotyczących odżywiania, przemian biochemicznych, transportu substancji organicznych i jonów przez błony oraz funkcji ruchowych na poziomie komórkowym. Referat E. Zeuthena i L. Rasmussena (Kopenhaga, Dania) był doskonałym podsumowaniem naszych dotychczasowych wiadomości o przebie-

gu różnych procesów biochemicznych (zwłaszcza syntezy DNA i RNA) w kulturach synchronizowanych. Interesujący był również referat R.L. Connera (Bryn Mawr, Peen., USA) o przemianach lipidowych u pierwotniaków i G.G. Holza (Syracuse, N.Y., USA) o syntezie kwasów tłuszczowych nienasyconych u niektórych pierwotniaków morskich. Referat S. Dryla (Warszawa) był przeglądem osiągnięć eksperymentalnych w okresie ostatnich lat w badaniach nad reakcjami pierwotniaków na bodźce zewnętrzne ze szczególnym zwróceniem uwagi na rolę niektórych kationów oraz systemu ATP-ATPaza i białek kurczliwych w zmianach stanu pobudliwości i ruchu pierwotniaków. Hydrodynamiczny aspekt ruchu orzęsków był analizowany w referacie L.N. Seravina (Leningrad, ZSRR), podczas gdy M.A. Sleigh (Bristol, Anglia) omówił zagadnienie pobudliwości struktur kurczliwych u pierwotniaków na przykładzie *Spirostomum*. W sympozjum z dziedziny fizjologii ruchu polscy naukowcy zaprezentowali ogółem 6 referatów i stanowili najliczniejszą grupę pośród uczestników tego sympozjum. Wielkie zainteresowanie wzbudził referat i film L. Kuźnickiego (Warszawa), T.L. Jahna i J.R. Fonseca (Los Angeles, Calif., USA) na temat ruchu rzęskowego u *Paramecium multimicronucleatum*. Na podstawie bezpośrednich obserwacji mikroskopowych oraz analizy filmu kolorowego, wykonanego przy użyciu kamery filmowej „rapidalnej” oraz techniki mikroskopii kontrastowo-fazowej w warunkach zwolnienia ruchu pierwotniaka — autorzy wysunęli wniosek, że ruch rzęski *Paramecium* nie ma charakteru wiosłowego z szybkim uderzeniem efektywnym i wolnym uderzeniem powrotnym, lecz występuje w postaci fali spiralnej „śrubowej”, powstającej u podstawy rzęski i wędrującej w kierunku jej wierzchołka. Wskazywałoby to na uderzające podobieństwo ruchu rzęski do ruchu wici u pierwotniaków, plemników itp. oraz świadczyłoby o jedności nie tylko struktury ale i funkcji tych dwóch rodzajów organellów ruchu.

Ekologii *Protozoa* były poświęcone dwie sesje Kongresu. W dziale ekologii wolnożyjących pierwotniaków większość referatów i komunikatów dotyczyło szeroko rozumianej ekologii dużych grup systematycznych lub ekologicznych. Przeważały prace nad *Ciliata* i *Testacea*. H.E. Finley (USA) wyczerpująco omówił ekologię *Peritricha*, a L.K. Losina-Losinsky (ZSRR) zachowanie się orzęsków w warunkach charakterystycznych dla planety Mars. Stosunkowo liczne komunikaty dotyczyły glebowych *Protozoa* i ich powiązań z innymi mikroorganizmami oraz wpływem na żyzność gleb (autorzy radzieccy). Szereg doniesień zajmowało się wpływem poszczególnych czynników środowiska (temperatura, zasolenie) lub wyizolowanych czynników chemicznych na wzrost *Protozoa*.

W dziale ekologii pasożytniczych *Protozoa* przedstawiono interesujące referaty o roli bakterii w cyklach życiowych pierwotniaków (J.B. Jadin, Belgia) oraz o stosunkach żywiciel-pasożyt w powiązaniu z zagadnieniem odporności (D.N. Zasukhin, ZSRR). Szereg doniesień dotyczyło ekologii poszczególnych grup pasożytniczych pierwotniaków, głównie pasożytów ryb.

Pasożytniczym *Protozoa* było także poświęconych szereg odrębnych sekcji, na których referaty i komunikaty koncentrowały się wokół pasożytów o największym znaczeniu dla medycyny lub weterynarii. Na marginesie należy zaznaczyć, że w ogóle Kongres w Leningradzie miał zdecydowanie parazytologiczny charakter. Prawie na wszystkich sekcjach (oczywiście poza sekcją ekologii wolnożyjących pierwotniaków) były wygłaszane doniesienia dotyczące pasożytów lub oparte na materiale parazytologicznym; ogólnie ponad 60% referatów miało charakter parazytologiczny. W sesji poświęconej *Trypanosoma* omawiano wiele różnorodnych zagadnień. Kilka doniesień dotyczyło *Trypanosoma cruzi*, szczególnie niektórych aspektów hodowli tego pasożyta, przy czym ten ostatni problem był też tematem doniesień o innych gatunkach. Kilka innych komunikatów poruszało zagadnienia

odporności, m.in. zagadnienie wykrywania *T. gambiense* przy pomocy reakcji immunofluorescencji. Stosunkowo liczne w tej grupie były referaty o charakterze faunistycznym i ekologicznym.

Komunikaty poświęcone pasożytom z rodzaju *Leishmania* dotyczyły głównie właściwości biologicznych poszczególnych gatunków i szczepów tych pasożytów i między innymi ich wirulentności. *Lamblii* poświęcono zaledwie kilka doniesień i dotyczyły one obiegu tych pasożytów w przyrodzie oraz stosunków żywiciel-pasożyt.

Wśród licznych doniesień dotyczących *Trichomonas* należy na pierwszym miejscu wymienić prace o patogeniczności poszczególnych gatunków. Zagadnienie to było już zaakcentowane w jednym z referatów wprowadzających i traktującym o przypuszczalnych podstawach biochemicznych patogeniczności przy trichomonazie (B.M. Honigberg, USA). Szczegółowo były także rozpatrywane problemy hodowli oraz antygenowe właściwości niektórych gatunków i szczepów *Trichomonas*. Pozostałym wiciowcom poświęcono zaledwie pojedyncze doniesienia.

Pośród referatów poświęconych kokcidiom, na pierwszym miejscu należy wymienić prace nad cyklami życiowymi, warunkami w jakich następuje zarażenie oraz nad patogenicznością tych pasożytów. Stosunkowo liczne były komunikaty o występowaniu kokcidiów u przedstawicieli różnych grup zwierząt. Drugim sporowcem, któremu również poświęcono wiele komunikatów było *Plasmodium*. Tu doniesienia koncentrowały się głównie wokół niektórych problemów fizjologicznych adaptacji pasożytów oraz pewnych aspektów odporności wywoływanych przez te pasożyty. Kilka doniesień dotyczyło także innych grup sporowców. Należy tu także wymienić referat N.D. Levine (USA) zawierający propozycje pewnego ujednolicenia terminologii dotyczącej *Sporozoa*.

Bardzo liczne doniesienia dotyczyły toksoplazmy; najbardziej bogato były reprezentowane komunikaty o występowaniu i krążeniu tego pasożyta w przyrodzie (głównie autorzy radzieccy), przy czym rozważano bardzo różne możliwości aż do przenoszenia toksoplazmy przy pomocy jaj helmintów. Szereg prac dotyczyło biologii toksoplazmy zarówno w kulturach tkankowych, jak i w tkankach żywiciela, poruszając przy tej okazji także sprawę patogeniczności tego pasożyta. Były także obszernie omawiane właściwości antygenowe toksoplazmy i zagadnienia odporności przy toksoplazmozie. Kilka doniesień dotyczyło morfologii i ultrastruktury toksoplazm, a nawet zmian w ultrastrukturze pod wpływem czynników chemoterapeutycznych. Innym bliskim pasożytem takim jak *Sarcocystis* i *Pneumocystis* poświęcono pojedyncze doniesienia.

Liczne prace koncentrowały się także wokół *Piroplasma* i *Theileria* i dotyczyły różnych aspektów ich morfologii i biologii zarówno w żywicielu pośrednim (Kleszcz), jak i w ostatecznym (kręgowce) oraz w kulturach tkankowych. Dużo uwagi poświęcono także wirulencji poszczególnych szczepów i reakcji odpornościowej przez nie wywołanej. Kilka doniesień dotyczyło przebiegu procesu chorobowego i zmian patogenicznych w organizmie żywiciela. Przedstawiono także kilka doniesień poświęconych gatunkom *Aegiptionella*, *Anoplasma*, *Nottula*, *Eperythozoon* i *Hemobartonella*.

Doniesienia o pasożytniczych amebach dotyczyły prawie wyłącznie *Entamoeba histolytica*, głównie adaptacji w cyklu życiowym i aparatu enzymatycznego tych pasożytów. Stosunkowo liczne komunikaty poświęcono natomiast *Microsporidia*, były to jednak głównie doniesienia o ich występowaniu u różnych żywicieli i niektóre dane o ich cyklach życiowych. Kilka doniesień dotyczyło *Myxosporidia* ryb.

Wśród kilkunastu doniesień dotyczących orzęsków większość była poświęcona pasożytom ryb (m.in. *Trichodina*) oraz zmienności i specyficzności *Balantidium*.

Dwie ostatnie sesje miały znów charakter ogólny i dotyczyły taksonomii i ewolucji pierwotniaków. Obie one miały pewne cechy wspólne, gdyż zostały w nich, oprócz doniesień omawiających systematykę lub ewolucję poszczególnych dużych grup pierwotniaków, zgromadzono także prace o charakterze metodycznym nad kryteriami stosowanymi w systematyce lub ewolucji pierwotniaków. Wśród tych ostatnich należy wymienić doniesienia o zmienności *Ciliata* (S.L. Kazubski, Polska), oraz o znaczeniu DNA jako kryterium systematycznego u ameb (K.M.G. Adam, W. Brytania). Natomiast wśród prac poświęconych ewolucji należy wymienić doniesienia N.N. Bobylovej (ZSRR) porównujące faunę pasożytniczych wiciowców z *Cryptocercus* z Ameryki Północnej i radzieckiego Dalekiego Wschodu oraz doniesienie I.V. Issi (ZSRR) o drogach tworzenia się gatunków u *Microsporidia*.

Jak ogólnie ocenić można więc III Międzynarodowy Kongres Protozoologiczny? Dobra organizacja, serdeczna atmosfera, piękne wycieczki i — białe noce — to oprawa treści Kongresu. A same treści? W Kongresie wzięło udział około 650 uczestników, w tym ponad 300 protozoologów z ZSRR, około 70 Amerykanów, 50 Anglików i po 20—30 protozoologów z Francji, Niemiec i Polski oraz mniejsze ilości uczestników z pozostałych krajów Europy i innych części świata.

W porównaniu z poprzednimi kongresami delegacja polska była stosunkowo dość liczna, na co niewątpliwie wpłynął fakt, że Kongres był zorganizowany z sąsiadującym z nami ZSRR, co umożliwiło wielu uczestnikom Kongresu pokrycie z funduszy prywatnych kosztów podróży oraz wyżywienia i zakwaterowania w okresie trwania obrad.

III Międzynarodowy Kongres Protozoologii obejmował swoim zasięgiem wyjątkowo szeroką tematykę naukową, znamionującą wybitny rozwój badań w tej dziedzinie. Wygłoszono ogółem 480 referatów¹, odznaczających się wysokim poziomem wykonania badań i precyzją ujęć. Wobec jego wielkości trudno jednak było wysłuchać wszystkich interesujących referatów, wygłaszanych równocześnie w wielu sekcjach, na ogół zresztą fortunnie podzielonych. Powstała więc ta sama sytuacja, co w bardzo wielu innych dziedzinach nauki w związku z ich niepomiarowym wzrostem i wzrostem ilości pracowników, mających coś do powiedzenia. Już dawno nie odbywają się kongresy zoologiczne i nie będą się odbywać, jako zbyt gigantyczne i nie przynoszące pożądanych korzyści. Może trzeba będzie zrezygnować z kongresów ogólnych i w innych węższych dziedzinach, a preferować raczej zjazdy bardziej jeszcze specjalistyczne i specjalne sympozja naukowe. Wydaje się, że w konkretnym przypadku przydatne byłyby sympozja na tematy związane z protoparazytologią lekarską, która na III Kongresie była bogato reprezentowana i nieco wydzielająca się od innych dyscyplin. Ale to właśnie należeć będzie do Komisji Protozoologicznej IUBS.

Zdzisław Raabe
Stanisław Dryl
Stanisław Kazubski

¹ Referaty nadesłane na III Międzynarodowy Kongres Protozoologiczny w Leningradzie zostały opublikowane w dwu równoległych wydawnictwach: Progress in Protozoology, Abstracts of papers read at IIIrd International Congress on Protozoology, Leningrad, 2—10 July, 1969, Publishing House „Nauka”, Leningrad, 1969, 393 p., zawierający doniesienia w języku angielskim, francuskim i niemieckim oraz Успехи Protozoологии stron 432, będące jego rosyjską wersją. Pewną liczbę doniesień, nadesłanych z opóźnieniem do Komitetu Organizacyjnego, opublikowano w suplemencie do tych wydawnictw.

KONFERENCJA „EWOLUCJA KRĘGOWCÓW” W ISTAMBULE

w dniach 4—12 sierpnia 1969

Konferencja została zorganizowana na terenie amerykańskiej szkoły wyższej w Istambule „Robert College” przez prof. M.K. Hechta z Uniwersytetu Nowojorskiego (Queens College). Udział w konferencji wzięło 52 osoby z 14 krajów. Najliczniejszą grupę stanowili Amerykanie (10 osób), kolejne grupy w liczebności to Anglicy (7), Turcy (6), Francuzi (5) itd. Z krajów demokracji ludowych byłem jedynym uczestnikiem. Organizatorzy ulokowali nas w domu studenckim na terenie uczelni, opłacili mieszkanie i utrzymanie. Koszty podróży opłacili uczestnicy.

Celem konferencji było rozpatrzenie ewolucji kręgowców z rozmaitych punktów widzenia. Narady miały polegać przede wszystkim na swobodnej dyskusji. Referenci inicjujący poszczególne posiedzenia mieli za zadania przypomnieć najważniejsze fakty z przydzielonej sobie dziedziny, bez wchodzenia w zagadnienia szczegółowe. Oczywiście nie wszyscy zastosowali się w pełni do życzeń organizatorów, przy czym okazało się, że te referaty, których autorzy przedstawiali własne, nieraz kontrowersyjne poglądy, czy wyniki własnych badań, wzbudziły największe zainteresowanie. W zasadzie podzielono posiedzenia na następujące tematy: genetyka populacji, dynamika populacji i ekologia, dobór naturalny i adaptacja, zachowanie, morfogeneza, specjacja, przebieg ewolucji, biochemia, zoogeografia, klasyfikacja. Przeprowadzenie takiego podziału w praktyce natrafiało oczywiście na trudności, to też nikt nie krępował dyskutantów gdy np. na posiedzeniu poświęconym problemom biochemicznym omawiano głównie dynamikę populacji, oraz zagadnienia „taksonomii numerycznej”.

Każda sesja oprócz jednego lub paru inicjatorów miała wyznaczonych koreferentów, którym udzielano głosu w pierwszej kolejności. Byłem koreferentem na posiedzeniach poświęconych morfogenezie, przebiegowi ewolucji i klasyfikacji. Zebrania odbywały się codziennie w godzinach 9.15—13.30, oraz 14—17.30. Oprócz tego dwa razy odbyły się dodatkowe posiedzenia o godzinie 20. Dwa popołudnia i jeden cały dzień przeznaczono na zwiedzanie miasta, jeden dzień zajęła wycieczka do pobliskiego rezerwatu i na plażę czarnomorską. Jednego popołudnia wybrano się na przejażdżkę po Bosforze.

Konferencja została uwieńczona chyba pełnym sukcesem. Dyskusje były z reguły żywe i ogromnie interesujące. Można dodać nawiasem, że niestety sztuka prowadzenia dyskusji naukowych stoi u nas na bardzo niskim poziomie. Niektórzy czują się skrupowani i nigdy głosu publicznie nie zabierają, młodszy koledzy obawiają się kwestionować poglądy wypowiedziane przez starszych referentów, wreszcie trafiają się groźni żelazni dyskutanci gotowi do zabierania głosu na każdy temat i do bezwzględnego zanudzania zebranych swymi poglądami. Na szczęście nie było na konferencji ani jednego żelaznego dyskutanta, a nawet najmłodszy uczestnicy, nie mający jeszcze 30 lat zabierali głos swobodnie i bez skrępowania.

Głównym językiem obrad był oczywiście angielski. Przemawiali nim także Niemcy, Włosi, Belgowie i niektórzy Francuzi. Wśród tych ostatnich były jednak osoby znające wprawdzie język angielski zupełnie dobrze, ale przemawiające po francusku. Dyskusje nie ograniczały się oczywiście do sali posiedzeń. Uczestnicy jedli razem wszystkie posiłki, rozmawiano w czasie nich przede wszystkim na tematy zoologiczne. Także w czasie wycieczek nie brakło okazji do wymiany poglądów.

Zdanie sprawy z prawie dwu tygodni nieustannej rozinowy jest rzeczą bardzo trudną. Postaram się jednak dać przykłady kilku dyskutowanych zagadnień.

W.M. Fitch (USA) poruszył na zebraniu poświęconemu biochemii problem

istnienia cech, względnie genów, obojętnych w stosunku do działania doboru naturalnego. Rozwinęła się gwałtowna dyskusja odwołująca zebranych od głównego tematu. Zdecydowano więc zebrać się raz jeszcze wieczorem, celem omówienia tego problemu. Wydaje się, że większość dyskutantów zgodziłaby się w końcu na następującą konkluzję. Jest rzeczą w zasadzie niemożliwą udowodnienie, że jakikolwiek gen jest zupełnie obojętny dla doboru naturalnego. Dowód taki wymagałby bowiem zbadania wszystkich możliwych okoliczności w jakich może się znaleźć osobnik danego gatunku i wszystkich związków wzajemnych między genami — co jest oczywiście niemożliwe. Mimo tego trzeba przypuszczać, że cechy obojętne nie tylko istnieją, ale nawet są liczne. Przemawia za tym następujące rozumowanie. Wiemy, że istnieją cechy silnie popierane przez dobór, liczniejsze od nich geny przynoszą korzyści tylko w pewnych okolicznościach ekologicznych, lub wówczas gdy występują w określonym „krajobrazie genetycznym”. Geny te dobór naturalny popiera w znacznie słabszy sposób. Znamy też geny bezwzględnie letalne oraz takie, których szkodliwość jest bardzo rozmaita. Trudno sobie wyobrazić, aby nie było i takich genów, które nie mają znaczenia dla przeżycia osobnika.

Fitch przytoczył w dyskusji fakt następujący. Drobinę fibrynogenu mają kształt długich nitek. Blisko jednego końca nici znajduje się arginina. W procesie krzepnięcia nie rozrywa się w tym miejscu gdzie znajduje się arginina. Długie odcinki łączą się z sobą, tworząc skrzep, a krótkie, liczące 19 aminokwasów, pozostają w roztworze. Okazało się, że ten krótki odcinek mieści bardzo różny skład aminokwasów, co zdaje się sugerować, że skład jest w zasadzie obojętny. Końcówka ta działa tylko jako swoisty bezpiecznik, przeciwdziałający szczepianiu się drobin fibrynogenu. Nie mniej jednak ten skład aminokwasów musi być zapisany w DNA, choć może wyglądać rozmaicie, co zdaje się nie ma żadnego wpływu na żywotność osobnika.

A.W.F. Edwards (Cambridge, Anglia) przedstawił w bardzo pięknym referacie jasne i ciemne strony zastosowań maszyn liczących do systematyki. Jak wiadomo poglądy rozmaitych autorów w tym zakresie różnią się diametralnie, nieraz też dochodziło do gwałtownych polemik. Edwards zajął stanowisko ogromnie zrównoważone. Najważniejsze jego wnioski wyglądałyby w sposób następujący. Trzeba pamiętać, że klasyfikacja może mieć trzy różne zadania. Zadanie pierwsze to przejrzyste uporządkowanie przedmiotów. Uporządkowanie tego typu może opierać się na cechach dowolnych, może preferować np. cechy łatwe do zauważenia lub do wymierzenia. Tego rodzaju klasyfikacja — zwana zwykle sztuczną — nie może być jednak użyta do żadnego innego celu poza mechanicznym porządkowaniem, nie zawiera bowiem innych informacji poza tymi, które zostały już wykorzystane przy jej układaniu. Drugie zadanie klasyfikacji, to możliwie wierne odtworzenie prawdziwej przeszłości grupy — jest to klasyfikacja filogenetyczna. Wreszcie trzecim zadaniem klasyfikacji może być stworzenie możliwości przewidywania cech przedmiotów na razie niezbadanych. Tak na przykład zaliczenie odnalezionego owada do motyli pozwala nam na snucie przypuszczeń co do sposobu rozwoju. Na ogół zakłada się, że systematyka filogenetyczna wywiązuje się równocześnie w sposób optymalny z trzeciego zadania. Zapewne jest tak w istocie, trzeba jednak pamiętać, że chodzi tu w zasadzie o rzeczy różne, a także o tym, że istnieją grupy organizmów, co do których przewidywanie cech ma ogromne znaczenie, a których filogeneza jest nam właściwie nieznana — np. różne drobnoustroje.

Edwards nie sądzi, aby wszystkie cechy należało traktować, jako równoważne, przy czym upierają się Sokal i Sneath (zob. Szarski, 1966, Kosmos 15, 29—35), podkreśla jednak, że znamy liczne cechy organizmów, których nie umiemy interpretować funkcjonalnie, ani też zaliczać do cech homologicznych. Jedyna możli-

wość wykorzystania takich cech w praktyce opiera się na traktowaniu ich jako elementy statystyczne. Równocześnie Edwards wskazał na przykładzie własnych badań jak niezmiernie pracochłonne i złożone jest opracowanie wniosków nawet z niewielkiej liczby cech, jeśli badacz chce uniknąć błędów wynikających z powierzchowności. Dochodzimy więc do wniosku, że w pewnych grupach organizmów, do których zaliczymy np. bakterie, niektóre owady, zastosowanie metod statystycznych może dać bardzo cenne wyniki. Jest to jednak metoda najeżona pułapkami i wymagająca wielkiego wkładu pracy ze strony badacza.

Innym zagadnieniem systematyki, które wzbudziło dwukrotnie bardzo ożywioną dyskusję były teoretyczne podstawy systematyki w ujęciu Henniga. Jak wiadomo podstawowe dzieło tego badacza liczy już kilkanaście lat, było jednak mało znane poza granicami Niemiec. Dopiero niedawny przekład na język angielski (1966) zwrócił uwagę biologów różnych narodowości na dorobek Henniga. Nie można go tu streszczać, myślę też, że Hennig poświęca zbyt wiele dla czystości logicznej i elegancji rozumowania. Jednak na pewno wiele przemyśleń Henniga jest słusznych i przynajmniej część stworzonej przez niego terminologii pozostanie już na stałe w nauce (np. pojęcie grup siostrzanych) byłoby więc pożądane aby jedno z polskich czasopism biologicznych ogłosiło artykuł referujący poglądy Henniga. Na omawianej konferencji głównymi propagatorami Henniga byli G. von Wahlert (NRF) i N. Bonde (Dania). Warto może dodać, że ostatnio G.J. Nelson opublikował zarys systematyki kręgowców uwzględniający w pełni reguły Henniga — ssaki i ptaki zostały zdegradowane do grup niższych od rzędów (Bull. Amer. Mus. Nat. Hist. 141, 475—552, 1969).

Trudno byłoby wchodzić w szczegóły innych dyskusji. Spośród nowych faktów, z którymi można się było zapoznać na konferencji do najciekawszych zaliczyłbym ewolucję ryb z rodziny *Cichlidae* w Jeziorze Wiktorii, opisaną przez P.H. Greenwooda (Londyn), ewolucję komórek zmysłowych oka kręgowców referowaną przez G. Underwooda (Londyn) i morfologię mózgu nietoperzy, zbadaną ostatnio przez P. Pirlota (Montreal).

Do pełnego obrazu ewolucji kręgowców brakowało na konferencji zebrania poświęconego fizjologii porównawczej. Wiemy jak pięknie rozwijają się obecnie badania nad ewolucją regulacji osmotycznej, termoregulacji, pracy nerek, neurosekrecji itd. Niestety spraw tych nie poruszano. Usprawiedliwieniem mogło być ogromnie szczelne wypełnienie programu. Wydaje mi się jednak, że można było z niektórych posiedzeń zrezygnować, np. z posiedzenia zoogeograficznego, wprawdzie interesującego, ale poświęconego zagadnieniom dość wąskim (głównie zoogeografia Małej Azji), na rzecz szerszego uwzględnienia tematyki fizjologicznej. W sumie jednak konferencja była na pewno imprezą nadzwyczaj interesującą, a udział w niej był ogromnie pouczający.

Henryk Szarski

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Л. Яреца</i> — Вопрос эволюции и филогении цестод с учетом их онтогенетического развития	3
<i>Анджей Бомирски</i> — Нейросекретия у ракообразных	29
<i>Александра Пжельзника, Бронислав Цымборовски</i> — Функциональное значение нейросекреторных клеток у насекомых	43
<i>Рафал Скочиляс</i> — Биологическое действие ядов змей	59

РЕЦЕНЗИИ

<i>Станислав Палка</i> — „Deutsche Naturparke im Wort und Bild“ — Dritte Auflage, erweitert um die Beschreibungen von acht neuen Naturparks	75
---	----

НАУЧНАЯ ХРОНИКА

<i>Е. И. Луна</i> — Взаимоотношения между насекомыми и растениями в палеозоике и последующих периодах; <i>Теодозия Длугокенцка</i> — Конкуренционные отношения и эволюция экологических ниш на примере австралийских птиц из рода <i>Melithreptus</i> (<i>Meliphagidae</i>); <i>В. Й. Пайор</i> — Влияние липопротеинов на уровень холестерина в крови; <i>В. Й. Пайор</i> — Влияние инсулина на содержание белков в клетке; <i>Здзислав Ильчук</i> — Проблемы космической токсикологии; <i>Констанция Якутович</i> — Изучение гетерогенности синтеза лейцимо тРНК у <i>Bacillus brevis</i> микропрепаративным методом и путем электрофореза в полиакриламидном геле; <i>Констанция Якутович</i> — Хемилуминесценция, сопряженная с образованием липидных перекисей в биологических мембранах. 1. Свечение митохондрий при добавлении Fe^{2+}	77
---	----

ТРУДЫ ИНСТИТУТОВ И НАУЧНЫХ КАБИНЕТОВ

<i>Анна Гилльбрихт-Ильковска</i> — Годовой отчет о научной деятельности Секции Продуктивность пресноводных экосистем Польского Комитета Международной Биологической программы за 1968 г.	89
--	----

СОБРАНИЯ, СЪЕЗДЫ И НАУЧНЫЕ СОВЕЩАНИЯ

Общее собрание Отделения биологических наук ПАН	97
<i>Евгениуш Ментковский</i> — XI Съезд Польского Физиологического Общества	98
<i>Здзислав Раабе, Станислав Дрыль, Станислав Казубски</i> — III Международный Прото-зоологический Конгресс	103
<i>Генрик Шарски</i> — Конференция „Эволюция позвоночных“ в Стамбуле	109

CONTENTS

<i>Leokadia Jarecka</i> — The problem of evolution and phylogeny of <i>Cestoda</i> in the light of their ontogeny	3
<i>Andrzej Bomirski</i> — Neurosecretion in <i>Crustacea</i>	29
<i>Aleksandra Przetęcka, Bronisław Cymborowski</i> — Functional significance of neurosecretion cells in insects	43
<i>Rafał Skoczylas</i> — <i>Biological activities of snake venoms</i>	59

BOOK REVIEW

<i>Stanisław Galka</i> — <i>Deutsche Naturparke im Wort und Bild — Dritte Auflage, erweitert um die Beschreibungen von acht neuen Naturparks</i>	75
--	----

SCIENTIFIC CHRONICLE

<i>Jerzy J. Lipa</i> — Relationships between insects and plants in Palaeozoic and later time; <i>Teodozja Długokęcka</i> — Competitive interactions and the evolution of ecological niches as illustrated by the Australian Honeyeater Genus <i>Melithreptus</i> (<i>Meliphagidae</i>); <i>Wiktor J. Pajor</i> — The influence of lipoproteins on the cholesterol content in blood; <i>Wiktor J. Pajor</i> — The influence of insulin on the content of proteins in cells; <i>Zdzisław Ilczuk</i> — The problems of cosmic toxicology; <i>Konstancja Jakutowicz</i> — Investigation of heterogeneity of leucyl-tRNA synthetase from <i>Bacillus brevis</i> involving micropreparative electrophoresis in polyacrylamide gel; <i>Konstancja Jakutowicz</i> — Chemiluminescence associated with the formation of lipid peroxides in biological membranes. 1. Mitochondrial luminescence after Fe^{+2} added	77
---	----

THE WORK OF SCIENTIFIC INSTITUTES AND RESEARCH CENTRES

<i>Anna Hillbricht-Ilkowska</i> — Annual Report of the scientific activities of the Section "Productivity of Freshwater Ecosystems" of the Polish Committee of the International Biological Program for 1968	89
--	----

SESSIONS, MEETINGS AND SCIENTIFIC CONFERENCES

Plenary Session of the Department of Biological Sciences of the Polish Academy of Sciences	97
<i>Eugeniusz Miętkiewski</i> — The 11th Congress of the Polish Physiological Society	98
<i>Zdzisław Raabe, Stanisław Dryl, Stanisław Kazubski</i> — The 3rd International Protozoological Congress	103
<i>Henryk Szarski</i> — A Conference on the Evolution of Vertebrata held in Istanbul	109

SPIS TREŚCI

<i>Leokadia Jarecka</i> — Zagadnienie ewolucji i filogenezy <i>Cestoda</i> w świetle ich rozwoju ontogenetycznego	3
<i>Andrzej Bomirski</i> — Neurosekrecja u skorupiaków	29
<i>Aleksandra Przełęcka, Bronisław Cymborowski</i> — Znaczenie funkcjonalne komórek neurosekrecyjnych u owadów	43
<i>Rafał Skoczylas</i> — Biologiczne działanie jadów węży	59

RECENZJE

<i>Stanisław Gałka</i> — „Deutsche Naturparke im Wort und Bild” — Dritte Auflage, erweitert um die Beschreibungen von acht neuen Naturparks	75
---	----

KRONIKA NAUKOWA

<i>Jerzy J. Lipa</i> — Współzależności między owadami i roślinami w erze paleozoicznej i późniejszych okresach; <i>Teodozja Długokęcka</i> — Interakcje konkurencyjne i ewolucja nisz ekologicznych na przykładzie badań nad ptakami australijskimi rodzaju <i>Melithreptus</i> (<i>Meliphagidae</i>); <i>Wiktor J. Pajor</i> — Wpływ lipoproteidów na poziom cholesterolu w krwi; <i>Wiktor J. Pajor</i> — Wpływ insuliny na zawartość białek w komórce; <i>Zdzisław Ilczuk</i> — Problemy toksykologii kosmicznej; <i>Konstancja Jakutowicz</i> — Badania nad heterogennością syntetazy leucylo-tRNA u <i>Bacillus brevis</i> za pomocą mikropreparatywnej metody elektroforezy w żelu poliakrylowym; <i>Konstancja Jakutowicz</i> — Chemiluminescencja sprzężona z powstawaniem nadtlenu lipidowych w błonach biologicznych	77
--	----

PRACE ZAKŁADÓW I INSTYTUTÓW NAUKOWYCH

<i>Anna Hillbricht-Ilkowska</i> — Sprawozdanie z prac badawczych sekcji „Produktywność ekosystemów słodkowodnych” Polskiego Komitetu Międzynarodowego Programu Biologicznego za 1968 r.	89
---	----

ZEBRANIA, ZJAZDY I KONFERENCJE NAUKOWE

Sesja plenarna Wydziału Nauk Biologicznych PAN	97
<i>Eugeniusz Miętkiewski</i> — XI Zjazd Polskiego Towarzystwa Fizjologicznego	98
<i>Zdzisław Raabe, Stanisław Dryl, Stanisław Kazubski</i> — III Międzynarodowy Kongres Protozoologiczny	103
<i>Henryk Szarski</i> — Konferencja „Ewolucja kręgowców”, odbyta w Istambule	109

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

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

or direct to:

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

Tylko prenumerata zapewni
regularne otrzymywanie
dwumiesięcznika

K O S M O S A

Prenumerata krajowa

Zamówienia przyjmują:

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

Prenumerata: roczna zł 90,—

półroczna zł 45,—

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

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

Prenumerata zagraniczna

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

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

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

Kosmos A. R. XIX z. 1, s. 1—116, styczeń—luty, Warszawa 1970.

Indeks 36417