

POLSKIE TOWARZYSTWO PRZYRODNIKÓW im. KOPERNIKA

ROK XIV

Seria A BIOLOGIA

ZESZYT 3 (74)

K O S M O S

DWUMIESIĘCZNIK



WARSZAWA 1965

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

KOMITET REDAKCYJNY

Tadeusz Gorczyński, Kazimierz Petrusewicz, Zdzisław Raabe

Redaktor:: *Włodzimierz Michajłow*

Sekretarz: *Zbigniew Pomianowski*

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

Państwowe Wydawnictwo Naukowe — Warszawa, Miodowa 10

Nakład 1116 + 144 egz. Ark. wyd. 8,5, ark. druk. 7,375

Papier ilustr. kl. V, 70 g. 70 × 100

Oddano do składania 25.III.65 r. Podpisano do druku 22.VI.65 r.

Druk ukończono w czerwcu 1965 r.

Zam. 240/65

E-47

Cena zł 15.—

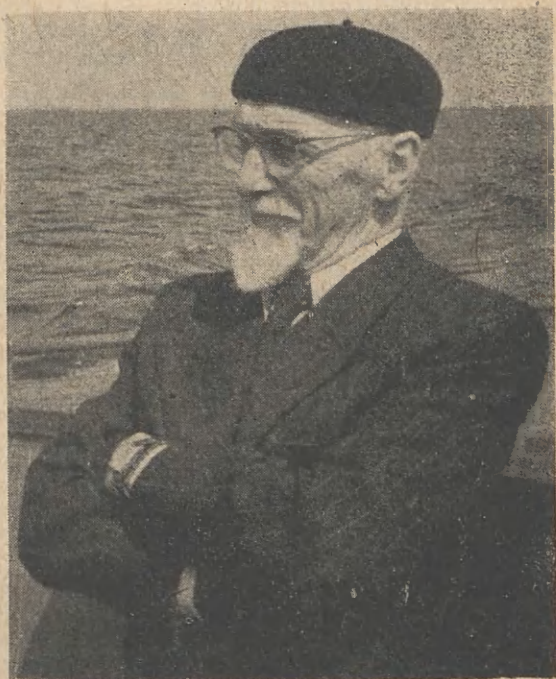
Warszawska Drukarnia Naukowa — Warszawa, Śniadeckich 8

PROFESOR
DR MIECZYŚLAW BOGUCKI

W dniu 8 lutego 1965 r. zmarł nestor hydrobiologów polskich profesor dr Mieczysław Bogucki. Nauka polska straciła swego długoletniego, wybitnego współtwórcę i organizatora, społeczność hydrobiologiczna — duchowego i moralnego przewodnika, a współpracownicy — mądrego, cierpliwego i bardzo wyrozumiałego opiekuna.

Prof. M. Bogucki urodził się w Łodzi w 1884 r. W mieście tym uczęszczał do gimnazjum, z którego został wydalony za uczestnictwo w przygotowywaniu strajku szkolnego. Po złożeniu jako ekstern egzaminu maturalnego w Moskwie w 1900 r. studiował w Krakowie w latach 1905—1907. W tym czasie, w związku z udziałem w rewolucyjnej działalności PPS w Królestwie, ponad pół roku spędził w warszawskich więzieniach, po czym, zmuszony opuścić kraj ukończył studia przyrodnicze w Paryżu w 1911 r. Powróciwszy do kraju objął w 1912 r. asystenturę w Zakładzie Biologiczno-Embriologicznym UJ. W sierpniu 1914 r. poczucie patriotycznego obowiązku zaprowadziło prof. M. Boguckiego do szeregów Legionów. Po półtorarocznej służbie powrócił na UJ, w 1916 r. uzyskał doktorat i wyjechał do Warszawy, by w latach 1917—1919 pracować jako asystent w Zakładzie Histologii i Embriologii UW, a następnie, do 1932 r., w Zakładzie Fizjologii Instytutu im. M. Nenckiego, pełniąc jednocześnie przez dłuższy czas funkcję sekretarza Instytutu. W 1920 r. praca naukowa prof. M. Boguckiego ponownie uległa przerwie spowodowanej przez służbę wojskową. Wkrótce jednak podjął znów swoje obowiązki, a równocześnie zajął się pracą dydaktyczną wykładając w latach 1920—1921 embriologię na Wolnej Wszechnicy, a następnie na Wydziale Lekarskim Uniwersytetu Stefana Batorego w Wilnie. Habilitował się w 1928 r. na Uniwersytecie Warszawskim.

W 1932 r. prof. M. Bogucki podjął się organizowania Stacji Morskiej w Helu. Podróż zagraniczna w 1934 r., której celem było zaznajomienie się z organizacją i wyposażeniem licznych europejskich stacji morskich, ułatwiła Mu opracowanie projektu na budynek laboratoryjny w Gdyni,



do którego po wybudowaniu w 1938 r. przeniesiono Stację Morską. Prof. M. Bogucki kierował działalnością Stacji do wybuchu II wojny światowej, a od 1934 r. był również dyrektorem Instytutu im. M. Nenckiego w Warszawie. W 1938 r. otrzymał tytuł profesora tytularnego.

Okres okupacji przetrwał prof. M. Bogucki w Warszawie. I znów, jak i poprzednio w trudnych dla naszego społeczeństwa okresach, patriotyczna postawa Profesora znajdowała zewnętrzny wyraz. Na tajnym uniwersytecie wykładał fizjologię człowieka dla medyków, a gdy po powstaniu znalazł się w powiecie skierniewickim, przystąpił do organizowania na tym terenie tajnego nauczania. Jeszcze przed ustaniem działań wojennych, w kwietniu 1945 r. prof. M. Bogucki reaktywował w Gdyni działalność morskiej placówki badawczej pod nazwą Morskiego Laboratorium Rybackiego, a następnie kierował także pracami Zakładu Ichtiologii w tejże placówce (noszącej wówczas nową nazwę Morski Instytut Rybacki). W 1951 r., w wyniku niesławnych tendencji tego okresu, przestał pełnić funkcję kierownika MMR (w 1957 r. otrzymał propozycję powrotu na to stanowisko). Od tego czasu pracował w Instytucie im. M. Nenckiego jako samodzielny pracownik naukowy, profesor nadzwyczajny (od 1954 r.) i profesor zwyczajny (od 1959 r.); od 1963 r. przewodniczył Radzie Naukowej Instytutu.

Działalność badawczą rozpoczął prof. M. Bogucki przed z górą 50 laty. Jego pierwsza publikacja dotycząca regeneracji męskiego gruczołu rozrodczego u salamandry ukazała się w 1914 r.; stwierdzona wówczas została zdolność regeneratu do osiągnięcia pełnej dojrzałości niezależnie od stadium, w jakim nastąpiła resekcja. Tematem następnej pracy był wpływ kastracji na cykliczne zmiany budowy jajnika żaby. Z kolei cała seria prac dotyczyła dzieworództwa doświadczalnego u płazów i szkarłupni. Przyczyniły się one w sposób bardzo istotny do wyjaśnienia roli bodźców mechanicznych jako inicjatorów partenogenezy traumatycznej, a także kontaktowego oddziaływania czynnych fizjologicznie komórek pochodzących z różnych organów na rozwój jaj niezapłodnionych.

Od 1930 r. prof. M. Bogucki skierował swe zainteresowania badawcze ku fizjologii ekologicznej, a w szczególności ku zagadnieniu przystosowań zwierząt do życia w wodach słonawych. Praca o osmoregulacji w jajach ryb łososiowatych przysporzyła istotnych informacji o przepuszczalności błon jajowych dla elektrolitów i koloidów, o zmianach wewnętrznego ciśnienia osmotycznego i o hamowaniu rozwoju periwitelinu pod wpływem hipotonii środowiska zewnętrznego. Badania regulacji ciśnienia osmotycznego i składu mineralnego hemolimfy podwoja (*Mesidotea entomon*) i raka rzecznoego były dalszym rozwinięciem tej problematyki. Okazało się, że ciśnienie osmotyczne hemolimfy podwoja bałtyckiego jest przeszło dwukrotnie wyższe niż wody w jego naturalnym biotopie, a stężenie i proporcje elektrolitów w hemolimfie są odmienne niż w wodzie morskiej oraz że zwierzęta te posiadają zdolność adaptacji do szerokiej skali zasoleń wody i wykazują znaczny stopień osmoregulacji w wodzie wysłodzonej. Rak rzeczny reaguje wprawdzie zwiększeniem stężenia elektrolitów w hemolimfie na przeniesienie do wody morskiej, ale do pewnych granic zasolenia stosunki wzajemne stężenia elektrolitów we krwi nie ulegają zmianie. Wyniki tych prac należą do klasycznej literatury światowej dotyczącej zagadnienia osmoregulacji. Uzupełniają ten zakres osiągnięć prof. M. Boguckiego jego prace o biologii rozrodu i rozwoju meduzy *Aurelia aurita* i, przeprowadzone już po ostatniej wojnie,

podobne badania nad podwojem. Ważne jest odkrycie, że meduza *Aurelia aurita* jest stałym elementem w faunie Bałtyku i przechodzi w jego wodach całkowity rozwój.

Po wojnie prof. M. Bogucki kontynuował i rozwijał pracę nad biologią zwierząt słonawowodnych skupiając uwagę i wysiłki badawcze na wieloszczecie *Nereis diversicolor*, a zwłaszcza jego ekologii, rozwoju i adaptacji do rozcieńczonej wody morskiej i wody słodkiej. Wyniki tych badań są bardzo wielostronne, dotyczą bowiem: budowy chodników, zachowania się zwierząt, ich wrażliwości na bodźce, a także okresu i mechanizmu rozrodu, szybkości rozwoju w zależności od zasolenia wody, dojrzewania płciowego i długości życia. Zasadnicze znaczenie posiada praca o rozwoju nereidy w rozcieńczonej wodzie morskiej i wodzie słodkiej, stanowiąc zarazem znakomity wzór pracy doświadczalnej, gdzie eksperymenty laboratoryjne wynikają z obserwacji w środowisku naturalnym, a zastosowana subtelna metodyka, cierpliwość w powtarzaniu żmudnych doświadczeń idą w parze z ostrożnością i precyzją w wyciąganiu wniosków. Z pracy tej wynikało, że *Nereis diversicolor* może przenikać do wód wysłodzonych i słodkich i żyć w nich jako osobniki starsze, ale rozród może odbywać się jedynie w wodzie o znaczniejszym zasoleniu, gdyż trochofory i larwy, do stadium 3-segmentowego włącznie, nie znoszą wody słodkiej.

Poszukiwaniu fizjologicznych mechanizmów adaptacji nereid do zmian osmotycznych właściwości środowiska poświęcone są również ostatnie prace prof. Boguckiego, częściowo wykonywane wspólnie z dr. W. Ojtczak i em. Dojrzewanie produktów płciowych nereidy okazało się niezależne od stężenia środowiska zewnętrznego i przebiegało normalnie nawet u zwierząt adaptowanych do wody słodkiej. Nereidy pochodzące z okolic Gdyni wykazywały znacznie wyższą zdolność adaptacji do wysładzania się środowiska niż zwierzęta z wód o wyższym zasoleniu, co objawia się m.in. wyższą odpornością wyizolowanych mięśni na hipotonię środowiska oraz niewielkim wzrostem uwodnienia tkanek u nieuszkodzonych zwierząt umieszczonych w rozcieńczonym środowisku.

Bogaty, wielostronny a zarazem zwarty dorobek naukowy prof. M. Boguckiego uzupełniają dwie monografie, o nereidzie i podwoju, oraz popularna książka o morskich stacjach biologicznych.

Inicjujący i wiodący udział prof. M. Boguckiego w wielu sprawach dotyczących hydrobiologii w Polsce ugruntował się w świadomości co najmniej dwóch pokoleń biologów do tego stopnia, że nie zawsze pamiętamy w pełni o tym, jak wielkie są Jego zasługi przy organizacji tej dziedziny nauki w Polsce. A przecież u podstaw wszystkiego, co zostało dokonane w dziedzinie badań biologii morza, leży działalność prof. M. Boguckiego. Jemu zawdzięczamy zarówno stworzenie bazy materialnej obecnego Morskiego Instytutu Rybackiego, jak i wykształcenie jego kadry naukowo-kierowniczej. Do końca pozostał prof. M. Bogucki orędownikiem rozwoju biologicznych badań morskich w Polsce i nie ustawał w wysiłkach zmierzających do utworzenia biologicznej stacji morskiej, która by rozwijała badania podstawowe stanowiące w ostatecznej konsekwencji naukową podstawę wszelkich poczynąń gospodarczo użytecznych.

Organizacyjna odbudowa hydrobiologii polskiej po ostatniej wojnie wiele zawdzięcza prof. M. Boguckiemu. W latach 1955—1960 przewodniczył on Komitetowi Hydrobiologicznemu PAN oraz brał czynny udział w organizacji Polskiego Towarzystwa Hydrobiologicznego; od 1953 r. aż do

końca był redaktorem „Polskiego Archiwum Hydrobiologii“, a od 1956 r. również drugiego czasopisma, wydawanego przez Instytut im. M. Nenckiego, „Acta Biologiae Experimentalis“ oraz w latach 1955—1957 redaktorem działu biologii w Polskiej Bibliografii Analitycznej PAN. Szczególnie wiele do zawdzięczenia prof. M. Boguckiemu ma pokolenie hydrobiologów startujących do pracy naukowej w ostatnim dwudziestolecu. Dbał On o stworzenie im odpowiednich jak najlepszych warunków pracy przez popieranie rozwoju istniejących placówek, umożliwianie studiów zagranicznych, szerokie kontakty i wymianę doświadczeń poprzez organizowanie zjazdów i sympozjów. Jego trud, jako redaktora czołowego polskiego czasopisma hydrobiologicznego „Polskie Archiwum Hydrobiologii“, przekraczał znacznie ramy najszerzej nawet pojętych obowiązków; młodzi autorzy znajdowali zawsze życzliwą pomoc i radę Profesora.

Uznanie dla wiedzy i zasług prof. M. Boguckiego było powszechne; o wyrazach tego uznania była już po części mowa. Poza tym, towarzystwa naukowe: Warszawskie, Łódzkie i Gdańskie, Zoologiczne, Fizjologiczne i Międzynarodowe Towarzystwo Limnologiczne powołały Go na swego członka. Polskie Towarzystwo Hydrobiologiczne uroczyście nadało Mu tytuł członka honorowego. Przed wojną i w okresie powojennym wiele lat reprezentował prof. M. Bogucki Polskę w Międzynarodowej Radzie Badań Morza. Ministerstwo Żeglugi, Morski Instytut Rybacki i Zakład Biologii Wód PAN powołały Go na członka Rad Naukowych. Rada Narodowa Gdańska przyznała Mu nagrodę naukową, a Towarzystwo Rozwoju Ziem Zachodnich nadało godność zasłużonego działacza. Władze państwowe odznaczyły prof. M. Boguckiego Krzyżem Niepodległości oraz Krzyżem Oficerskim Polonia Restituta.

Śmierć Profesora szczególnie odczuliśmy my, związani z nim w ciągu wielu lat codzienną pracą. Zabrakło człowieka, który aż po ostatnie dni swego życia darzył nas hojnie pomocą, radą i przyjaznym dla wszystkich sercem.

ZAGADNIENIA POWSTANIA I EWOLUCJI PASOŻYTNICTWA W ŚWIELE DANYCH O CYKLACH ROZWOJOWYCH NIEKTÓRYCH GATUNKÓW *EUGLENOIDINA*—PASOŻYTÓW WIDŁONOGÓW*

Pasożytnictwo jest zjawiskiem tak szeroko rozpowszechnionym w świecie organicznym, a zarazem tak swoiście przebiegającym, że równie trudno jest roztrząsać koncepcje ewolucyjne z pominięciem danych parazytologii, jak i badać zjawiska pasożytowania inaczej niż w świetle idei ewolucyjnych.

Jeśli spojrzymy na hipotetyczne drzewo rodowe świata zwierzęcego, gdzie będą w jakiś sposób zaznaczone duże i zwarte grupy zwierząt pasożytniczych, jak również podkreślona obecność niektórych taksonów złożonych z pasożytów (rys. 1), łatwo przekonamy się przede wszystkim o tym, że pasożyty występują w obrębie wszystkich większych grup świata zwierzęcego, z wyjątkiem *Deuterostomia*.

Przekonamy się także, że pasożytnictwo jest zjawiskiem polifiletycznym. Nie ulega wątpliwości, że duże jednostki świata zwierzęcego (gromady, rzędy) składające się wyłącznie z pasożytów (np. *Sporozoa*, *Cestodea*) powstawały niezależnie od siebie, w różnych okresach ewolucji świata organicznego i pochodzą od różnych przodków. Porównawcze badania nad ich filogenezą mogą zapewne przynieść wiele danych dotyczących procesów makroewolucyjnych.

Polifiletyzm pochodzenia pasożytnictwa objawia się jednak także w ten sposób, że w obrębie określonych grup świata zwierząt powstawały niezależnie od siebie, choć w tym samym (z punktu widzenia paleontologii) czasie, niewielkie jednostki (rodzaje bądź pojedyncze gatunki), które przechodziły do pasożytniczego trybu życia i temu właśnie zawdzięczały swe powstanie.

Występując współcześnie obok niewątpliwie blisko spokrewnionych z nimi i także współcześnie występujących gatunków swobodnie żyjących, są one bardzo interesujące z ewolucyjnego punktu widzenia. Badania nad nimi mogą rzucić nieco światła na procesy gatunkotwórcze, mikroewolucyjne, które przecież są podstawą ewolucji organicznej.

Euglenoidina, wśród których obok licznych gatunków swobodnie żyjących występują stosunkowo nieliczne gatunki pasożytnicze, wydają się być wdzięcznym obiektem badań prowadzonych pod tym kątem widzenia. Nie bez znaczenia może tu być fakt, że wiciowce (*Flagellata*) nie od dziś stanowią przedmiot zainteresowań biologów, jako grupa zajmująca szczególną pozycję stojąc niejako u podstawy drzewa rodowego świata zwierzęcego. Swoisty tryb życia i właściwości jednej z gromad wiciow-

* Na podstawie referatu wygłoszonego na sesji plenarnej Wydziału II PAN w dniu 16.XII.1964 r.

ców — *Euglenoidina*, stawiając je, w pewnym sensie, na pograniczu świata roślinnego i zwierzęcego jako pewnego rodzaju ogniwa pośrednie, przyciąga stale uwagę ewolucjonistów.

Istnienie w obrębie tej grupy gatunków pasożytniczych zasługuje na pewno na bliższe rozpatrzenie ich właściwości, także z punktu widze-



Rys. 1. Drzewo rodowe świata zwierzęcego

nia dróg powstawania oraz ewolucji pasożytnictwa. Korzystne może przy tym być ograniczenie zasięgu tych badań do pasożytów przystosowanych do opanowywania określonej tylko grupy żywicieli. Pozwala to śledzić różne formy przystosowywania się gatunków przechodzących do życia

pasożytniczego w stosunkowo podobnych warunkach środowiska pierwszego rzędu, jakim staje się dla nich organizm żywiciela oraz przy niezmienionych w zasadzie w porównaniu z formami swobodnie żyjącymi warunkach środowiska, które staje się dla pasożytów środowiskiem drugiego rzędu. Pozwala to śledzić zjawisko kształtowania się pasożytnictwa przy maksymalnej redukcji liczby różnorodnych wpływających na to czynników.

Dlatego właśnie ograniczyłem się w swoich badaniach do gatunków *Euglenoidina*, pasożytujących w różnych gatunkach widłonogów (*Copepoda*).

Wspomniano wyżej o polifiletycznym charakterze współczesnego świata pasożytów. Dla parazytologów nie ulega obecnie wątpliwości, że pasożytnictwo jest także zjawiskiem poligenicznym, czyli powstawało z różnych przyczyn i kształtowało się różnymi drogami. Można wśród nich wyróżnić m.in. drogę pokarmową, która prowadziła do powstania pasożytów przewodu pokarmowego zwierząt oraz drogę aktywnego wnikania do żywiciela poprzez powłoki jego ciała.

Z tego punktu widzenia pomyślną okolicznością było to, że oprócz wiciowców, będących pasożytami przewodu pokarmowego widłonogów, znalazłem także takie, które pasożytują w składanych przez ich samice jajach. Wśród *Euglenoidina* — pasożytów widłonogów znajdujemy więc zarówno mieszkańców ich jelita, polykanych przez żywiciela, jak też pasożyty jaj, aktywnie wnikających do nich poprzez powłoki zewnętrzne. Pozwala to prześledzić zmiany i przystosowania powstałe u tych gatunków nie tylko pod wpływem pasożytnictwa w ogóle, ale także analizować ich zależności od sposobu opanowywania żywiciela.

Gdy w 1955 r. podejmowałem badania nad *Euglenoidina parasitica*, w literaturze cytowany był jeden gatunek tej grupy będący pasożytem oczlików, a mianowicie *Astasia mobilis* Rehberg. Cykl rozwojowy tego gatunku nie był poznany. W badanych dotąd zbiornikach wodnych nie znalazłem tego gatunku. Miałem jednak możliwość opisać szereg gatunków nowych oraz przebadać ich cykle rozwojowe.

Dla naświetlenia problemów kształtowania się tych cyklów oraz przeanalizowania wpływu, jaki prawdopodobnie wywarł na pasożytnicze gatunki *Euglenoidina* ich tryb życia, wypadnie pokrótce przytoczyć niezbędne dane o ich budowie oraz cyklach rozwojowych, poczynając od pasożytów jelitowych, następnie przechodząc do pasożytów jaj.

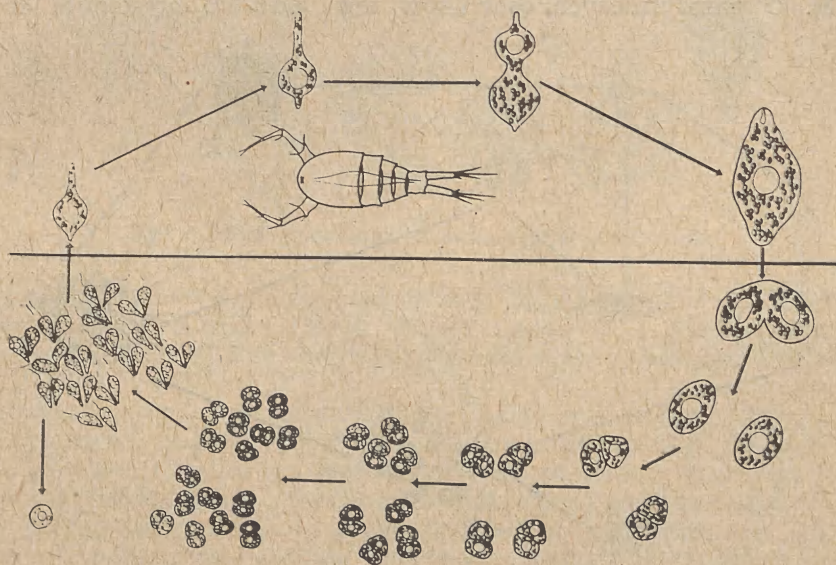
EUGLENOIDINA — PASOŻYTY JELITA WIDŁONOGÓW

Cykle rozwojowe 6 gatunków rodzaju *Astasia* — pasożytów przewodu pokarmowego różnych gatunków rodzaju *Cyclops* przedstawione zostaną w kolejności obrazującej coraz bardziej zaawansowaną adaptację do pasożytniczego trybu życia. Oczywiście, kolejność ta nie może być uważana za odwzorowanie istniejących między nimi powiązań genetycznych, lecz ilustruje jedynie w pewnym stopniu przypuszczalne etapy kształtowania się pasożytnictwa w tej grupie organizmów, w danym przypadku typową drogą pokarmową.

Astasia parva, pochodząca z oczlików (*Eucyclops macruroides* i *Macrocyclus albidus*) złowionych w jeziorze Balaton (Węgry) jest wśród nich formą najmniejszą, gdyż w stanie dojrzałym sięga zaledwie 25—30 μ .

się w osiadłą postać wiciową, zaopatrzoną w długą wić (rys. 3). Po kilku dniach, jeśli postaci wiciowe nie zostają pożarte przez żywiciela, intensywne ruchy drgające słabną, wić zanika, przekształcają się one w kuliste, drobne postacie wkrótce ulegające zagładzie (rys. 4). U gatunku

Rys. 3. Postacie wiciowe *Astasia norvegica*

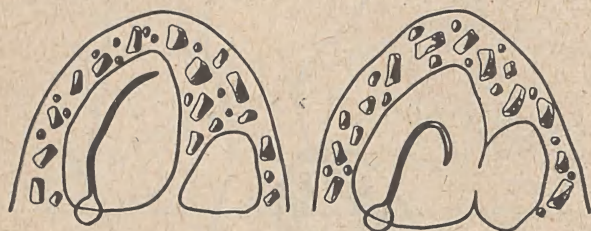


Rys. 4. Cykl rozwojowy *Astasia norvegica* (schemat)

tego zwraca uwagę, podobnie zresztą jak u wszystkich dalej wymienionych, możliwość wykonywania silnych ruchów metabolicznych. Jego cechą swoistą jest posiadanie w zbiorniczku krótkiej, szczątkowej wici nie wychodzącej poza jego obwód (rys. 5). Wykonuje ona powolne, miarowe

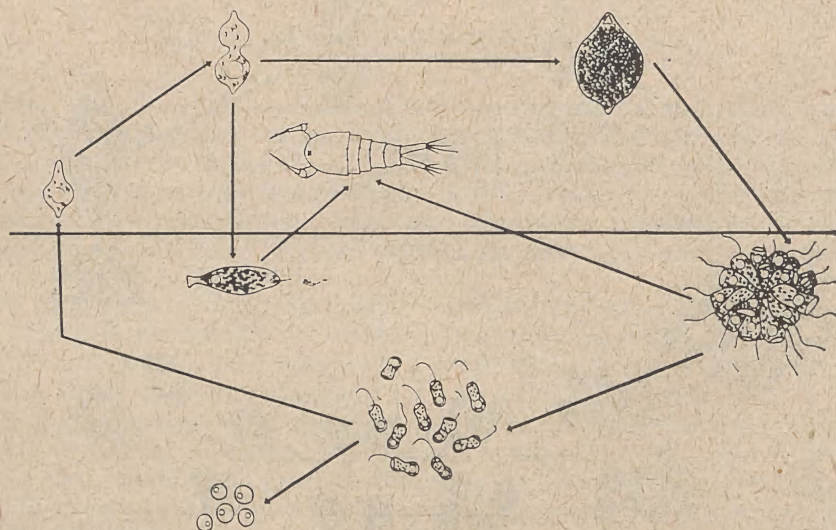
ruchy, sprzyjające czynnościom ekskrecyjnym zbiorniczka i w związku z tym może służyć przykładem zmiany funkcji (motorycznej na ekskrecyjną) organellum pierwotniaka (Michajłow, 1964 b).

Cykl rozwojowy *Astasia hanoiensis* z oczlików *Mesocyclops leuckarti* złowionych w zbiornikach wodnych w Hanoi (Wietnam) również składa się z troficznego i generatywnego ogniwa. W jelicie żywiciela postacie pasożytnicze przebywają w ciągu 3—4 dni. Po opuszczeniu jelita wytwarzają one drogą szybko przebiegających podziałów palintomicznych



Rys. 5. Szczątkowa
wić *Astasia norvegica*

32 osobniki wiciowe, które początkowo zlepione są końcami ciała pozbawionymi wici, tworząc kulistą „kolonię” bezładnie poruszającą się w wodzie wskutek nieskoordynowanych ruchów pojedynczych wici. Osobniki wiciowe, o ile w tej postaci nie zostaną połknięte wszystkie na raz przez żywiciela, zaczynają pływać swobodnie, po rozpadnięciu się kulistej „kolonii”. Przybierają one charakterystycznie wygięty kształt ciała, więc znacznie wydłuża się. Po 4—5 dniach pobytu w wodzie postacie wiciowe opadają na dno, po czym przekształcają się w kuliste, a następnie giną (rys. 6). U pasożytniczych osobników tego gatunku występuje dobrze

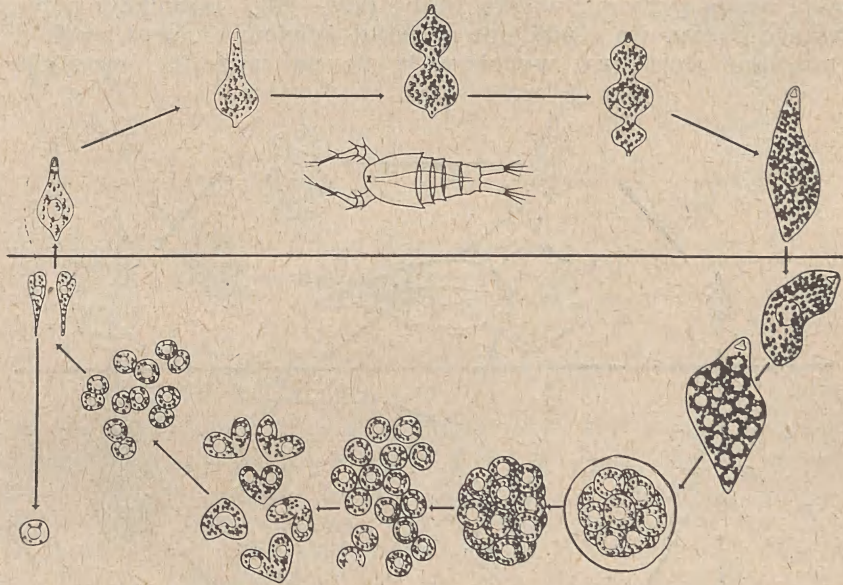


Rys. 6. Cykl rozwojowy *Astasia hanoiensis* (schemat)

widoczna purpurowa stigma. Bezużyteczna chyba w warunkach pasowania, może być potraktowana jako cecha palingenetyczna. Na rzecz niedawnego powiązania ze swobodnie żyjącymi *Euglenoidina* świadczyć może także fakt, że u *Astasia hanoiensis* obserwowano przekształcenie z powro-

tem w postać zaopatrzoną w wić i bardzo podobną do bezzieleniowej *Euglena*, osobnika wydobytego z jelita żywiciela (Michajłow 1964 a).

U *Astasia cyclops*, gatunku występującego w Polsce (głównie u przedstawicieli rodzaju *Eucyclops*) troficzne ogniwo cyklu trwa 6—7 dni. W okresie tym mała postać pierwotniaka wielokrotnie powiększa swoje wymiary. Po opuszczeniu jelita żywiciela pierwotniak tworzy rodzaj cysty osłoniętej powłoką, w której, w wyniku syntomii powstaje 16 drobnych osobników potomnych. Gdy osłonka zanika, każdy osobnik potomny pierwszego rzędu wytwarza drogą palintomii dwa osobniki potomne drugiego rzędu. Te z kolei przeobrażają się w osiadłe osobniki wiciowe w liczbie 32, przytwierdzone swoistą łodyżką do podłoża. Wykonują one w miejscu energiczne ruchy drgające przy pomocy blisko dwukrotnie od nich dłuższej wici. Zostają one pozarte przez zwabionego tym ruchem



Rys. 7. Cykl rozwojowy *Astasia cyclops* (schemat)

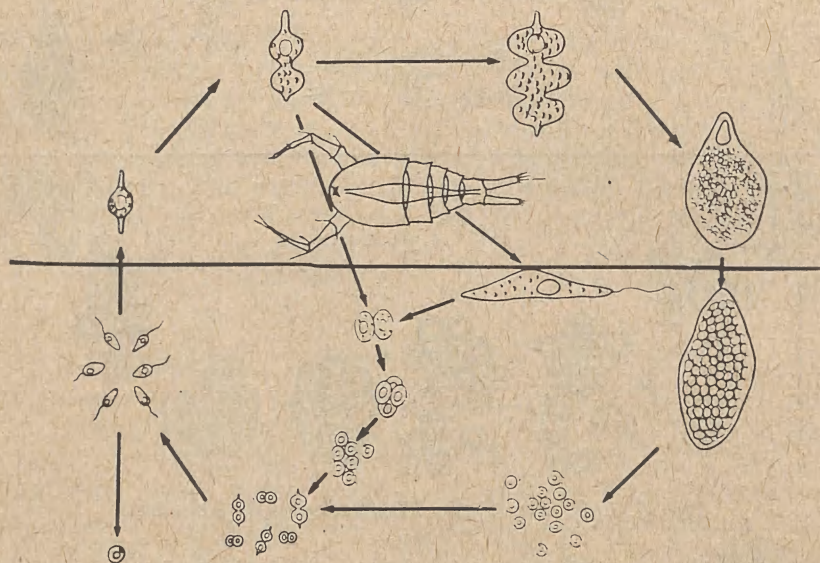
żywiciela, w którego jelicie cykl zostaje zamknięty. Nie połknięte postacie wiciowe po kilku (5—6) dniach tracą wić i przekształcają się w drobne postacie kuliste, które po pewnym czasie giną (rys. 7), (Michajłow, 1956).

Astasia sophiensis ze zbiorników wodnych okolic Sofii (Bułgaria) w jelicie żywiciela (*Acanthocyclops vernalis* lub *Megacyclops viridis*) przebywa 7—8 dni. Posiada w przedniej części ciała dobrze widoczną stigmę. Po wydaleniu dojrzałego osobnika do wody wraz z kałem oczlika, w ciągu około jednej doby powstaje drogą podziału syntomicznego do kilkuset osobników potomnych. Ulegają one następnie podziałowi palintomicznemu na dwa wiciowe, które żyją 2—3 dni, po czym przekształcają się w nieruchome postacie ulegające po pewnym czasie zagładzie. Obserwowano liczne odchylenia od normalnego przebiegu cyklu rozwojowego. Przedwcześnie wydostające się do wody małe osobniki mogą ulegać podziałom palintomicznym wytwarzając 8, 16, bądź 32 osobniki, z których każdy z kolei wytwarza po dwa wiciowe.

Osobniki średniej wielkości mogą przekształcać się w wielką postać wiciową, przypominającą bezzieleniową *Euglenę*. Połknięty przez oczlika osobnik taki może kontynuować wzrost i rozwój w trybie normalnym. W przeciwnym wypadku osobniki takie opadają po 1—2 dniach na dno i ulegają podziałom palintomicznym wytwarzając 16, 32 bądź 64 postacie wiciowe (rys. 8), (Michałow, 1965 d).

W cyklach rozwojowych uprzednio opisanych gatunków można było wyróżnić troficzne (pasożytnicze) oraz generatywne (swobodne) ogniwa cyklu. Nie można tego uczynić w stosunku do cyklu rozwojowego *Astasia bulgarica*, znalezionej w Bułgarii w oczlikach (*Eucyclops serrulatus*) z potoku górskiego Witosza (na wysokości 1400 m).

Drobne początkowo osobniki tego pierwotniaka w ciągu 7—10 dni rozrastają się ogromnie w jelicie oczlika, stają się nieruchome i tu wytwarzają drogą syntomii wielką liczbę (200—500) osobników potomnych pierwszego rzędu. Po wydaleniu z jelita żywiciela „cysta“ pęka, osobniki potomne stopniowo wydobywają się na zewnątrz, pęcznieją oraz

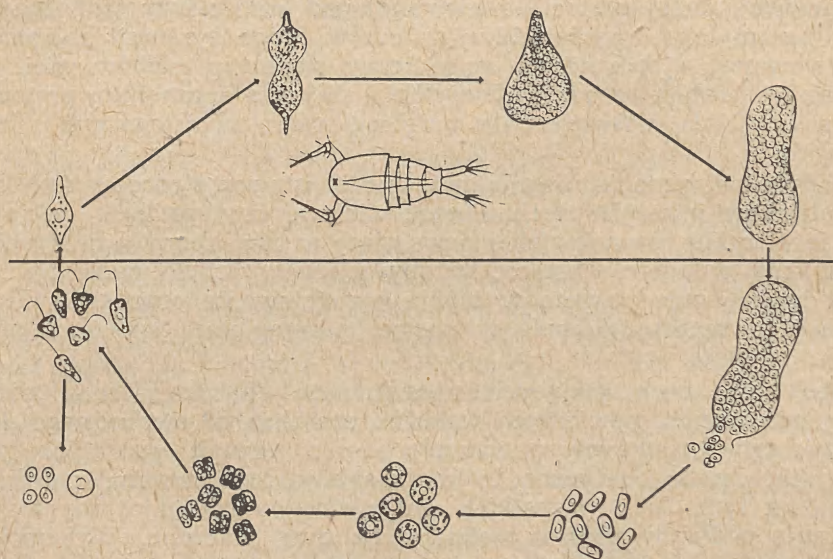


Rys. 8. Cykl rozwojowy *Astasia sophiensis* (schemat)

ulegają podziałowi na dwa osobniki drugiego rzędu. Te ostatnie przekształcają się w drobne postacie wiciowe, które wykonują w miejscu ruchy wahadłowe, nie przytwierdzają się jednak do podłoża, a często nawet beładnie pływają wolno. Życie pierwotniaków w wodzie trwa 4—7 dni. Jeśli nie zostaną połknięte przez żywiciela, przekształcają się one w drobne postacie kuliste i następnie giną (rys. 9) (Michałow, 1965 d).

Chcąc uwidocznic cechy wyżej przedstawionych gatunków rodzaju *Astasia* związane z ich pasożytniczym trybem życia, warto zestawic je z danymi dotyczącymi spokrewnionych gatunków swobodnie żyjących. Do tych należą liczne gatunki rodzaju *Euglena*, w tym także bezzieleniowe oraz poznane, zwłaszcza w ostatnich latach, gatunki (sieęgające liczby kilkudziesięciu) swobodnie żyjące, zaliczane do rodzaju *Astasia*. Jest rzeczą jasną, że w porównaniach tych, jeśli chodzi o gatunki paso-

żytnicze, uwzględnić należy ich postać wiciową, swobodnie żyjącą. Przy porównaniu takim rzuca się przede wszystkim w oczy, że wiciowe postacie pasożytów są z reguły bardzo drobne, długość ich ciała waha się od $3\ \mu$ do $35\ \mu$. Wolnożyjące *Euglena* są z reguły większe. I tak na przykład długość ciała kilku gatunków meksykańskich, rozpatrywanych



Rys. 9. Cykl rozwojowy *Astasia bulgarica* (schemat)

przez R. Perez a i E. Gomez a (1958) waha się w granicach $35\ \mu$ — $365\ \mu$, oscylując najczęściej w pobliżu $100\ \mu$. Jeden tylko gatunek — *E. minima*, którego osobniki mają długość 17 — $23\ \mu$ mógłby być porównywany pod tym względem np. z *Astasia cyclopis* Michajłow. Z prac Christena (1958, 1962, 1963) widać, że także swobodnie żyjące *Astasia* są z reguły większe, że małe gatunki jak np. *A. agilis* Christen ($17\ \mu$ — $20\ \mu$) należą raczej do wyjątków.

Tendencja do umiarkowanej miniaturyzacji wymiarów ciała jest zrozumiała w świetle konieczności połykania potencjalnych pasożytów przez oczliki, żywiące się drobnymi organizmami planktonowymi.

Liczba ciałek paramylonu u wiciowych postaci pasożytniczych gatunków *Astasia* jest z reguły mniejsza niż u *Euglena*, gdzie może się np. wahać od 40 do 104 (Perez i Gomez, 1958). Jest ona mniejsza albo równa występującej u gatunków *Astasia* swobodnie żyjących. Zwraca uwagę fakt, że choć liczba ta ogromnie wzrasta u postaci pasożytujących w jelicie i przekracza wielokrotnie liczby obserwowane u innych gatunków *Astasia* a także *Euglena*, wielkość tych ciałek jest z reguły mniejsza niż u tych ostatnich. Jest to zrozumiałe, gdy weźmiemy pod uwagę, że *Astasia* pasożytująca gromadzi zasób pokarmu, który musi wystarczyć dla całego jej potomstwa na cały czas życia swobodnego. Zarazem jednak pasożyt musi zachować odpowiednią elastyczność ciała, umożliwiającą nieustanne ruchy metaboliczne i zapewniającą w ten sposób utrzymywanie się w jelicie żywiciela mimo przesuwania się przez nie mas pokarmowych.

W porównaniu z pokrewnymi organizmami wolnożyjącymi, rozmnażającymi się drogą rytmicznych podziałów podłużnych, czas życia (cyklu rozwojowego) pasożytów wydłużył się ogromnie, wahając się w granicach od 4 do 17 dni. Do innych cech i właściwości związanych z pasożytniczym trybem życia należy zaliczyć powstanie zupełnie nowej, z reguły beżwiciowej, dużej postaci naładowanej pod koniec fazy troficznej ciałkami paramylonu, rozród kilku gatunków drogą syntomii zbliżonej do obserwowanej u sporowców, specyficzny stereotyp ruchów wici, która u pewnych gatunków (np. u *A. cyclopis*) staje się organellum przywabiającym żywiciela, wreszcie cały przebieg nader swoistego cyklu życiowego.

Radykalnej zmianie ulegają zapewne podstawowe procesy fizjologiczne gatunków pasożytniczych. Postać wiciową oraz postacie poprzedzające je w cyklu rozwojowym i powstające w toku rozrodu nie pobierają pożywienia w ogóle. Postacie przebywające w jelicie pobierają natomiast intensywnie pokarm w trybie pasożytnictwa oraz gromadzą pokazne jego zapasy (głównie w postaci paramylonu) wystarczające na całą ontogenezę.

Obok tych cech, mających niewątpliwie charakter cech nowych, cenogenetycznych, powstałych wskutek przejścia od swobodnego do pasożytniczego trybu życia, zachowały się u *Astasia parasitica* pewne cechy stare, palingenetyczne. Najmocniej chyba zarysowana spośród nich polega na tym, że u wszystkich gatunków co najmniej raz z reguły następuje podłużny podział osobnika na dwa potomne. Występowanie szczątkowej wici u *A. norvegica*, zachowanie stigmaty u *A. hanoiensis* i *A. sophiensis*, pewna chwiejność przebiegu niektórych ogniw cyklów rozwojowych oraz możliwość odchylenia w stronę ich uproszczenia, chyba też odnotować można jako właściwości palingenetyczne.

Na przedstawione wyżej cykle rozwojowe również można spojrzeć od strony stopnia ich zaangażowania w kierunku pasożytnictwa. Należy tu odnotować następujące momenty.

W miarę zaangażowania się w pasożytniczy tryb życia wzrastają wymiary ciała w okresie pobytu w żywicielu. Jeśli u *Astasia parva* wzrost ten jest w przybliżeniu 32-krotny, to u *Astasia bulgarica* wynosi wiele setek, a może i ponad tysiąc razy. Wzrostowi ciała towarzyszy odpowiednie zwiększenie się liczby ziaren paramylonu. Towarzyszy mu także przedłużenie czasu trwania cyklu rozwojowego, który np. u *Astasia parva* wynosi 4—5 dni, podczas gdy u *Astasia bulgarica* od 11 do 17 dni.

Palintomia, charakterystyczna dla większości *Euglenoidina*, zostaje stopniowo zastąpiona przez syntomię, który to sposób rozmnażania się nabiera coraz większego znaczenia. Zapewnia on wzrost liczebny potomstwa produkowanego przez jednego osobnika, co jest w ogóle charakterystyczne dla świata pasożytów i gwarantuje zamknięcie cyklów rozwojowych przy dużych, przypadkowych stratach osobników.

Zapoczątkowanie procesu rozmnażania się już w jelicie żywiciela, jak to ma miejsce u *Astasia bulgarica*, potraktować należy jako dalszy krok w kierunku ściślejszego pasożytnictwa.

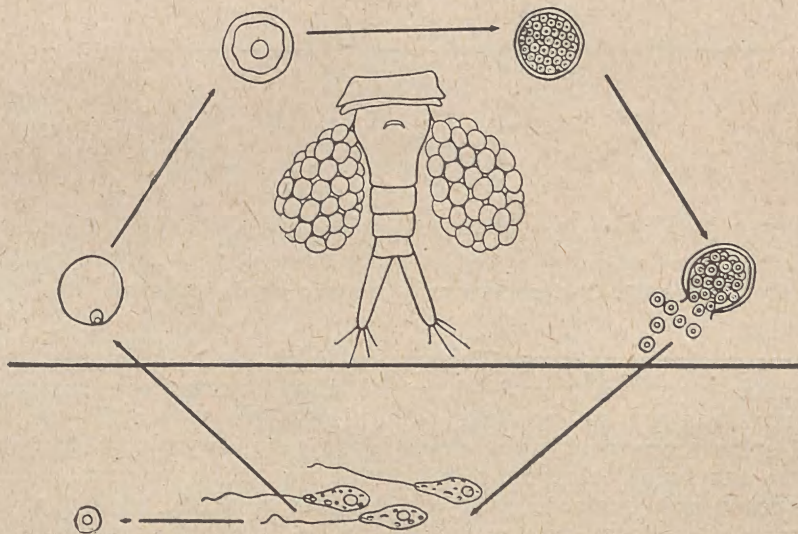
U tegoż gatunku notowano przypadki powstawania, obok drogi normalnej, postaci wiciowych wprost z osobników potomnych pierwszego rzędu, powstałych drogą syntomii, co być może wskazuje dalszy kieru-

nek rozwoju. O znacznej stabilizacji pasożytniczego trybu życia u tego pierwotniaka świadczyć może fakt, że okazy przedwcześnie wydobyte z jelita żywiciela z reguły giną. Inaczej sprawa ta wygląda np. u *A. cyclopis*, gdzie młodsze postacie wydobywające się z jelita ulegają częściowo podziałowi na 8, 4, a drobne nawet na 2 potomne, które przekształcać się mogą niekiedy w wiciowe.

EUGLENOIDINA – PASOŻYTY JAJ WIDŁONOGÓW

Dotąd poznane *Euglenoidina* pasożytujące w jajach *Copepoda* należą do czterech rodzajów: *Astasia*, *Astasiella*, *Anisonema* oraz *Dinema*. Przedstawimy pokrótce cykle rozwojowe niektórych gatunków należących do tych rodzajów.

Astasia ovorum znaleziona została w jajach *Thermocyclops hyalinus* z okolic Tihany (Węgry). W zarażonym jajku formuje się w ciągu 4—6 dni duży osobnik pasożyta wypełniający całą objętość jaja, osłonięty dość grubą powłoką. Powstają w nim drogą syntomii osobniki potomne w liczbie około 32. Wydobywają się one stopniowo z powłoki wykonując energiczne ruchy metaboliczne. Po wyjściu z jaja przekształcają się one w gruszkowate osobniki wiciowe. W ciele znajdują się pomarańczowe kule (1—3) substancji zapasowej oraz jednakowa mniej więcej liczba

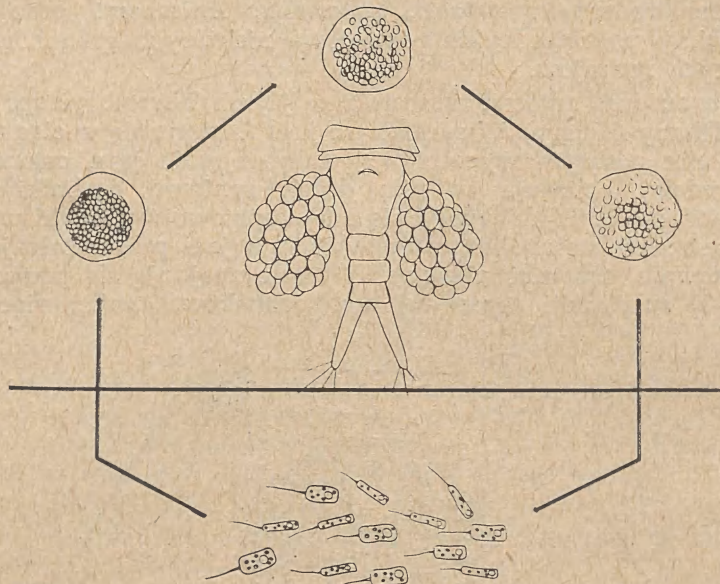


Rys. 10. Cykl rozwojowy *Astasia ovorum* (schemat)

większych i mniejszych ziaren paramylonu. Pływając dość wolno w wodzie przy pomocy wiosłujących ruchów terminalnej części wici osobniki wiciowe skupiają się wokół jaj oczlików. Zaczynają one wykonywać silne ruchy metaboliczne, przybierając charakterystyczną postać świderków i po 30—40 min. wnikaają do jaj. Jeśli nie dostają się do żywiciela w ciągu 2—3 dni przekształcają się w nieruchome postacie kuliste, które następnie (po 5—7 dniach) giną (rys. 10) (Michajłow, 1965 a).

O ile wiele jeszcze cech łączy *A. ovorum* z innymi gatunkami rodzaju *Astasia* pasożytującymi w jelicie, o tyle dalsze gatunki pasożytujące w jajach tak znacznie się od nich różnią, iż wypadało utworzyć dla nich odrębny rodzaj — *Astasiella* (Michajłow, 1964 d).

Cykl rozwojowy najmniejszego z należących do niego gatunków *Astasiella parva* z jaj *Megacyclops gigas* złowionych w okolicach Rzymu przebiega następująco. Na drugi bądź trzeci dzień po inwazji w jajach oczlika tworzą się ciemne „cysty“ otoczone błoną odstającą wyraźnie od osłonki jaja. W ciągu 2—3 dni wewnątrz tych worków powstają drogą syntomii kuliste osobniki potomne w liczbie kilkuset. Gdy następnie zanika błona „cysty“ po brzegach skupienia tych osobników powstają



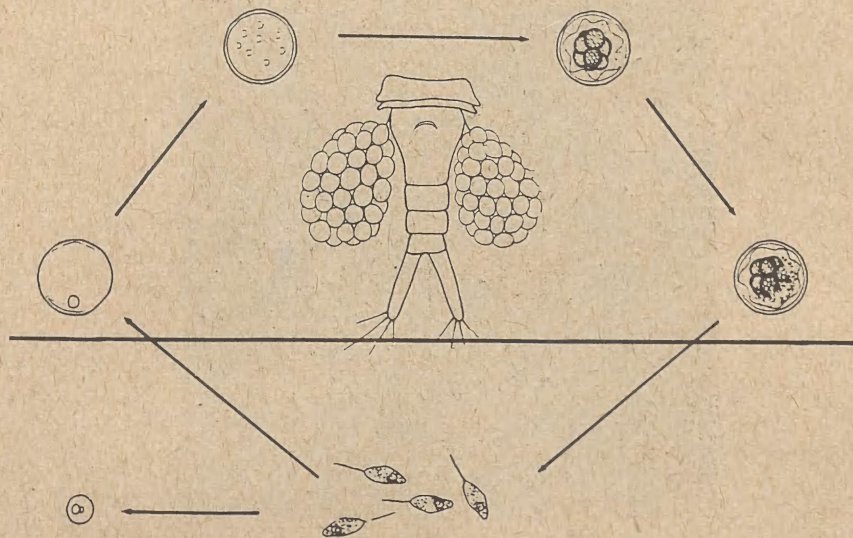
Rys. 11. Cykl rozwojowy *Astasiella parva* (schemat)

stopniowo postacie wiciowe. W ciągu dalszych 2—3 dni wszystkie osobniki posiadają już więc i w 8—9 dni od chwili inwazji opuszczają stopniowo rozkładającą się powłokę jaja. Pływające w wodzie swobodnie, drobne, spłaszczone postacie wiciowe kierują się do jaj nowego żywiciela i, o ile są one świeżo złożone, mogą dostać się do ich wnętrza, zamykając w ten sposób cykl rozwojowy (rys. 11), który w sumie trwa więc 10—12 dni. Osobniki wiciowe giną w wodzie po 2—3 dniach życia swobodnego (Michajłow, 1965 f).

Większy gatunek *Astasiella ovorum* z jaj *Acanthocyclops crassicaudis* łowionych w pobliżu Tihany (Węgry) po opanowaniu jaja oczlika w ciągu 2—3 dni asymiluje całą ich zawartość i tworzy „cystę“ o sfalutowanych błonach, w której drogą syntomii powstaje kilka (najczęściej 8) „cyst potomnych“. W każdej z nich z kolei syntomicznie powstają osobniki potomne w liczbie około 30. Ścianki cyst potomnych pękają po 3—4 dalszych dniach, powstałe w nich osobniki wykonują wewnątrz cysty pierwotnej ruchy metaboliczne i w końcu wydostają się do wody. Tu podejmują ruch postępowy przy pomocy uprzednio już ukształtowa-

nych wici. Postać wiciowa ma kształt wydłużony, wrzecionowaty. Dość liczne (20—25) kuliste ciała paramylonu są drobne. Kierując się na skutek wyraźnej taksji do świeżych jaj oczlików, osobniki wiciowe wykonują na ich powierzchni energiczne ruchy wahadłowe i tą drogą dostają się do ich wnętrza.

Jeśli to nie zachodzi, po 3—4 dniach, przekształcają się w kuliste postacie nieruchome, następnie zanikające (rys. 12) (Michajłow, 1965 b).



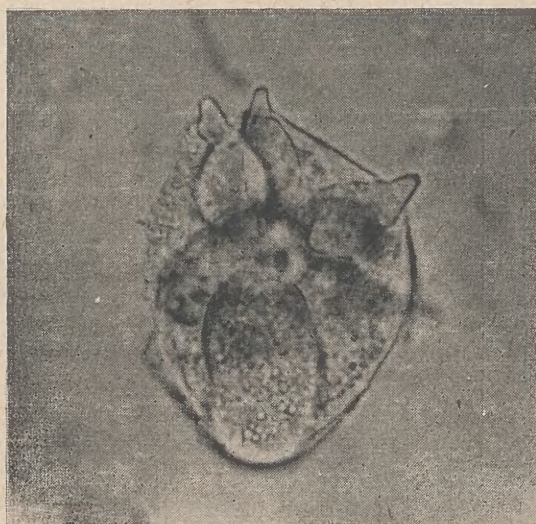
Rys. 12. Cykl rozwojowy *Astasiella ovorum* (schemat)

U *Astasiella velox* z jaj *Thermocyclops hyalinus* z Balatonu (Węgry) gruszkowate „cysty“ powstają po kilka nieraz w jednym jaju żywiciela. Drogą syntomii tworzą się w nich bardzo liczne (ponad 100) kuliste osobniki potomne, zaopatrzone już w wić. W pewnym momencie podejmują one wszystkie na raz gwałtowne ruchy metaboliczne, obrotowe i postępowe, tak że niejako „wysadzają“ otwór w wyrostku gruszkowatej cysty sterzącym poza skorupkę jaja i wypływają strumieniem na zewnątrz (rys. 13 a, b). Wrzecionowaty osobnik wiciowy jest nieco spłaszczony. Przy pomocy wici wykonuje on szybki ruch postępowy i wahadłowy. Pod wpływem taksji osobniki wiciowe kierują się do jaj oczlika, sadowią się w nich i wykonują metaboliczne ruchy penetrujące. Z braku kontaktu z żywicielem osobniki wiciowe opadają już po 1—2 dniach na dno i tworzą ginące następnie postacie kuliste (rys. 14), (Michajłow, 1964 d).

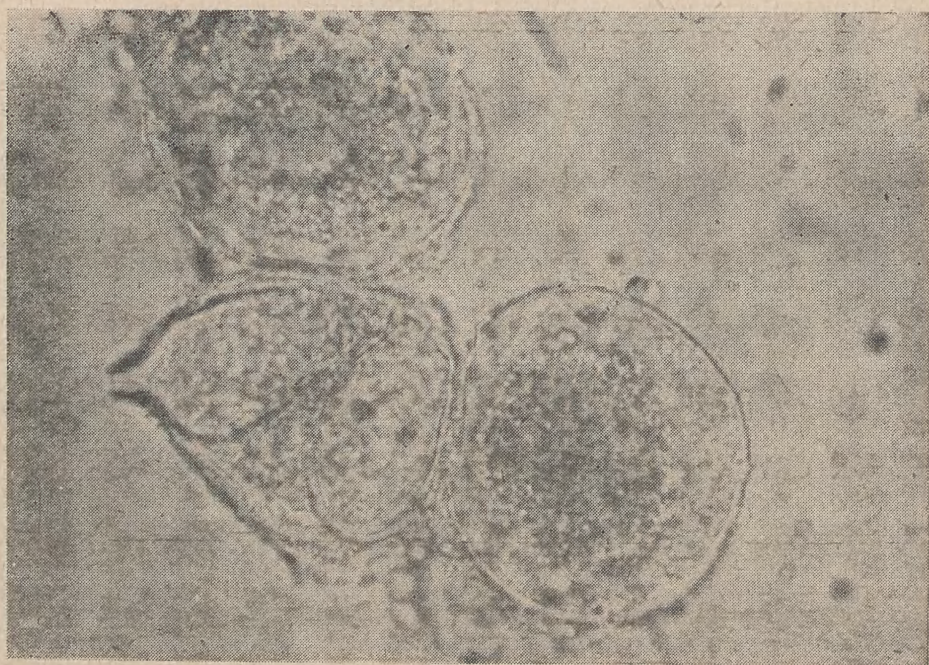
Jedyny, jak dotąd, poznany pasożytniczy gatunek rodzaju *Anisonema* (*Anisonemidae*) a mianowicie *A. parasiticum* z jaj *Ectocyclops phaleratus* z Małego Balatonu charakteryzuje się m.in. małymi wymiarami owalnego, spłaszczonego ciała oraz posiadaniem dwu wici. Wić skierowana ku przodowi i wprawiająca pierwotniaka w ruch postępowy jest krótka. W bruzdzie znajdującej się po brzusznej stronie ciała leży szeroka i długa spłaszczona wić skierowana ku tyłowi. Jej swobodny koniec ciągnie się poza tylną krawędź ciała wykonując słabe ruchy wahadłowe. Duże

jądro położone jest w tylnej połowie ciała. Kilkanaście dość dużych ziaren paramylonu tkwi w cytoplazmie. Obok osobników opisanych wyżej spotykane są także mające wszystkie wymiary dwukrotnie mniejsze. Docierając do jaj oczlika *A. parasiticum* pęłza metabolicznie po jego powierzchni, wykonując też gwałtowne wahadłowe ruchy penetrujące.

Jeśli w jednym jajku oczlika spotyka się 1 lub 2—3 owalne „cysty” pasożyta, obecna jest także w jajku substancja reszkowa, natomiast

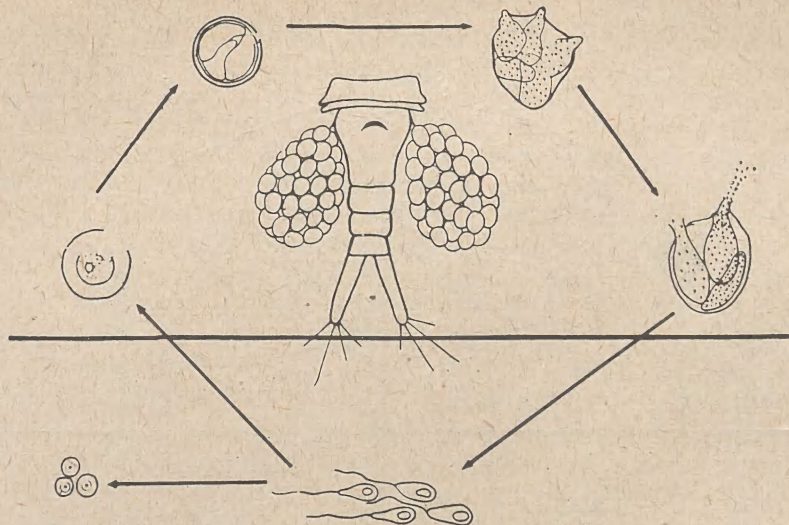


a

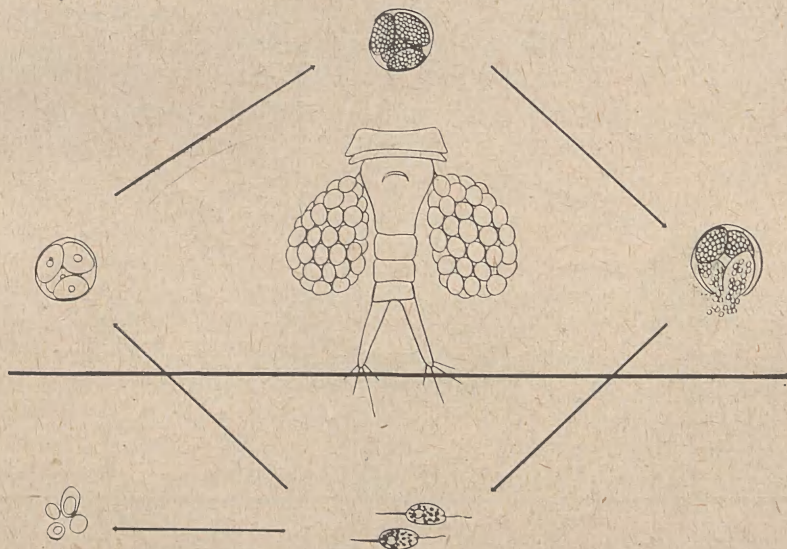


b

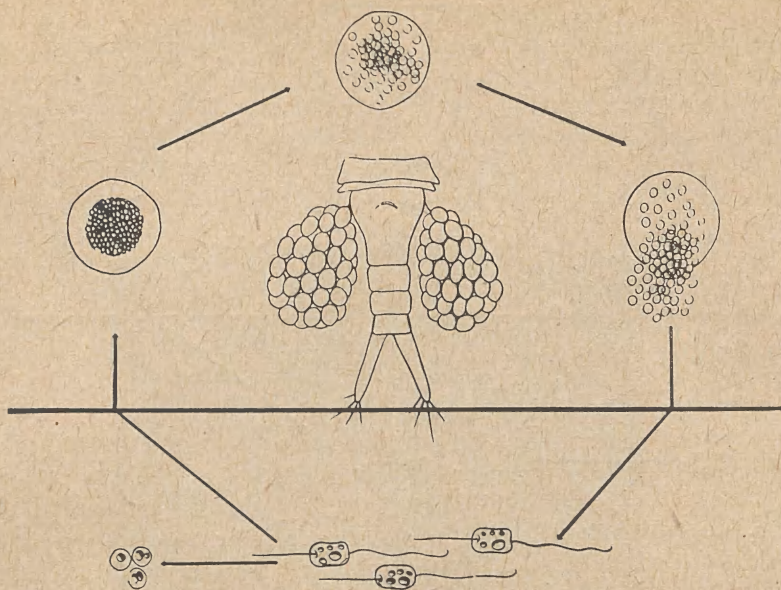
Rys. 13. Cysty *Astasiella velox*, niektóre już opuszczone przez pasożyta

Rys. 14. Cykl rozwojowy *Astasiella velox* (schemat)

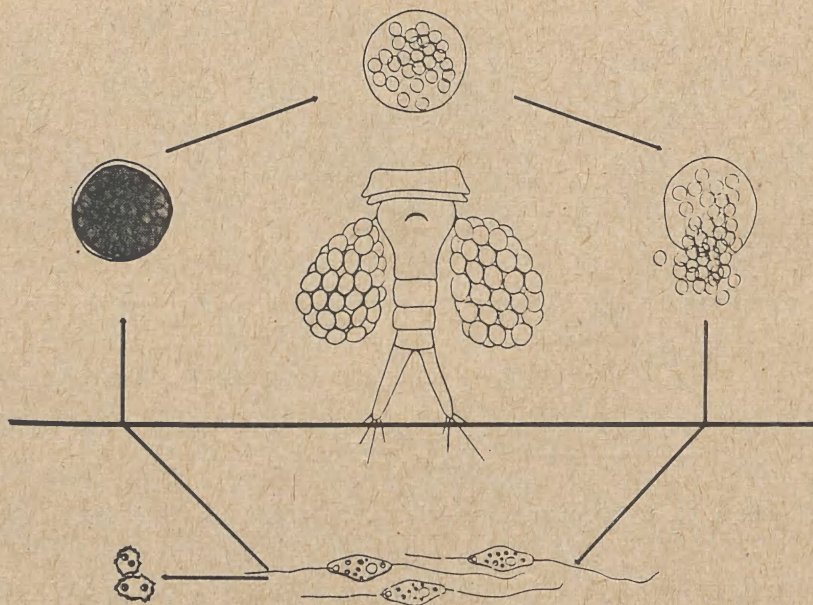
7—8 cyst wypełnia całe jajo. W ciągu 2—3 dni od inwazji zachodzi syntomiczny podział, przy czym powstaje około 30—32 większych osobników potomnych bądź też około 60 dwukrotnie mniejszych. Powłoki wokół cyst zanikają, wiciowce wydostają się najpierw do jaja, później

Rys. 15. Cykl rozwojowy *Anisonema parasiticum* (schemat)

zaś opuszczają także jego skorupkę. Wici powstają dopiero po wydostaniu się z wody. W przypadku nieopanowania przez postać wiciową żywiciela w ciągu 9—13 dni przekształcają się one w nieruchome postacie kuliste i następnie giną (rys. 15), (Michajłow, 1965 e).



Rys. 16. Cykl rozwojowy *Dinema parvum* (schemat)



Rys. 17. Cykl rozwojowy *Dinema italicum* (schemat)

Na terenie Włoch znalazłem i opisałem ostatnio także dwa pasożytnicze gatunki rodzaju *Dinema*, zaliczanego do rodziny *Peranemidae*. Jeden z nich, *Dinema parvum*, opanowuje jaja *Mesocyclops leuckarti*, rozradza się tam drogą syntomii wytwarzając w cyście po 8—9 dniach kilkadziesiąt kulistych osobników potomnych, które następnie wydostają się na zewnątrz. Tutaj przekształcają się one w drobne postacie wiciowe, o owalnym, nieco spłaszczonym ciele, zawierającym jedno większe i 2—3 mniejsze ziarna paramylonu. Zaopatrzone są w dwie wici — jedną, krótszą aktywną, skierowaną ku przodowi i drugą dłuższą, biernie wleczoną z tyłu. Postać wiciowa kieruje się w stronę jaja oczlika i wnika do niego, bądź z braku żywiciela przekształca się w ciągu 3—4 dni w nieruchomą postać kulistą, która następnie ulega zagładzie. Cykl rozwojowy *D. parvum* trwa więc 11—13 dni (rys. 16), (Michajłow, 1965 f).

Drugi gatunek pasożytniczy — *Dinema italicum* jest znacznie większy. Jego wydłużone, plastyczne, spłaszczone ciało jest ponadto dwukrotnie dłuższe niż u *D. parvum*. W ektoplazmie znajduje się kilkanaście drobnych ziaren paramylonu. Spośród dwu wici jedna, skierowana ku przodowi zapewnia ruch postępowy, druga cieńsza i dłuższa jest biernie wleczona i wydostaje się poza tylną krawędź ciała. Osobniki wiciowe opanowują jaja *Mesocyclops leuckarti*, gdzie w ciągu 6—7 dni wykształca się w „cyście” drogą syntomii 35—40 osobników potomnych mających postać kulistą, które następnie wychodzą z jaja i przekształcają się w wiciowe. Osobniki wiciowe, które nie opanowały żywiciela żyją swobodnie w wodzie w ciągu 4—5 dni, wykonując coraz słabsze ruchy. W przeciwieństwie do innych pasożytów jaj, nie przekształcają się one w mniej lub bardziej długotrwałe spoczynkowe postacie kuliste, lecz ulegają w ciągu dalszych 5—6 dni rozkładowi.

Cykl rozwojowy *D. italicum* (rys. 17) trwa więc w sumie 11—13 dni (Michajłow, 1965 f).

UWAGI OGÓLNE

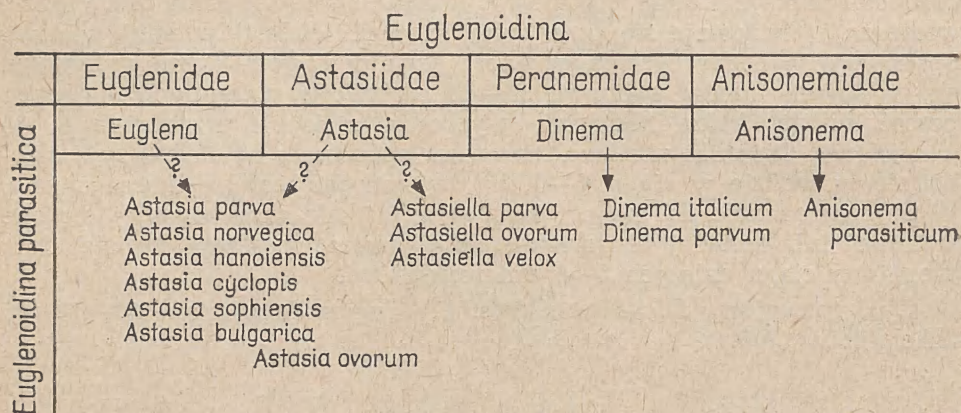
Warto zauważyć, że pomiędzy przedstawicielami wyliczonych wyżej czterech rodzajów pasożytów jajowych zachodzą znaczne różnice dotyczące morfologii i cyklów rozwojowych. Jedne z tych różnic są wyraźnie uwarunkowane pochodzeniem gatunku. Do tej kategorii należy np. posiadanie jednej wici u gatunków rodzaju *Astasia* i *Astasiella* oraz dwu u *Anisonema* i *Dinema* oraz szeregu dalszych cech morfologicznych, pozwalających np. odróżnić *Anisonema parasiticum* od przedstawicieli rodzaju *Dinema*.

Inne cechy charakteryzujące najczęściej poszczególne gatunki i chyba tylko pośrednio związane z ich pochodzeniem, ukształtowały się pod wpływem przejścia do pasożytniczego trybu życia. Analiza ich następcza poważne trudności. Jeśli łatwiej jest np. powiązać sposób penetracji do jaj żywiciela (ruchy metaboliczne, ruchy wici itp.) z budową pasożytów lub ich domniemanego przodka, to znacznie trudniej uchwycić genezę takich różnic, które dotyczą charakterystycznej budowy „cyst” (pierwotne i pochodne, gruszkowate z przebicciem skorupy jaja, wypełniające

całe jajo lub jego część) a także sposobu opuszczania jaj żywiciela, momentu powstawania wici (w jaju bądź poza nim) itp.

Porównanie gatunków pasożytniczych w jajach *Copepoda* z ich domniemanymi swobodnie żyjącymi krewniakami (przedstawicielami rodzajów *Euglena*, *Astasia*, *Anisonema*, *Dinema*) wskazuje na dwie podstawowe różnice między nimi. Pierwsza polega na ogromnej, dalej jeszcze niż u pasożytów jelitowych posuniętej miniaturyzacji wymiarów ciała postaci wiciowej. I tak na przykład *Anisonema parasiticum* jest trzykrotnie mniejsza od swobodnie żyjącej *A. truncatum*, a posiada też postacie sześciokrotnie od niej mniejsze. *Dinema italicum* jest przeszło trzykrotnie mniejsza od najbardziej chyba do niej zbliżonej *Dinema sulcatum* Christen (Christen, 1963). Uderzająco małe są wymiary *Astasiella parva*. Jest to zrozumiałe, jeśli się weźmie pod uwagę konieczność wnikania pasożytów do jaj oczlika.

Druga podstawowa różnica polega na kompletnej zmianie cyklu życiowego — wydłużenie czasu jego trwania, przejście do rozmnażania wyłącznie drogą syntomii, odżywianie się i rozród wyłącznie w okresie pasożytowania.



Rys. 18. Prawdopodobne stosunki pokrewieństwa pomiędzy *Euglenoidina* swobodnie żyjącymi i pasożytniczymi

Różnice pomiędzy *Euglenoidina* — pasożytami jelitowymi a jajowymi są jaskrawe i rzucające się w oczy. Najistotniejsza różnica polega chyba na odwróceniu sytuacji przy pasożytnictwie jajowym w stosunku do jelitowego, jeśli chodzi o czynności odżywcze i rozrodcze. U pasożytów jelitowych występują dwa ogniwa cyklu rozwojowego — troficzne i generatywne, przy czym rozród odbywa się w zasadzie poza żywicielem. U pasożytów jaj można wyróżnić ogniwo troficzno-generatywne oraz ruchowo-penetracyjne. Czynności odżywcze i rozrodcze przebiegają u nich w tym samym czasie oraz w obrębie żywiciela, a mianowicie w jego jajach. Postać wiciowa pasożyta jajowego podczas życia swobodnego najprawdopodobniej nie pobiera pokarmu, jak to ma miejsce także u pasożytów jelitowych. Świadczy o tym m.in. przejście w krótkim czasie w przypadku nieosiągnięcia żywiciela do stanu spoczynkowego. Stosunki ilościowe w obrębie hodowli nie wskazują również na to, żeby u pasożytów jajowych mógł w okresie życia swobodnego zachodzić roz-

ród. Wić zachowuje u nich charakter organellum ruchu, choć nieco odmienny u różnych gatunków, odbiega znacznie od spotykanego u postaci wiciowych pasożytów jelitowych. Uderza ogromna aktywność ruchowa wszystkich bez wyjątku gatunków pasożytujących w jajach. Metaboliczne ruchy ciała mające zasadnicze znaczenie dla pasożytów jelitowych i zapewniające utrzymanie się w żywicielu, u niektórych tylko pasożytów jajowych odgrywają ważną rolę jedynie w momencie wnikania do jaj oraz opuszczania ich skorupki. Ogromną rolę odgrywa u nich natomiast takśja zapewniająca odnalezienie i opanowanie jaja żywiciela, podczas gdy u pasożytów jelitowych powstały przystosowania raczej do „zwabienia” żywiciela i pożarcia przez niego. Dalej niż u jelitowych idąca (np. u *Astasiella parva*) miniaturyzacja postaci wiciowej może mieć szczególne znaczenie podczas wnikania do wnętrza jaja. Wprawdzie można przypuszczać, że pasożyty dostają się do jaj głównie tuż po ich złożeniu, zanim stwardnieje otaczająca je skorupka, ale i tak nie jest to dla pasożyta zadanie łatwe.

Zwraca uwagę fakt zaniku u gatunków pasożytujących w jajach form rozrodu drogą podziału, zawsze występującego choćby jednorazowo i niejako w szczątkowej postaci u pasożytów jelitowych. Wreszcie podkreślić wypada, że pasożytnictwo w jajach prowadzi zawsze do ich zagłady. Nie zachodzi tu jakiejkolwiek ujemne działanie na organizm rodzicielski postaci dorosłej, ale ginąć może w ten sposób znaczna liczba jaj potomstwa. Jest to bardzo swoista forma stosunków w układzie „pasożyt — żywiciel” zasługująca na odrębne rozpatrzenie choćby z punktu widzenia problemów walki o byt i doboru naturalnego. Nie analizując bliżej w tym miejscu tej sprawy proponuję nazywać ten rodzaj stosunków w układach tego typu — pasożytnictwem wewnątrzjajowym.

Podkreślając raz jeszcze poligeniczny charakter pasożytnictwa w obrębie stosunkowo wąskiej grupy *Euglenoidina*, który znajduje wyraz w powstawaniu, zapewne zupełnie niezależnie od siebie, wśród jej reprezentantów zarówno endopasożytów jelitowych *Copepoda*, jak też pasożytów wewnątrzjajowych (endoembrionalnych), trzeba także zwrócić uwagę na to, że przejście do pasożytniczego trybu życia w ogóle, wycisnęło na wszystkich tych organizmach wyraźne wspólne piętno. Znacznemu wydłużeniu uległ ich cykl życiowy, ich ontogeneza. Powstały swoiste postacie morfologiczne, jak np. duże przedpodziałowe osobniki troficzne bądź kuliste postacie powiciowe. Wystąpiła nowa dla tej grupy, a typowa np. dla zwartej pasożytniczej grupy *Sporozoa*, forma rozrodu, czyli syntomia. W związku z tym wzrosła liczebność potomstwa produkowanego jednorazowo przez postać rodzicielską, sięgając tysięcy osobników. Nawet jeśli założyć, że równa się ona lub nieznacznie tylko przekracza liczbę potomstwa produkowanego w tym samym czasie drogą rytmicznych i częstych podziałów podłużnych, skupienie tylu osobników potomnych jednorazowo w jednym miejscu i w tym samym czasie może mieć poważne znaczenie przy opanowywaniu żywicieli.

Zwracałem swego czasu (Michajłow, 1960) uwagę na to, że wyciąganie wniosków co do przebiegu bądź mechanizmów ewolucji organicznej na podstawie zestawienia rozmaitych „przystosowań” do pasożytnictwa występujących w różnych odległych od siebie grupach zwierząt (np. chwytanych urządzeń u pasożytniczych widłonogów oraz u pierwotniaków) jest bezzasadne i metodologicznie niesłuszne. Może ono natomiast

mieć określoną wartość, jeśli dotyczy organizmów o udowodnionym skądinąd pokrewieństwie; ma to miejsce, zdaniem moim, właśnie jeśli chodzi o *Euglenoidina parasitica*.

Można również prześledzić w obrębie *Euglenoidina* stosunki pokrewieństwa pomiędzy pasożytami a organizmami swobodnie żyjącymi.

Bezspornie wydaje się pochodzenie *Anisonema parasiticum* od jakiegoś gatunku swobodnie żyjącego należącego do tego rodzaju. Podobnie wygląda sprawa jeśli chodzi o pasożytnicze gatunki rodzaju *Dinema*. Co do gatunków z rodzaju *Astasiella* — za mało jest danych, by kategorycznie twierdzić, iż pochodzą one od wolno żyjących przedstawicieli rodziny *Astasiidae*, choć wydaje się to wysoce prawdopodobne. Dalsze badania powinny rozstrzygnąć, czy pasożytnicze gatunki rodzaju *Astasia* pochodzą od swobodnie żyjących licznych przedstawicieli tego rodzaju. Posiadanie przez niektóre gatunki stigmaty oraz powstawanie euglenokształtnych postaci przy odchyleniach od normy w cyklu rozwojowym niektórych pasożytów przemawiają raczej za ich pochodzeniem bezpośrednio od bezzieleniowych, swobodnie żyjących *Euglenidae*. Jesliby to przypuszczenie zostało w przyszłości potwierdzone, wypadnie stworzyć odrębny rodzaj (np. *Parasitastasia*) dla gatunków pasożytniczych obecnie zaliczanych do rodzaju *Astasia*.

Rysunek (rys. 18) ilustruje obecny stan poglądów autora na pochodzenie niektórych gatunków *Euglenoidina parasitica* zarazem potwierdzając „polifiletyczny” charakter tej grupy.

Oczywiście, poruszone problemy ewolucyjne związane z cyklami rozwojowymi *Euglenoidina parasitica* nie są tu wyczerpane. Jest ich wiele. Przykładowo można wymienić sprawę stosunków wewnątrzpopulacyjnych, przebadaną przeze mnie (Michajłow, 1957) na przykładzie *Astasia cyclopis*, zagadnienia specyficzności układów „pasożyt — żywiciel”, stosunków międzygatunkowych, np. wśród pasożytów wewnątrzajajowych.

Wydaje się więc, że poza poruszoną tu nieco szerzej problematyką powstania i ewolucji pasożytnictwa w obrębie jednej grupy zwierząt, istnieją możliwości badań ogólnych problemów mikroewolucji na tak dogodnym modelu, jakim są *Euglenoidina parasitica*.

LITERATURA

- [1] Christen H. R. — *Farblose Euglenalen aus den Hipolimnion des Hauser-sees*, Schweizer. Zeitsch. f. Hydrobiologie, v. XX, 1958.
- [2] Christen H. R. — *Neue und wenig bekannte Euglenien und Volvocalen*, Revue Algologique, No. 3, 1962.
- [3] Christen H. R. — *Zur Taksonomie der farblosen Euglenien*, Nova Hedwigia, v. IV. 1963.
- [4] Grassé P. R. — *Traité de Zoologie*, v. I, 1952.
- [5] Kudo R. — *Protozoology*, Illinois, 1954.
- [6] Michajłow W. — *Cykl rozwojowy wiciowca Astasia cyclopis n.sp.*, Acta Parasit. Polon., v. IV, No. 1, 1956.
- [7] Michajłow W. — *Dalsze dane o biologii pasożyta Copepoda — Astasia cyclopis Michajłow, 1956 (Flagellata)*, Acta Parasit. Polon., v. V, fasc. 23, 1957.
- [8] Michajłow W. — *Pasożytnictwo a ewolucja*, PWN. 1960.

- [9] Michajłow W. — *Astasia hanoiensis* n.sp. (Flagellata) from the Intestine of Copepoda and its Life Cycle, Bull. Acad. Polon. d. Sciences, cl. II, v. XII, No. 7, 1964 a.
- [10] Michajłow W. — *Astasia norvegica* n.sp. (Flagellata) parasite of some species of Cyclopoida (Copepoda) in Norweg, Acta Parasit. Polon., v. XII, fasc. 31, 1964 b.
- [11] Michajłow W. — *Astasia parva* n.sp. (Flagellata) parasite of the Alimentary Duct of some Copepods in the Balaton Lake (Hungary), Bull. Acad. Polon. d. Sciences, cl. II, v. XII, No. 11, 1964 c.
- [12] Michajłow W. — *Astasiella velox* n.g. n.sp. (Euglenoidina) parasite of Copepod Eggs in the Balaton Lake (Hungary), Bull. Acad. Polon. d. Sciences, cl. II, v. XII, No. 12, 1964 d.
- [13] Michajłow W. — *Astasia ovorum* n.sp. (Euglenoidina) parasite of Copepod Eggs from the Environs of Tihany (Hungary), Bull. Acad. Polon. d. Sciences, cl. II, v. XIII, No. 1, 1965 a.
- [14] Michajłow W. — *Astasiella ovorum* n.sp. (Euglenoidina) parasite of Copepod Eggs from a Water Body near Tihany (Hungary), Bull. Acad. Polon. d. Sciences, cl. II, v. XIII, No. 2, 1965 b.
- [15] Michajłow W. — *Anisonema parasiticum* n.sp. (Euglenoidina, Anisonemidae) — parasite of Copepod Eggs in the Small Balaton Lake (Hungary), Bull. Acad. Polon. d. Sciences, cl. II, v. XIII, No. 1, 1965 e.
- [16] Michajłow W. — *Astasia bulgarica* n.sp. i *Astasia sophiensis* n.sp. — Euglenoidina parasitica znaleziona w Bulgarii, Acta Parasit. Polon. v. XIII, 1965 d.
- [17] Michajłow W. — *Astasiella parva* n.sp. (Euglenoidina) parasite of Copepod Eggs from a Water Body in the Environs of Rome (Italy), Bull. Acad. Polon. d. Sciences, cl. II, v. XIII, No. 6, 1965 f.
- [18] Michajłow W. — *Dinema italicum* n.sp. and *Dinema parvum* n.sp. (Euglenoidina) — parasites of Copepod Eggs from a Water Body near Rome (Italy), Bull. Acad. Polon. d. Sciences, cl. II, v. XIII, No. 6, 1965 f.
- [19] Perez R., Gomez F. S. — *Euglenae del valle de Mexico*, I. Revista Latinoamericana de Microbiologia, v. I, No. 4, 1958.

ZNACZENIE WĘGLOWODANÓW DLA TASIEMCÓW

Fizjologia tasiemców stanowi dziedzinę stosunkowo słabo dotychczas poznaną. Najwięcej badań dotyczy postaci dorosłych i aczkolwiek jest tu jeszcze wiele niewyjaśnionych zagadnień, wyniki dotychczasowe pozwalają już na sprecyzowanie pewnych wniosków ogólnych dotyczących wymagań pokarmowych tasiemców, jak i roli jaką niektóre pokarmy odgrywają w ich rozwoju.

Przed omówieniem zagadnień fizjologicznych warto przypomnieć w skrócie ogólny schemat budowy tasiemców. Na przodzie ciała znajduje się skoleks, zaopatrzony w narządy czepne jak haki i przyssawki, którymi tasiemiec przyczepia się do ścianki jelita żywiciela. Wąska część za skoleksem nosi nazwę szyjki, która stanowi strefę wzrostu tasiemca. Tu tworzą się nowe człony, a w miarę ich przyrostu człony starsze odsuwają się coraz dalej tworząc łańcuch członów czyli strobilę.

Budowa wewnętrzna tasiemców jest bardzo uproszczona. Ciało wypełnia luźna gąbczasta tkanka zwana parenchymą. Większość narządów wewnętrznych ulega znacznej redukcji z wyjątkiem silnie rozwiniętego układu rozrodczego. W młodych członach pojawiają się gonady męskie i żeńskie. W miarę ich rozwoju dojrzewają plemniki i oocyty, które po zaplemnieniu przechodzą do workowatego utworu zwanego macicą. Tu oocyt dojrzewa, a następnie rozpoczyna się rozwój embrionalny prowadzący do wytworzenia swoistego typu zarodka, czyli onkosfery. Człony maciczne stanowią większą część strobili. Końcowe człony, zawierające onkosfery odrywają się, uwalniając zarodki zwane popularnie jajeczkami tasiemca. Podany typ rozwoju dotyczy większości grup tasiemców. Odbiega od niego grupa *Pseudophyllidea*, gdzie zapłodnione jaja wraz z licznymi komórkami żółtkowymi wyrzucane są do wody i tam odbywa się rozwój embrionalny.

Oprócz układu rozrodczego tasiemce posiadają słabo rozwinięty układ nerwowy i układ osmoregulacyjny. Ten ostatni bywa określany jako układ ekskrecyjny, aczkolwiek jego funkcje wydalnicze nie były wyraźnie stwierdzone.

Na szczególną uwagę zasługuje u tasiemców brak układu pokarmowego i układu krążenia, gdyż cecha ta niewątpliwie wiąże się ze swoistą fizjologią tej grupy zwierząt. Przy braku układu pokarmowego tasiemiec odżywia się całą powierzchnią ciała. Powierzchnia ta pokryta jest cienką kutikulą. Ostatnie badania za pomocą mikroskopu elektronowego (Kent, 1957) wykazały złożoną strukturę kutikuli. Powierzchnia jej tworzy bardzo liczne cienkie wyrostki przypominające kosmki jelitowe. Struktura taka znacznie zwiększa powierzchnię kutikuli, co niewątpliwie stanowi przystosowanie do absorpcji pokarmu.

W składzie chemicznym tasiemców zwraca uwagę stosunkowo niska zawartość białka. Tasiemce stanowią bowiem jedyną grupę zwierząt, u których zawartość białka jest niższa niż suma glikogenu i tłuszczu. Przy tym większość białek u badanych dotychczas gatunków występuje w postaci związanej z glikogenem, cerebrozydami lub kwasami tłuszczowymi.

Tłuszcze stanowią u tasiemców końcowe produkty przemiany materii. Węglowodany gromadzą się w ciele tasiemców głównie w postaci glikogenu. Zawartość węglowodanów wynosi około 50% suchej masy tasiemca.

Ogólnie wiadomo, że węglowodany stanowią podstawowe źródło energii organizmu. Jednak dla większości organizmów wolnożyjących nie są one pokarmem niezbędnym i mogą być zastąpione przez białka lub białka i tłuszcze. Inaczej jednak wygląda sytuacja u tasiemców, gdzie węglowodany wydają się stanowić niezbędny składnik pokarmu regulujący wzrost i rozmnażanie. Dlatego też ta grupa związków zwróciła szczególną uwagę parazytologów badających fizjologię tasiemców.

Badania dotychczasowe obejmują nieliczne gatunki. Większość eksperymentów przeprowadzono na *Hymenolepis diminuta* pasożytującym u szczurów. Gatunek ten łatwo daje się hodować i dlatego stanowi rodzaj królika doświadczalnego w parazytologii.

WYMAGANIA ILOŚCIOWE

W hodowli *H. diminuta* od dawna zauważono, że węglowodany stanowią składnik diety żywiciela niezbędny dla utrzymania tego pasożyta. Przy karmieniu szczurów pokarmem pozbawionym węglowodanów spada liczba pasożytów w jednym żywicielu, a te które przeżywają mają znacznie mniejsze rozmiary (Chandler, 1942). Dokładniejsze badania w tej dziedzinie przeprowadzili w latach pięćdziesiątych Read i jego współpracownicy. Dotyczą one także głównie gatunku *H. diminuta*. W szeregu doświadczeń zarażano szczury pojedynczymi okazami tasiemców dla wyeliminowania czynników ubocznych, przede wszystkim takich, jak wzajemny wpływ tasiemców na siebie w bardziej zagęszczonej populacji. Część żywicieli trzymano na diecie pozbawionej węglowodanów, podczas gdy okazy kontrolne żywiono normalnie. Okazało się, że głodzenie żywiciela wywołuje znaczne zmniejszenie rozmiarów tasiemców, spadek wagi ciała oraz wyraźny spadek zawartości glikogenu. Poza tym badano ilość jajeczek wydalanych dziennie przez tasiemce i tu stwierdzono także znaczne różnice, wskazujące na spadek zdolności rozrodczych u tasiemców głodzonych (Read, Rothman, 1957 b). W przypadku głodzenia szczurów przed zarażeniem ich larwami tasiemców znaczny procent żywicieli w ogóle nie ulegał zarażeniu, a tam, gdzie tasiemce „przyjęły się“, różnice w ich rozwoju były podobne jak w przypadku późniejszego głodzenia.

Podobne badania przeprowadzono (Read, Schiller, Phifer, 1958) na dwóch gatunkach pokrewnych: *H. nana* i *H. citelli*. Mimo znacznego podobieństwa gatunki te różnią się od *H. diminuta* biologią rozwoju. O ile długość życia *H. diminuta* jest niemal nieograniczona, to *H. nana* rośnie i produkuje nowe człony jedynie w ciągu 14—16 dni. Następnie dojrzałe człony stopniowo odpadają i po 25 dniach tasiemiec

ginie. *H. citelli* wykazuje cechy pośrednie między dwoma wspomnianymi gatunkami, gdyż długość jego życia wynosi około 70—90 dni.

Badanie tych dwóch gatunków wykazało, że są one równie jak *H. diminuta* wrażliwe na brak węglowodanów, ale tylko we wczesnych fazach rozwoju. Głodzenie żywicieli w późniejszym okresie po zarażeniu tasiemcami nie wywiera już wpływu na rozwój *H. nana*, a rozwój *H. citelli* hamuje w znacznie słabszym stopniu niż to miało miejsce u *H. diminuta*.

Obok omawianych gatunków podobny hamujący wpływ braku węglowodanów w diecie żywiciela stwierdzono u kilku innych tasiemców. Wyraźnie zaznaczył się on u pasożyta myszy *Oochoristica symmetrica* (Read, 1959). Pospolity pasożyt drobiu *Raillietina cesticillus* traci strobilę, gdy żywiciel jest głodzony nawet przez krótki okres czasu (Reid, 1942). Podobnie stwierdzono (Read, 1957) ujemny wpływ głodzenia rekinów na rozwój ich tasiemców należących do rzędu *Trypanorhyncha*.

Natomiast badania nad *Schistocephalus solidus* należącym do *Pseudophyllidea* nie wykazały (Hopkins, 1950, 1951) ujemnego wpływu braku węglowodanów na rozwój tasiemca. Jednak gatunek ten osiąga maksymalny rozwój w żywicielu pośrednim, a w ostatecznym zachodzi u niego tylko dojrzewanie płciowe. W tym okresie korzysta on z materiałów zapasowych nagromadzonych w czasie rozwoju larwalnego. Poza tym zapłodnione jaja są szybko wyrzucane do wody, a tasiemiec normalnie ginie w ciągu kilku dni.

WYMAGANIA JAKOŚCIOWE

Stwierdzenie znacznego zapotrzebowania tasiemców na węglowodany nasuwa pytanie jaki rodzaj tych związków mogą one pobierać. Pierwsze doświadczenia polegające na podawaniu skrobi *in vitro* wykazały, że tasiemce nie korzystają z niej. Przeprowadzono więc szereg różnych doświadczeń *in vitro*, umieszczając tasiemce w roztworach rozmaitych jedno- i dwucukrów i mierząc spadek cukru w roztworze. Wyniki badań dotyczące pobierania *in vitro* niektórych cukrów przez różne gatunki przedstawione są na tabeli 1. Jak widać tasiemce korzystają jedynie z ograniczonej liczby cukrów prostych, przede wszystkim z glukozy i galaktozy. Na ogół nie są zdolne do pobierania dwucukrów, jak maltoza czy sacharoza. Jedyny wyjątek wśród badanych dotychczas gatunków stanowi przedstawiciel *Anoplocephalidae*, *Cittotaenia* sp., który pobiera także dwucukry. Inne cukry, jak arabinoza, trehaloza, laktoza oraz szereg innych, podawanych tasiemcom, nie były przez nie pobierane.

METABOLIZM WĘGLOWODANÓW

Mechanizm pochłaniania glukozy przez tasiemce nie jest dotychczas wyjaśniony. Nie ulega jednak kwestii, że nie zachodzi tu zwykła dyfuzja, gdyż jak wykazały badania nad *H. diminuta* (Phifer, 1960 a, b, c) i *Taenia taeniformis* (Brand i Bowman, 1961), absorpcja glukozy przez te tasiemce nie zależy od stężenia cukru w środowisku.

Badania dotyczące metabolizmu węglowodanów u tasiemców przeprowadzone przez Reada (1951) miały na celu stwierdzenie czy występuje tu podobnie jak u innych zwierząt beztlenowy proces rozkładu

Tabela 1*

Węglowodany pobierane przez tasiemce *in vitro*

Gatunek	Węglowodany							Autor
	glukoza	galaktoza	mannoza	fruktoza	ksyloza	maltoza	sacharoza	
<i>Hymenolepis diminuta</i>	++++	++	+?	—	+?	—	—	Read, 1956 Laurie, 1957
<i>H. nana</i>	++++	+++	—	—	—	—	—	Read, Rothman, 1958
<i>H. citelli</i>	++++	++	—	—	—	—	—	Read, Rothman, 1958
<i>Oochoristica symmetrica</i>	++++	+++	+?	—	—	—	—	Laurie, 1957
<i>Mesocetoides lineatus</i>	++++	++	—	—	—	—	—	Read, Rothman, 1958
<i>Moniezia expansa</i>	++++	—	?	—	?	—	?	Wardle, 1937
<i>Cittotaenia sp.</i>	++	+	—	—	—	+++	+++	Read, Rothman, 1958
<i>Taenia taeniaeformis</i>	++++	++++	—	—	?	?	?	Brand, McMahon, Gibbs, Higgins, 1964
<i>Calliobothrium verticillatum</i>	++++	++	—	—	—	—	—	Read, 1957
<i>Lacistorhynchus tenuis</i>	++++	+++	—	—	—	—	—	Read, 1957

* Zmodyfikowana wg Reada (1959).

glukozy na drodze glikolizy fosforylującej. Obejmują one dwie części: 1) stwierdzenie występowania w ciele tasiemców związków pośrednich cyklu rozpadu glukozy i 2) badania enzymatyczne poszukujące enzymów biorących udział w omawianym cyklu. Spośród związków pośrednich występujących w rozkładzie glukozy Read (1951) znalazł wszystkie z wyjątkiem kwasu fosfopirogronowego. Należy jednak zaznaczyć, że jest to związek bardzo niestrawny i w tkankach kręgowców znajduje się go na ogół w bardzo słabym stężeniu. Badania enzymatyczne dotyczyły 6 spośród 14 enzymów biorących udział w cyklu. Były to: fosforylaza, fosfoheksomutaza, heksokinaza, aldolaza, dehydrogenaza aldehydu fosfoglicerynowego i oksydaza kwasu mlekowego. Wymienione 6 enzymów znaleziono u *H. diminuta*. Omówione doświadczenia wskazują, że u tasiemców działa mechanizm glikolizy fosforylującej typowy dla innych zwierząt.

Dotychczasowe wyniki badań dotyczących końcowych produktów metabolizmu węglowodanów u tasiemców wykazują pewną rozbieżność.

Według badań Reada (1956) i Laurie (1957) głównym końcowym produktem fermentacji glukozy u *H. diminuta* jest kwas mlekowy. Jednak późniejsze badania (Fairbairn i inni, 1961) wykazały u tego samego gatunku znaczną przewagę kwasu bursztynowego. Podobnie von Brand i Bowman (1961) stwierdzili, że u *T. taeniformis* kwas bursztynowy jest głównym produktem końcowym metabolizmu węglowodanów. Co więcej, Fairbairn i inni (1961) stwierdzili, że dwutlenek węgla odgrywa znaczną rolę przy pobieraniu glukozy *in vitro* przez *H. diminuta*. Przy braku dwutlenku węgla tasiemiec niemal nie pobierał tego cukru. Doświadczenia te pozwalają przypuszczać, że zachodzi tu cykl przemian kwasu pirogronowego powstającego przy fermentacji glukozy, prowadzący do wytworzenia kwasu bursztynowego. Cykl ten, obserwowany u innych organizmów beztlenowych, wymaga obecności dwutlenku węgla.

Pobrane przez tasiemce węglowodany gromadzą się w ich ciele w postaci glikogenu. W przypadku głodzenia tasiemiec wykorzystuje ten materiał zapasowy i wtedy zawartość glikogenu znacznie spada. Doświadczenia nad karmieniem tasiemców glukozą *in vitro* (Read, Rothman, 1957 b, Fairbairn i inni, 1961) wykazały, że tasiemce mają znaczną zdolność regulacji swoich materiałów zapasowych. Umieszczone w glukozie tasiemce pobierają znacznie więcej cukru na jednostkę wagi niż tasiemce kontrolne i znacznie szybciej zachodzi u nich synteza glikogenu.

Omówione doświadczenia dotyczące wymagań jakościowych tasiemców w stosunku do pokarmów węglowodanowych oraz dane dotyczące metabolizmu glukozy wskazują, że cukier ten stanowi istotny składnik odżywczy tasiemców. Doświadczenia te nie wyjaśniają jednak jeszcze mechanizmu odżywiania tych zwierząt w warunkach naturalnych, gdzie cały proces staje się bardziej skomplikowany, gdyż zależy zarówno od diety żywiciela, jak i jego fizjologii.

DIETA ŻYWICIELA

Różnice jakościowe w diecie żywiciela znajdują wyraźne odbicie w możliwościach rozwojowych pasożyta. Obserwacje dotyczące *H. diminuta* (Read, Rothman, 1957 a, c, Read, Schiller, Phifer, 1958) wskazuje, że zależnie od stosowanej diety otrzymywano różnice zarówno w rozmiarach tasiemców, ich wadze, zawartości glikogenu, jak i w zdolności wytwarzania jajeczek. Wszystkie wymienione cechy były ze sobą skorelowane podobnie jak w przypadku zupełnego braku węglowodanów.

Najlepszym pokarmem żywiciela, warunkującym optymalny wzrost i rozwój pasożyta jest skrobia. Podawanie szczurom glukozy, maltozy lub sacharozy jako jedynych węglowodanów powoduje zmniejszenie liczby oraz wielkości członów i wyraźnie odbija się na produkcji jajeczek, która spada ponad 50% w stosunku do zwierząt kontrolnych.

Ujemny wpływ glukozy jako pokarmu żywiciela może wydawać się nieco dziwny, gdyż jak wykazały omówione wyżej doświadczenia *in vitro*, glukoza jest najbardziej odpowiednim pokarmem węglowodanowym tasiemców. Wiadomo jednak z innych badań (Raynell i Spray, 1956), że glukoza podawana doustnie szczurom jest bardzo szybko wchłaniana w górnej części jelita cienkiego. Można więc przypuszczać, że ujemny wpływ takiej diety na tasiemce wynika stąd, iż tylko nieznaczna część

tego cukru pozostaje dostępna dla tasiemca w dalszych partiach jelita. Bardziej złożony proces rozkładu skrobi na glukozę jest w efekcie korzystniejszy dla pasożyta, gdyż przy opóźnionym tworzeniu się cząstek tego cukru korzysta on z większych jego ilości.

Podobnie można wytłumaczyć ujemny wpływ maltozy, która stosunkowo szybko ulega hydrolizie na glukozę. W przypadku sacharozy (złożonej z glukozy i fruktozy) tylko połowa cząsteczki pozostaje dostępna dla tasiemca, gdyż jak wiadomo z hodowli *in vitro*, nie korzysta on z fruktozy.

Podawanie samej fruktozy żywicielowi obniża stopień rozwoju tasiemca do poziomu obserwowanego przy diecie pozbawionej całkowicie węglowodanów. Poza tym zauważono zmniejszenie rozmiarów i przekształcanie formy jajeczek przy tej diecie. Jednak dodanie fruktozy do diety zawierającej ograniczoną ilość skrobi wpływało na poprawienie rozwoju tasiemców w porównaniu z okazami pochodzącymi z żywicieli karmionych tylko ograniczonymi dawkami skrobi. Zjawisko to można wytłumaczyć w ten sposób, że żywiciel korzystał tutaj z fruktozy, co ograniczało jego zużycie produktów rozpadu skrobi i te pozostawały w większych ilościach dostępne dla tasiemca.

Bardzo ujemnie na rozwój tasiemców wpływa karmienie szczurów samą laktozą. Co więcej, dodanie laktozy do diety zawierającej dostateczną ilość skrobi wywołuje także ujemny wpływ na rozwój pasożytów. Prawdopodobnie wynika to stąd, że laktoza znacznie zmienia fizyczne i chemiczne właściwości jelita. Wiadomo bowiem, że karmienie laktozą wywołuje zmianę pH, potencjału oksydoredukcyjnego oraz szereg innych cech jelita. Tak więc ujemny wpływ laktozy na tasiemce miałby tu tylko charakter pośredni. Wniosek taki potwierdzają zresztą doświadczenia przeprowadzone *in vitro*, w których dodanie laktozy do glukozy nie wywierało na tasiemce żadnego wpływu (Laurie, 1957).

Podobne wyniki dotyczące wpływu jakości diety żywiciela na rozwój tasiemców uzyskano (Read, Schiller, Phifer, 1958) w badaniu *H. nana* i *H. citelli*. W obu przypadkach najlepszym pokarmem jest skrobia, a inne węglowodany hamują rozwój pasożytów. Przy czym podobnie jak w przypadku zupełnego braku węglowodanów w diecie *H. nana* i *H. citelli* są wrażliwe na jakość pokarmu tylko we wczesnych fazach rozwoju.

Zestawienie wyników dotyczących jakości diety węglowodanowej żywiciela wykazuje, że można tu wyróżnić przynajmniej dwie drogi oddziaływania na pasożyty: 1) wpływ bezpośredni, który polega na ilości użytecznych dla tasiemca węglowodanów dostępnych dla niego w jelicie żywiciela i 2) wpływ pośredni polegający na zmianie właściwości środowiska jelitowego.

Zagadnienie roli pokarmu żywiciela jest bardzo istotne w próbach hodowli pasożytów zwierząt wolnożyjących. W wielu przypadkach trudno jest zastosować w hodowli dietę odpowiadającą idealnie diecie żywiciela w warunkach naturalnych. A jak widać z omawianych przykładów, zmiana diety może wywołać zarówno niepowodzenia w zarażaniu, jak i powodować modyfikację form pasożytów w porównaniu z formami spotykanymi w naturze.

KONKURENCJA O POKARM MIĘDZY ŻYWICIELEM I PASOŻYTEM

W omówionych wyżej przykładach zwracano uwagę na zdolność tasiemców do regulacji własnych materiałów zapasowych. Okazy pochodzące ze szczurów głodzonych znacznie szybciej pobierają glukozę *in vitro* i szybciej zachodzi u nich synteza glikogenu. Doświadczenia te nasuwają przypuszczenie, że taki „wygłodzony“ tasiemiec będzie w większym stopniu konkurował o pokarm ze swoim żywicielem, niż tasiemiec żywiony normalnie. Jednak w omawianych doświadczeniach obliczano stopień metabolizmu w przeliczeniu na jednostkę masy tasiemca. Z drugiej strony wiadomo, że w czasie głodzenia spada ogólna masa ciała. Przeprowadzono więc (Read, Rothman, 1957 b) przeliczenie absolutnej ilości glukozy pobieranej przez jednego osobnika i okazało się, że jest ona niemal taka sama w przypadku małych głodzonych tasiemców jak i dużych, normalnie odżywianych. Trudno więc mówić o wzroście konkurencji z żywicielem o pokarm w przypadku głodzenia.

Inne doświadczenia wykazały także, że tasiemce nie mają zbyt wygórowanych apetytów. Przekarmianie szczurów nadmiarem skrobi nie wywoływało nadmiernego wzrostu tasiemców, ani wzrostu ich zawartości glikogenu. Rozwój był taki sam jak u tasiemców pochodzących z normalnie odżywianych szczurów.

Lokalizacja tasiemców w jelicie poniżej rejonu maksymalnej absorpcji węglowodanów przez żywiciela wskazuje, że pasożyty korzystają raczej z resztek pokarmowych. Szczególnie wyraźnie wystąpiło to w doświadczeniach, w których podawanie szczurom glukozy szybko przyswajanej przez żywiciela wywoływało efekt głodzenia u pasożyta.

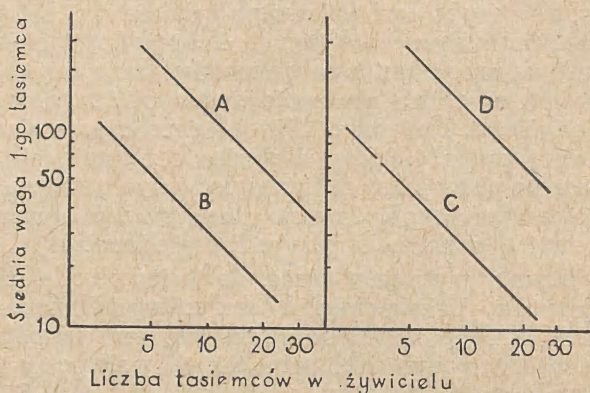
Wszystkie te doświadczenia wskazują, że w przypadku pokarmów węglowodanowych konkurencja między tasiemcem i żywicielem właściwie nie istnieje. Oczywiście zupełnie inna sytuacja może być w przypadku innych pokarmów, jak aminokwasy czy witaminy.

KONKURENCJA MIĘDZY PASOŻYTAMI

Omawiane dotychczas obserwacje dotyczyły pojedynczych okazów pasożytów w jednym żywicielu. Od dawna wiadomo, że przy wzroście intensywności zarażenia rozmiary pasożytów na ogół spadają. Omawiane zjawisko nosi nazwę efektu zagęszczenia. Przy rozpatrywaniu tego zjawiska w wielu przypadkach nie brano pod uwagę roli węglowodanów, które mogą być głównym czynnikiem ograniczającym rozmiary poszczególnych osobników w takiej zagęszczonej populacji. Ostatnie badania (Read, Phifer, 1959) potwierdzają tę hipotezę. Badania te dotyczyły wpływu zagęszczenia populacji *H. diminuta* na rozmiary poszczególnych osobników w przypadku normalnej i ograniczonej diety żywiciela. Jako pokarm stosowano skrobię i sacharozę, gdyż ta ostatnia stanowi węglowodan o suboptymalnej wartości dla pasożytów. Otrzymane wyniki przedstawione są na rys. 1, w postaci wykresu logarytmicznego. Okazuje się, że krzywe spadku wagi tasiemców przy wzroście zagęszczenia populacji przebiegają równolegle w przypadku karmienia żywiciela normalną dawką skrobi (A), przy ograniczonej diecie skrobiowej (B) i przy

karmieniu sacharozą (C). Różnice polegają na tym, że ograniczona dieta węglowodanowa daje jedynie niższe wartości krzywej przy tych samych liczbach tasiemców.

Jak już wspomniano, gatunek *H. diminuta* nie korzysta bezpośrednio z węglowodanów dostarczanych żywicielowi, takich jak skrobia czy sacharoza, a może korzystać jedynie z dostępnych dla niego produktów ich hydrolizy. Wobec tego wpływ jakości pokarmu jest właściwie wpływem ilości użytecznych węglowodanów dostępnych dla tasiemca i ilość



Rys. 1. Średnia waga tasiemców przy zarażeniu różną liczbą osobników. A — żywiciel karmiony normalną dawką skrobi; B — żywiciel karmiony ograniczoną dawką skrobi; C — żywiciel karmiony sacharozą; D — krzywa hipotetyczna (wg Reada, 1959)

ta przypadająca w jednostce czasu na jednego osobnika może być istotnym czynnikiem regulującym efekt zagęszczenia. Słuszność takiej hipotezy sprawdzono (Read, 1959) przy pomocy przeliczeń teoretycznych. Przy przeliczeniu przyjęto następujące założenia: 1) ilość węglowodanów trawionych przez żywiciela jest rozdzielana równomiernie między pasożyty, 2) obecność zmiennej liczby pasożytów nie wpływa na fizjologię trawienia ani na absorpcję węglowodanów przez żywiciela, 3) waga ciała każdego tasiemca jest funkcją dostępnej dla niego dawki użytecznych węglowodanów. Przy tych założeniach w populacji złożonej np. z 30 tasiemców każdy z nich powinien otrzymywać 6-krotnie mniejszą dawkę pokarmu niż w przypadku populacji złożonej z 5 osobników. Przyjmując, że jeden tasiemiec waży 300 mg i przy wzroście zagęszczenia waga jego spada zgodnie z podanymi założeniami Read (1959) otrzymał krzywą spadku wagi przedstawioną jako linia D na wykresie (rys. 1). Okazuje się, że przebieg tej hipotetycznej krzywej zgadza się z wynikami uzyskanymi w doświadczeniach. Zgodność ta potwierdza hipotezę, że w przypadku *H. diminuta* konkurencja o użyteczne dla tasiemców węglowodany jest czynnikiem ograniczającym rozmiary osobników w populacji przy różnej intensywności zarażenia.

Wynik ten potwierdza jednocześnie przyjęte założenie, że zarażenie 30 tasiemcami nie wpływa na absorpcję węglowodanów przez żywiciela w większym stopniu niż zarażenie 5 osobnikami.

Oczywiście prawdopodobne jest, że wzajemny wpływ tasiemców na siebie będzie wyglądał inaczej, jeżeli zarażenie poszczególnymi osobni-

kami nastąpi w różnym czasie. Tasiemiec bardziej zaawansowany w rozwoju może wywierać silniejszy wpływ hamujący na pojawiające się później w jelicie młode osobniki.

Obserwacje dotyczące wzajemnego wpływu dwóch gatunków przeprowadzono przy mieszanym zarażeniu przez *H. diminuta* i *H. citelli* (Read, Phifer, 1959). Okazuje się, że gatunki te w różny sposób reagują na swoją obecność. Przy ograniczonym dostępie pokarmów węglowodanowych rozwój *H. citelli* ulegał pewnemu zahamowaniu, które nie ulegało zmianie zależnie od obecności czy braku *H. diminuta* w tym samym żywicielu. Natomiast zmniejszenie rozmiarów *H. diminuta* było znacznie wyraźniejsze przy obecności *H. citelli*, niż przy zarażeniu jednogatunkowym. Wyniki te zgadzają się z wcześniejszymi obserwacjami, które wykazały znacznie większą wrażliwość na brak pokarmów węglowodanowych u *H. diminuta* niż u *H. citelli*.

METABOLIZM WĘGLOWODANÓW A ROZWÓJ EMBRIONALNY

Znaczne uproszczenie większości narządów wewnętrznych tasiemca przy bardzo silnym rozwoju układu rozrodczego wskazuje, że ten ostatni odgrywa dominującą rolę u tych zwierząt i niewątpliwie cały metabolizm tasiemca dorosłego wiąże się ściśle z jego funkcjami rozrodczymi. Potwierdzają to także badania dotychczasowe, wykazujące, że głodzenie czy zmiana diety odbija się zawsze na rozwoju jajeczek.

Współczesne badania biochemii rozwoju embrionalnego innych zwierząt wykazują różnice metabolizmu zarodka w różnych fazach jego rozwoju (Needham, 1950, Brachet, 1960). Ponieważ wzdłuż strobili tasiemca występują człony zawierające kolejne fazy rozwoju embrionalnego, można oczekiwać różnic w metabolizmie poszczególnych odcinków strobili. Niestety, w większości dotychczasowych badań biochemicznych, nie uwzględniano tego aspektu traktując na ogół tasiemca jako jedną całość. W bardzo nielicznych badaniach przeprowadzono próby dzielenia tasiemca na kilka odcinków.

Jedną z najdokładniejszych analiz tego typu stanowi praca Daugherty i Taylor (1956), w której dzielono *H. diminuta* na odcinki 10 cm, określając w każdym z nich zawartość glikogenu. W wielokrotnych powtórzeniach eksperymentu uzyskiwano zawsze taką samą krzywą zmienności (rys. 2). Autorzy, na podstawie preparatów histologicznych, charakteryzują poszczególne odcinki w następujący sposób: pierwszy zawierał skoleks i część niezróżnicowanych członów, w drugim były człony niezróżnicowane i część członów zawierających zawiązki narządów rozrodczych, trzy następne odcinki składały się z członów dojrzających, a dalsze człony wypełnione były zarodkami. Zestawienie wyników podane na rys. 2 z danymi dotyczącymi rozwoju embrionalnego nasuwa pewne trudności, ponieważ w opisie podana jest tylko bardzo ogólna charakterystyka anatomiczna. Można jednak pokusić się o próbę dokładniejszej analizy. Odcinki strobili określane potocznie jako człony dojrzale (3, 4, 5, na rys. 2) są to takie, w których występują w pełni rozwinięte narządy rozrodcze, a zarazem pojawia się tam już macica z pierwszymi zarodkami. Jest ona jeszcze wtedy bardzo słabo widoczna i można ją stwierdzić tylko na dokładnych preparatach histologicznych. Przechodzenie zarodków do macicy trwa bardzo krótko, na przestrzeni zaledwie

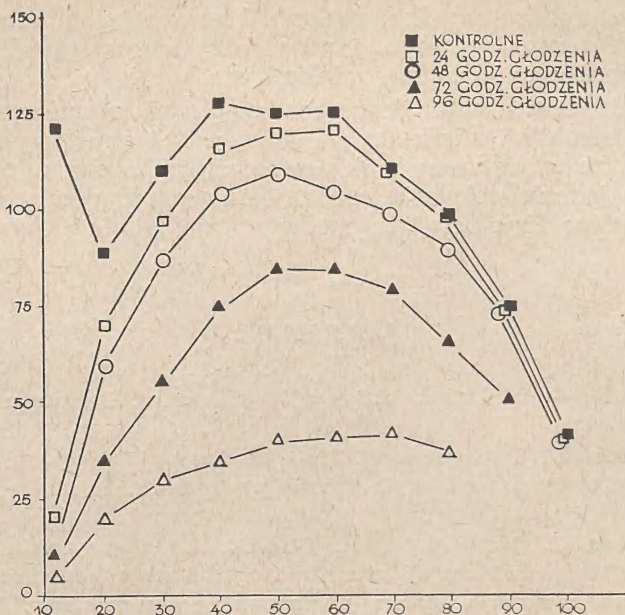
kilku członów, o czym świadczy choćby fakt, że na ogół w jednym członie wszystkie zarodki znajdują się w tej samej fazie rozwoju. To wszystko wskazuje, że w większości tzw. członów dojrzałych jajnik już nie funkcjonuje i że są to raczej człony maciczne, w których zachodzi dojrzewanie oocytu i początek bruzdkowania. Tak więc można przypuszczać, że wykazane przez Daugherty i Taylor (1956) maksymalne nagromadzenie glikogenu u tasiemca (rys. 2) występowało w okresie przechodzenia zarodków do macicy i początku rozwoju embrionalnego. Wniosek taki wydaje się zgodny z innymi badaniami, które wykazują, że u *Hymenolepididae* następuje znaczna synteza glikogenu w zarodkach bezpośrednio po ich wejściu do macicy (R y b i c k a, 1960).

Stosunkowo duże nagromadzenie glikogenu w kilku sąsiednich odcinkach strobili (rys. 2) pozwala przypuszczać, że intensywna synteza tego związku utrzymuje się przez cały okres bruzdkowania, a być może jeszcze i w fazie preonkosfery, którą cechuje intensywny wzrost liczby komórek zarodka oraz ich różnicowanie. Pod koniec fazy preonkosfery znaczna część komórek zarodka ulega degeneracji i kończą się procesy morfogenetyczne. W tym okresie zarodki mają już duże rozmiary i są wyraźnie widoczne na preparatach, należy więc przypuszczać, że tę część tasiemca określono (Daugherty, Taylor, 1956) jako człony z zarodkami. Koniec procesów morfogenetycznych wiązałby się więc ze spadkiem zawartości glikogenu. Ostatnie człony strobili zawierają już uformowane onkosfery, które stanowią jakby fazę spoczynku w rozwoju embrionalnym. Oczywiście jest, że w tym okresie spada metabolizm tasiemca, a glikogen nagromadzony w parenchymie stanowi prawdopodobnie tylko rezerwa zapasów zmagazynowanych we wcześniejszych fazach rozwoju.

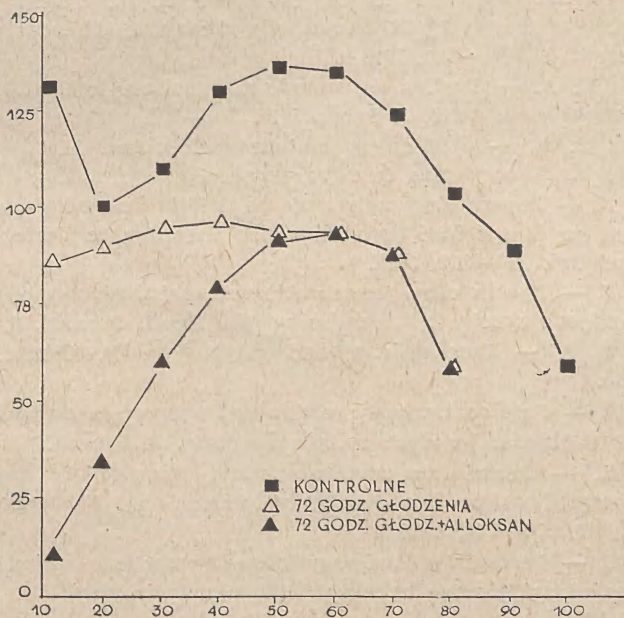
Podana wyżej interpretacja wskazuje, że największe zapotrzebowanie na pokarm węglowodanowy występuje w okresie wczesnego rozwoju embrionalnego tasiemca. Takie ujęcie potwierdzają przytoczone wyżej obserwacje dotyczące *H. nana*. U tego gatunku o określonej, stosunkowo krótkiej długości życia, tylko w pierwszym okresie po zarażeniu występują człony zawierające wczesne fazy rozwoju embrionalnego. I właśnie jedynie w tym okresie gatunek ten wykazywał wrażliwość na brak węglowodanów w pokarmie.

Znaczny spadek glikogenu w rejonie szyjki tasiemca (rys. 2) autorzy tłumaczą intensywnym metabolizmem strefy wzrostu i związaną z tym glikogenezą. Wydaje się, że obniżenie poziomu glikogenu w przedniej i tylnej części tasiemca może być uzależnione od wpływu odmiennych czynników. Mogą tu działać odmienne warunki środowiska w różnych odcinkach jelita, a poza tym różna zdolność absorpcyjna w przedniej i tylnej części tasiemca. Przedni odcinek wykazuje niewątpliwie największą wrażliwość na brak pokarmu (rys. 2), o czym świadczy natychmiastowy spadek glikogenu w tym rejonie, nawet po okresie stosunkowo krótkiego głodzenia żywiciela.

Daugherty i Taylor (1956) przeprowadzili także doświadczenia kontrolne mające na celu sprawdzenie czy tasiemiec może korzystać z cukru zawartego we krwi żywiciela. W tym celu zarażonym szczurom, głodzonym w ciągu 72 godzin zastosowano dootrzewnowe zastrzyki alloksanu. Niszczy on komórki wytwarzające insulinę powodując tym samym znaczne podniesienie poziomu cukru we krwi. Wynik doświadczeń przedstawia rys. 3. Okazuje się, że po zastosowaniu alloksanu podnosi się znacznie poziom glikogenu w przedniej części tasiemca, podczas gdy dal-



Rys. 2. Rozmieszczenie glikogenu u normalnych i u głodzonych *H. diminuta*, poziomo — długość tasiemca w cm, pionowo — mg glikogenu na 1 g tasiemca (wg Daugherty, Taylor, 1956)



Rys. 3. Wpływ podawania allokсанu żywicielowi na rozmieszczenie glikogenu u *H. diminuta*, poziomo — długość tasiemca w cm, pionowo — mg glikogenu na 1 g tasiemca (wg Daugherty, Taylor, 1956)

sze człony nie wykazują żadnej reakcji. Obserwacja ta potwierdza przypuszczenie, że zarówno wpływ środowiska jak i zdolności absorpcyjne działają odmiennie w różnych odcinkach strobili tasiemca.

Przytoczone rozważania dotyczące powiązań rozmieszczenia glikogenu wzdłuż strobili tasiemca mogą mieć w tej chwili tylko charakter spekulacyjny, ze względu na brak dostatecznych badań w tej dziedzinie. Niewątpliwie jednak wskazują one na konieczność powiązania dalszych badań nad ogólną fizjologią tasiemców z fizjologią ich rozwoju embrionalnego.

LITERATURA

- [1] Brachet J. — *The biochemistry of development*. Pergamon Press, 1—320, 1960.
- [2] Brand von T., Bowman B. R. — *Studies on the aerobic and anaerobic metabolism of larval and adult Taenia taeniformis*. Exptl. Parasit., 11, 267—297, 1961.
- [3] Brand von T., McMahon P., Gibbs E., Higgins H. — *Aerobic and anaerobic metabolism of larvae and adult Taenia taeniformis. II. Hexose leakage and absorption. Tissue glucose and polysaccharides*. Exptl. Parasit., 15, 410—429, 1964.
- [4] Chandler A. C. — *Studies on the nutrition of tapeworms*. Am. J. Hyg., 37, 121—130, 1942.
- [5] Daugherty J. W., Taylor D. — *Regional distribution of glycogen in the rat cestode Hymenolepis diminuta*. Exptl. Parasit., 5, 376—390, 1956.
- [6] Fairbairn D., Wertheim G., Harpur R. P., Schiller E. L. — *Biochemistry of normal and irradiated strains of Hymenolepis diminuta*. Exptl. Parasit., 11, 248—263, 1961.
- [7] Hopkins C. A. — *Studies on cestode metabolism. I. Glycogen metabolism in Schistocephalus in vitro*. J. Parasit., 36, 384—390, 1950.
- [8] Hopkins C. A. — *Studies on cestode metabolism. II. The utilisation of glycogen by Schistocephalus in vitro*. Exptl. Parasit., 2, 196—213, 1951.
- [9] Kent H. N. — *Aspect biochimique de la spécificité chez les cestodes. Premier Symposium sur la spécificité parasitaire des parasites de Vertébrés*. Inst. Zool. Univ. Neuchâtel, 293—307, 1957.
- [10] Laurie J. — *The in vitro fermentation of carbohydrates by two species of cestodes and one species of Acanthocephala*. Exptl. Parasit., 6, 245—260, 1957.
- [11] Needham J. — *Biochemistry and morphogenesis*. Cambr. Univ. Press, 1—786, 1950.
- [12] Phifer K. — *Permeation and membrane transport in animal parasites: the absorption of glucose by Hymenolepis diminuta*. J. Parasit., 46, 51—62, 1960 a.
- [13] Phifer K. — *Permeation and membrane transport in animal parasites: further observations on the uptake of glucose by Hymenolepis diminuta*. J. Parasit., 46, 137—144, 1960 b.
- [14] Phifer K. — *Permeation and membrane transport in animal parasites: on the mechanism of glucose uptake by Hymenolepis diminuta*. J. Parasit., 46, 145—153, 1960 c.
- [15] Read C. P. — *Studies on the enzymes and intermediate products of carbohydrate degradation in the cestode Hymenolepis diminuta*. Exptl. Parasit., 1, 1—18, 1951.

- [16] Read C. P. — Carbohydrate metabolism of *Hymenolepis diminuta*. Exptl. Parasit., 5, 325—344, 1956.
- [17] Read C. P. — The role of carbohydrates in the biology of cestodes. III. Studies on two species from dogfish. Exptl. Parasit., 6, 288—293, 1957.
- [18] Read C. P. — The role of carbohydrate in the biology of cestodes. VIII. Some conclusions and hypotheses. Exptl. Parasit., 8, 365—382, 1959.
- [19] Read C. P., Phifer K. — The role of carbohydrates in the biology of cestodes. VII. Interactions between individual tapeworms of the same and different species. Exptl. Parasit., 8, 46—50, 1959.
- [20] Read C. P., Rothman A. H. — The role of carbohydrates in the biology of cestodes. I. The effect of dietary carbohydrate quality on the size of *Hymenolepis diminuta*. Exptl. Parasit., 6, 1—7, 1957 a.
- [21] Read C. P., Rothman A. H. — The role of carbohydrates in biology of cestodes. II. The effect of starvation on glycogenesis and glucose consumption in *Hymenolepis*. Exptl. Parasit., 6, 280—287, 1957 b.
- [22] Read C. P., Rothman A. H. — The role of carbohydrates in the biology of cestodes. IV. Some effects of host dietary carbohydrate on growth and reproduction of *Hymenolepis*. Exptl. Parasit., 6, 294—305, 1957 c.
- [23] Read C. P., Rothman A. H. — The role of carbohydrates in the biology of cestodes. VI. The carbohydrates metabolized in vitro by some cyclophyllidean species. Exptl. Parasit., 7, 217—223, 1958.
- [24] Read C. P., Schiller E. L., Phifer K. — The role of carbohydrates in the biology of cestodes. V. Comparative studies on the effects of host dietary carbohydrate on *Hymenolepis* spp. Exptl. Parasit., 7, 198—216, 1958.
- [25] Reid W. M. — Certain nutritional requirements of the fowl cestode *Raillietina cesticillus* (Molin) as demonstrated by short periods of starvation of the host. J. Parasit., 28, 319—340, 1942.
- [26] Reynell P. C., Spray G. H. — The absorption of glucose by the intact rat. J. Physiol., 134, 531—537, 1956.
- [27] Rybicka K. — Glycogen distribution during the embryonic development of the cestode *Diorchis ransomi* Schultz, 1940. Exptl. Parasit., 10, 268—273, 1960.
- [28] Wardle R. A. — The physiology of the sheep tapeworm *Moniezia expansa* Blanchard. Can. J. Research, 15 D, 117—126, 1937.



AMINY KATECHOLOWE W ZMIANACH RÓWNOWAGI
UKŁADU WEGETATYWNEGO

Opisane przez Szymonowicza i Cybulskiego oraz Olivera i Schäfera (1895) znaczenie biologiczne adrenaliny wzbogacone zostało w 1899 r. przez Lewandowskiego stwierdzeniem, że działanie wyciągów z istoty rdzennej nadnerczy podobne jest w skutkach do drażnienia pozazwojowych włókien współczulnych [7]. W kilka lat później Elljott (1904) wysunął hipotezę, że adrenalina uwalniana jest przez nerwy współczulne [7, 10]. Dokładne jednak studia Barger'a i Dale'a (1910) wykazały istnienie pewnych sprzeczności pomiędzy działaniem adrenaliny i układu nerwowego współczulnego [7, 11]. Na tej podstawie Dale wysunął przypuszczenie, że w zakończeniach układu nerwowego współczulnego wydzielana jest substancja różniąca się nieco pod względem budowy i działania od adrenaliny. Dopiero Cannon i Rosenbluth (1933) wykazali, że po zadrażnieniu nerwów współczulnych pojawiają się we krwi dwie różne substancje. Jedną z nich jest adrenalina, którą z powodu hamującego działania na mięśnie gładkie niektórych narządów nazwano sympatyną „J” (inhibitory), druga substancja, dająca pobudzenie mięśni gładkich innych narządów została nazwana sympatyną „E” (excitatory) [4, 7, 11]. Bacz pierwszy wysunął hipotezę, że w zakończeniach współczulnego układu nerwowego wyzwalana jest noradrenalina [10]. Potwierdziły to późniejsze badania Melville'a (1937), Stehla i Elsworth'a (1937) oraz Greera i współpracowników (1938) [4, 7, 10, 11]. Ostateczne rozstrzygnięcie znaczenia noradrenaliny jako mediatora układu nerwowego współczulnego przyniosły badania Eulera i współpracowników [4, 7, 10, 11]. Posługując się ulepszonymi metodami biologicznymi i chemicznymi stwierdził on, że substancją czynną ostatniego neuronu współczulnego jest noradrenalina (stąd późniejsza nazwa włókna adrenergiczne). Późniejsze badania Pearta (1949), Manna i Westa (1950, 1951) potwierdziły wyniki Eulera [11]. Autorzy ci dokonując obserwacji nad uwalnianiem aktywnych substancji podczas pobudzenia układu nerwowego adrenergicznego *in vivo* dowiedli, że przewodzenie bodźców z zakończeń nerwowych do tkanek jest następstwem działania noradrenaliny. Podstawą do takiego twierdzenia było wykazanie podwyższonej ilości noradrenaliny we krwi wypływającej z narządów unerwionych przez pobudzony układ współczulny.

Obecnie uważa się, że zarówno noradrenalina, jak i adrenalina są ciałami czynnymi układu współczulno-nadnerczowego [4, 11], przy czym adrenalina działa głównie jako hormon, natomiast działanie noradrenaliny jest bardziej wielostronne. Jest ona przede wszystkim mediatorem

chemicznym, poza tym działa jak neurohormon i jest produktem pośrednim w syntezie adrenaliny.

Według Eulera i współpracowników, Frankssona i Höllströma 1 g ludzkiego nadnercza zawiera około 0,5 mg adrenaliny i 0,1 mg noradrenaliny [11]. U noworodków główną katecholaminą nadnerczy jest noradrenalina [10, 11]. Zawartość adrenaliny w tej tkance wzrasta z biegiem wieku. Ponadto 2% ogólnej ilości katecholamin w nadnerczach stanowi dopamina [4, 11]. Obwodowy neuron adrenergiczny zawiera tylko kilka do kilkunastu mikrogramów katecholamin na gram tkanki [7, 11]. Pięćdziesiąt procent tej ilości stanowi dopamina a resztę noradrenalina. Stężenie adrenaliny jest znikome, według Outschöorna i Marty Vogt (1952) wynosi ono 2% zawartości noradrenaliny [4, 11]. Euler uważa, że obecna w układzie współczulnym adrenalina pochodzi z rozrzuconych w ustroju komórek chromochłonnych [4]. Słuszność poglądów Eulera zdają się potwierdzać wyniki badań Goodala i Kirschnera. Autorzy ci inkubując homogenaty nerwów współczulnych i zwojów z (alfa-¹⁴C)tyrozyną lub (alfa-¹⁴C)dopa otrzymywali tylko (alfa-¹⁴C)dopaminę i (alfa-¹⁴C)noradrenalinę, nigdy zaś nie obserwowali obecności adrenaliny [4]. Z badań Montagu (1957), Carlssona i Waldecka (1958), Bertlera i Rosengrena (1959) oraz Vogt wiadomo, że katecholaminy obecne są również w centralnym układzie nerwowym [4, 7, 10, 11], przy czym w mózgach ssaków ilości noradrenaliny i dopaminy są prawie równe. Natomiast zawartość adrenaliny stanowi zaledwie kilka procent ilości noradrenaliny. Godne uwagi jest to, że w jednych okolicach mózgu skupiona jest głównie noradrenalina, a w innych dopamina. Najwięcej dopaminy znajduje się (kilka mikrogramów/gram tkanki) w jądrze ogoniastym i soczewkowym oraz w substancji czarnej. Noradrenalina zlokalizowana jest głównie w podwzgórzu, w jądrze czerwonym i w tworze siatkowatym. Istota szara i biała mózgu oraz rdzeniowe włókna mózgowe zawierają tylko ślady katecholamin.

Z uwagi na obecność dużych ilości dopaminy w obrębie ośrodków ruchowych centralnego układu nerwowego przypuszcza się, że jest ona nie tylko produktem pośrednim w tworzeniu noradrenaliny lecz także wywiera wpływ na czynność tych ośrodków [4]. Hipoteza ta znajduje potwierdzenie w badaniach Carlssona (1958), Holtza (1957), Kobingera (1958) i Schaumanma (1958), którzy stwierdzili, że zwiększenie zawartości dopaminy w mózgu wywołuje pobudzenie motoryczne i sensoryczne z krótkotrwałym następczym znieczuleniem oraz pogłębia znieczulające działanie morfiny. Ponadto wyłączna i stała obecność dopaminy w płucach, wątrobie i jelitach upoważnia Schümanna do twierdzenia, że stanowi ona w tych narządach końcowe stadium biosyntezy i posiada jakieś znaczenie fizjologiczne.

Tworzenie i magazynowanie katecholamin odbywa się w tkance chromochłonnej, w obwodowym neuronie współczulnym i niektórych komórkach układu środkowego [4, 10, 11]. Adrenalina i noradrenalina w istocie rdzennej nadnerczy zlokalizowane są w ziarnistościach chromochłonnych dwóch rodzajów komórek o bardzo zbliżonych cechach morfologicznych [4, 10]. Ze względu na brak różnicy w budowie tych komórek, przypuszcza się, że stanowią one różne stadium cyklu wydzielniczego katecholamin. Ziarnistości jednych komórek zawierają tylko adrenalinę, podczas gdy inny rodzaj komórek posiada ziarnistości wyłącznie z noradrenalina. Skupione w ziarnistościach katecholaminy tworzą stabilne związki

kompleksowe z kwasem adenozynotrójfosforowym i prawdopodobnie z białkiem. Ziarnistości są również miejscem syntezy noradrenaliny z dopaminy, podczas gdy dekarboksylacja dopa do dopaminy i metylacja noradrenaliny do adrenaliny zachodzi w cytoplazmie [4]. Adrenalina wnika do ziarnistości w formie gotowej.

Rozmieszczenie amin katecholowych w komórkach współczulnych układu nerwowego jest podobne jak w nadnerczach [4, 10, 11]. W cytoplazmie obecne są dopamina i noradrenalina, podczas gdy ziarnistości zawierają noradrenalinę w połączeniu z ATP i białkiem. W nich też zachodzi tworzenie noradrenaliny z dopaminy. Decentralizacja współczulnych komórek nerwowych albo istoty rdzennej nadnerczy przez przecięcie włókien przedwojowych nie obniża zdolności tych komórek do gromadzenia amin katecholowych. Przecięcie zaś włókien pozazwojowych prowadzi do utraty noradrenaliny w ich odcinkach obwodowych.

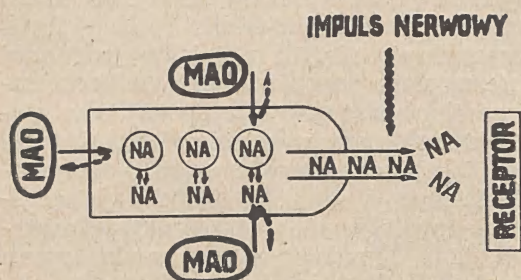
Dożylnie podanie zawiesiny ziarnistości chromochłonnych w płynie izotonicznym wzmacnia ciśnienie krwi tylko o 1/5 wartości posiadanych katecholamin. Natomiast po rozpuszczeniu ziarnistości w wodzie destylowanej i podaniu dożylnym uwidacznia się natychmiast pełny efekt zawartych w nich amin katecholowych [4, 10]. Badania nad uwalnianiem katecholamin z ziarnistości *in vitro* wskazują, że zależy ono nie tylko od warunków fizykochemicznych środowiska, lecz może być spowodowane także działaniem niektórych uwalniaczy histaminy, działaniem tyraminy, fenyletylaminy, efedryny i amfetaminy [4, 10].

Wydalanie adrenaliny i noradrenaliny z ziarnistości istoty rdzennej nadnerczy i z komórek układu nerwowego współczulnego *in vivo* zachodzi pod wpływem działania czynników stressowych, anoksji i w stanach emocji, a w warunkach doświadczalnych w wyniku zadrażnienia nerwów układu adrenergicznego [4, 10]. Warto tu wspomnieć o spostrzeżeniach Lucio i Gonięgo (1948) oraz Vogt (1952), którzy wykazali, że nawet długotrwałe drażnienie nerwów nie zmienia ilości zawartej w nich noradrenaliny [4, 10, 11]. Fizjologicznymi uwalniaczami katecholamin w ustroju są acetylocholina, histamina i insulina.

Sposób sekrecji katecholamin z ziarnistości nie jest jasny. Być może, że całe ziarenko wydzielane są z komórek, względnie adrenalina i noradrenalina opuszczają swe magazyny drogą dyfuzji poprzez błonę komórkową [4, 10]. Ta ostatnia koncepcja znajduje potwierdzenie w badaniach de Robertisa i Vaz Ferreira (1957), którzy stwierdzili, że ziarenka chromafinowe w podrażnionych komórkach przylegają do błony komórkowej. Ponadto poważną rolę w uwalnianiu katecholamin z połączeń kompleksowych w ziarnistościach zdają się odgrywać enzymy, rozszczepiające ATP. Blaschko oraz Hillarp (1958) podają, że aktywność enzymów w ziarnistościach jest wysoka [4].

Hipotezą częściowo wyjaśniającą procesy syntezy i magazynowania oraz uwalniania i pomownego wchłaniania katecholamin w obrębie neuronów jest wprowadzone przez Brodiego i Beavena pojęcie „neurochemicznego transformatora” (neurochemical transducer) [3]. Jest to pojęcie o charakterze strukturalno-czynnościowym. W tym ujęciu procesy magazynowania związane są z istnieniem tzw. ruchomej i rezerwowej puli noradrenaliny. Obie te pule oddzielone są od receptora i enzymów utleniających katecholaminy za pomocą osłonki. Noradrenalina puli rezerwowej skupiona jest w ziarnistościach pod postacią połączeń z ATP. Natomiast pulę ruchomą stanowi noradrenalina rozpro-

szona w cytoplazmie. Pomiędzy obydwoma pulami istnieje stan równowagi uwarunkowany przenikaniem noradrenaliny z jednej puli do drugiej w zależności od stężenia. Ponadto działają tu siły aktywnego transportu. Wykazano bowiem, że izolowane ziarenka chromochłonne nadnerczy mogą pobierać noradrenalinę *in vitro* w obecności ATP i jonów magnezu. Proces ten jest blokowany przez rezerpinę i imid kwasu n-etylomaleinowego. Noradrenalina z przestrzeni spichrzającej przenika przez błonę lipidową drogą zwykłej dyfuzji lub pod wpływem bodźca nerwowego. Ilość samoistnie dyfundującej noradrenaliny jest stosunkowo niewielka i ulega ona szybkiej inaktywacji przez enzymy. Natomiast bodziec nerwowy zwalnia duże ilości noradrenaliny i kieruje ją na receptor. Podczas tego aktu część noradrenaliny jest rozkładana przez obecną w tkankach oksymetylotransferazę, a reszta ulega zwrotnemu wessaniu do przestrzeni spichrzającej. Zjawisko wsysania przypisują autorzy bliżej nieznanym czynnikom biofizykochemicznym, będącym wyrazem aktywnego transportu. Zachodzi ono stale, a istnienie jego zostało stwierdzone między innymi przez Titusa. Badał on pobieranie znakowanej noradrenaliny przez skrawki mózgu i stwierdził, że jest ona wychwytywana z roztworu nawet wtedy, kiedy jej stężenie w tkance mózgowej przewyższa stężenie w roztworze. Ponadto Brown stwierdził, że po ukończonej serii impulsów nerwowych dużo zwolnionej



Rys. 1. Schemat neurochemicznego transformatora (wg Brodiego i Beavena)

noradrenaliny wraca do składnicy zakończenia nerwowego. Podobnie w stosunku do adrenaliny zachowuje się mięsień sercowy i zakończenia nerwowe układu współczulnego. Tkanka desympatyzowana właściwości tych nie posiada. Rezerpina i uabaina znoszą czynność aktywnego transportu noradrenaliny w tkankach (rys. 1).

Reakcja tkanki efektorowej na adrenalinę lub noradrenalinę zachodzi dzięki receptorom adrenergicznym. Zdają się istnieć dwa typy tego rodzaju receptorów [4, 10, 11]. Pierwszym, który stworzył koncepcję receptorów był Dale. Alfa receptory reagują najsilniej z noradrenaliną i adrenaliną, dając w efekcie tej reakcji skurcz mięśni gładkich, blokowane zaś są przez alkaloidy sporyszu. Beta receptory odpowiedzialne są za zahamowanie czynności mięśni gładkich, biorą ponadto udział w metabolizmie węglowodanów i są uwalniaczami ACTH, szczególnie silnie reagują z izoprenalaliną (izopropylnoradrenaliną), a blokuje je dwuchloroizopropylonoradrenalina. Wzmaganie siły skurczów i przyspieszenie akcji serca jest spowodowane przez beta receptory. Ruchy jelit hamują zarówno alfa, jak i beta receptory.

Lokalizacja receptorów w komórce, ich własności fizykochemiczne oraz mechanizm reagowania z katecholaminami nie są jeszcze wyja-

śnione [4, 10]. Z badań elektrofizjologicznych Bozlera, Edith Büllbring i Burnstocka wynika, że receptory adrenergiczne w mięśniach gładkich umiejscowione są w obrębie błon komórkowych [10]. Autorzy ci stwierdzili, że adrenalina obniża pobudliwość elektryczną błon komórkowych, podnosi ich potencjał spoczynkowy i znosi potencjały czynne, ponadto z pewnymi receptorami zmienia zdolność jonową przenikania błony komórkowej. Komórki zwojów przedsionkowo-komorowych serca wykazują także charakterystyczne zmiany w czynności elektrycznej pod wpływem adrenaliny. Badania za pomocą mikroelektrod punktowych wykazują, że adrenalina wzmacnia depolaryzację rozkurczową i podnosi potencjał spoczynkowy tych komórek [10].

Działanie glikolityczne adrenaliny wykazuje, że receptory adrenergiczne mogą być zlokalizowane również we wnętrzu komórki [4, 10].

Niektórzy z autorów stoją na stanowisku, że receptory adrenergiczne są enzymami uczynnianymi przez katecholaminy [10]. Sutherland na przykład uważa, że wiele efektów metabolicznych spowodowane jest nagromadzeniem kwasu 3—5-adenozynojednofosforowego (cykliczny kwas adenilowy), substancja ta wzmacnia aktywność fosforylasy, wpływającej na różne procesy metabolizmu. Teorię zależności systemu cyklicznego od beta receptorów potwierdza fakt, że najbardziej aktywną w jego pobudzaniu jest izoprenalina, mniej adrenalina, a najmniej noradrenalina [10]. Ponadto Schild stwierdził, że adrenalina działa tak samo na receptory w normalnym, jak i zdepolaryzowanym mięśniu. Lundholm zaś wykazał, że hamowanie czynności mięśni gładkich pod wpływem adrenaliny jest następstwem gromadzenia się kwasu mlekowego.

Już od czasów Claude Bernarda wiadomo, że stałość środowiska wewnętrznego ustroju, określana przez Cannona jako homeostaza zależy w dużej mierze od czynności układu nerwowego vegetatywnego [6], przy czym skutki działania układu przywspółczulnego mają charakter raczej umiejscowiony [1], a czynności jego mogą być precyzyjnie rozdzielane [2]. Na przykład hamowanie akcji serca może przebiegać niezależnie od pobudzenia wydzielania soku żołądkowego. Działanie zaś układu współczulno-nadnerczowego jest bardziej uogólnione [1, 2]. Pobudzenie powstające odruchowo w ośrodkach tego układu obejmuje zazwyczaj bardzo dużo neuronów w obrębie różnych narządów, poza tym rozprzestrzenia się ono na drodze humoralnej poprzez adrenalinę. Dzięki tej właściwości układ współczulny może być szybko i skutecznie mobilizowany w wypadku zachwiania stałości środowiska wewnętrznego ustroju lub dla wzmocnienia sił obronnych.

W działaniu swym układ współczulny i nadnercza wzajemnie się wspomagają i uzupełniają. Noradrenalina jako mediator stanowi materialne podłoże, przenoszące energię nerwową na tkanki — wydzielana w bezpośrednim sąsiedztwie efektorów osiąga tam znaczną koncentrację dzięki czemu jest bardziej operatywna niż adrenalina w zapobieganiu zmianom środowiska wewnętrznego. Czynniki stressowe stanowiące przede wszystkim podniecie dla układu współczulnego i krążenia, a dalej przez zmiany metaboliczne w ustroju są bodźcami wydzielniczymi dla adrenaliny z nadnerczy i tkanki chromochłonnej w ogólności [4, 10]. W tych sytuacjach adrenalina najprawdopodobniej wspomaga działanie układu nerwowego.

W wyniku sprawnej czynności układu współczulno-nadnerczowego ustrój ludzki i zwierząt wyższych jest zdolny do szerokiej adaptacji.

Wzrost ciśnienia krwi połączony z rozszerzeniem naczyń szkieletowych i naczyń wieńcowych serca oraz wzmożona siła skurczu serca i zwiększona jego objętość wyrzutowa doprowadzają układ krwionośny do stanu maksymalnej wydajności. Przecukrzenie krwi jest dostatecznym źródłem energii dla pracujących mięśni. Wzrost ilości krwinek czerwonych zwiększa pojemność tlenową krwi, a rozszerzenie oskrzelików oraz przyspieszenie i pogłębienie oddechów umożliwia wzmożone chłonięcie tlenu i dostarczanie go tkankom. Równocześnie wzmacnia się zużycie tlenu w tkankach.

Czynność wydzielnicza istoty rdzennej nadnerczy przy wysiłku była przedmiotem badań Hartmana oraz Cannona i Lintona (1924). Badacze ci stwierdzili u zwierząt wzrost wydzielania istoty rdzennej nadnerczy podczas pracy mięśniowej [11]. Wada, Seo i Abe (1935) wykazali wzrost ilości adrenaliny w żyłach nadnerczowych u pracujących zwierząt [11], zaś Selye (1936) opisał zanik ziarnistości w komórkach chromochłonnych nadnerczy u zwierząt podczas wysiłku [11], Hekfelt (1951) zaobserwował spadek zawartości adrenaliny w istocie rdzennej nadnerczy [11].

Wydalanie adrenaliny i noradrenaliny z moczem w przebiegu wysiłku fizycznego było badane przez Eulera i Hellnera (1952) oraz Holmgreena [11]. Autorzy ci podają, że forsowny wysiłek prowadzi z reguły do wzrostu zawartości katecholamin w moczu, natomiast lekki wysiłek tylko nieznacznie podnosi ilość wydalanej adrenaliny i noradrenaliny.

Najlepszym przykładem ilustrującym udział układu współczulno-nadnerczowego w przebiegu wysiłku są wyniki oznaczeń adrenaliny i noradrenaliny we krwi wykonane przez Vendsalu u ludzi [11]. Wykazał on, że zawartość noradrenaliny we krwi wzrasta szybko i wprost proporcjonalnie z wysiłkiem, szybkością tętna i wzrostem ciśnienia krwi. W 5 minut po skończeniu pracy ilość jej spada do wartości spoczynkowej. W przeciwieństwie do tego zawartość adrenaliny we krwi zwiększa się powoli, a po ukończeniu wysiłku utrzymuje się dłużej niż noradrenalina. Autor zgodnie z twierdzeniem Cannona i Bacqa przypisuje dostosowywanie się ciśnienia krwi do wymogów pracy działaniu noradrenaliny. Noradrenalina powodując skurcz naczyń w narządach spoczynkowych wytwarza kompensację nadmiernie rozszerzonego łożyska naczyniowego w pracujących mięśniach i narządach. Natomiast bodźcem dla zwiększonego wyrzucania adrenaliny do krwi jest wzrost zużycia tlenu i węglowodanów oraz gromadzenie się kwasu mlekowego w tkance mięśniowej.

Freeman i Rosenbluth wykazali, że zwierzęta pozbawione zwojów współczulnych reagują na wysiłek spadkiem ciśnienia krwi. Podobne zjawisko obserwowali Lord i Hinton (1945) oraz Holmgreen (1955) u ludzi [11].

Zmiany hemodynamiczne, towarzyszące ułożeniu ciała głową w dół pod kątem od 25 do 90 stopni przebiegają u ludzi ze zwiększonym uwalnianiem do krwi amin katecholowych, przy czym wzrasta głównie ilość noradrenaliny bez większych odchyłeń w stężeniu adrenaliny. Obserwacje tego typu poczynili Sundin [9] i Vendsalu [11]. Sundin wykazał również, że blokada zwojów współczulnych (mecamylaminą) znosi w tych wypadkach reakcję współczulnego układu nerwowego, a wyrazem tego jest brak istotnego wzrostu ilości wydalanej z moczem nora-

drenaliny. U osób z nadciśnieniem samoistnym wydalanie noradrenaliny i adrenaliny nie wykazywało znamiennych wahań przy zmianie pozycji ciała [9].

Podobne badania wykonywane były przez Vendsalu [11] u pacjentów z niedociśnieniem. Stwierdził on, że wszyscy badani po ułożeniu głową w dół pod kątem 65° mieli szybki i wzrastający spadek ciśnienia skurczowego i rozkurczowego krwi oraz słabo zaznaczony wzrost częstości tętna. Zmiany stężenia katecholamin we krwi były niewyraźne i nieistotne.

Od sprawnego działania układu współczulno-nadnerczowego zależy między innymi ciepłota ciała i zdolność adaptacji ustroju do różnych warunków klimatycznych. Zwierzęta z wyłączonym farmakologicznie lub chirurgicznie współczulnym układem nerwowym lub usuniętymi nadnerczami są bardzo wrażliwe na zimno [8]. Równoczesna desympatyza z adrenalectomią czyni je całkowicie niezdolne do obrony przed ochładzaniem [8]. Jedynie w czas podana adrenalina może przedłużyć okres przeżycia tych zwierząt w niskiej ciepłocie otoczenia, a nawet uchronić je przed śmiercią.

Z badań licznych autorów wynika, że głównym mediatorem układu współczulno-nadnerczowego w chemicznej regulacji temperatury ciała są aminy katecholowe [6, 8]. Stwierdzano bowiem wyraźny ich wzrost w nadnerczach, we krwi obwodowej i w moczu u zwierząt poddanych działaniu zimna [6, 8]. Według na podstawie swych obserwacji uważa, że bardziej operatywną w walce z oziębianiem jest noradrenalina. Adrenalina działa niejako w drugiej linii obrony, wspomagając czynność noradrenaliny, lecz efekt jej działania jest decydujący. Wyrazem tego jest liniowa zależność pomiędzy ilością wydalananej adrenaliny a natężeniem i czasem trwania oziębiania. Okazuje się bowiem, że u szczurów poddanych działaniu zimna ilość wydalananej z moczem adrenaliny narasta stopniowo i osiąga swój szczyt po upływie 1 tygodnia, po czym prawdopodobnie skutek zaaklimatyzowania się zwierząt szybko spada. W przeciwieństwie do tego ilość noradrenaliny w czasie działania zimna szybko osiąga swój szczyt, na którym utrzymuje się prawie tak długo, jak długo działa czynnik zimna. Zmniejszenie się jej ilości w przebiegu długotrwałej aklimatyzacji jest niewielkie i nie osiąga nigdy poziomu wyjściowego.

Badania Arnetta i Watsa (1960) wykonywane u zdrowych mężczyzn, poddanych stressowemu działaniu niskiej temperatury ($6,5^\circ\text{C}$) przez 1 godzinę, wykazały wyraźny wzrost wydzielania katecholamin, zwłaszcza adrenaliny [8].

Zachowanie się amin katecholowych we krwi w stanie hipotermii było przedmiotem badania Hołobuta [6]. Oznaczenia wykonane u 13 uśpionych chloralozą psów wykazują jednolity wzrost adrenaliny i noradrenaliny. Zwierzęta z usuniętymi nadnerczami reagowały na obniżenie ciepłoty ciała głównie zwiększonym uwalnianiem noradrenaliny, były bardziej podatne na oziębianie i wykazywały mniejszą nań odporność. Godne uwagi jest spostrzeżenie, że w przypadkach powolnego obniżania temperatury ciała istniało znaczne wyrzucanie amin katecholowych do krwi, natomiast w doświadczeniach z szybko zachodzącym oziębianiem ilość amin katecholowych była niższa.

Zaobserwowany przez Hołobuta brak istotnej różnicy w ilości hormonów katecholowych po odnerwieniu zatok szyjnych i przecięciu ner-

wów błędnych wskazuje, że mechanizm uwalniania adrenaliny i noradrenaliny w przebiegu hipotermii nie jest wynikiem spadku ciśnienia krwi i podrażnienia pressoreceptorów lecz zachodzi na innej bliżej nieznanej drodze.

Termogenne własności hormonów katecholowych w zależności od wieku przebadane zostały przez Moore'a [4]. Stwierdził on, że noradrenalina podana nowonarodzonym kociętom w dawce 400 µg/kg wagi ciała powoduje szybki wzrost zużycia tlenu, który osiąga maksimum po upływie 10—15 minut i trwa około 2 godzin. Równocześnie z tym narasta ciepłota ciała. Efekt tego działania noradrenaliny zmniejsza się z wiekiem zwierzęcia i w 6 lub 7 tygodniu życia jest już niewielki. Adrenalina u kilkudniowych kotów nie ma działania termogenicznego, natomiast ujawnia się ono w miarę dorastania zwierząt i jest wyraźne u osobników dorosłych. Zjawisko to można by tłumaczyć albo nieodróżnianiem receptorów adrenergicznych u młodych zwierząt, albo brakiem u nich receptorów wrażliwych na adrenalinę zwłaszcza, że u płodów i noworodków głównym hormonem katecholowym tkanki chromochłonnej jest noradrenalina. Chociaż po podaniu dibenyliny termogenicznymi zarówno u młodych, jak i u dorosłych zwierząt są oba wymienione hormony.

Wytwarzanie katecholamin u zwierząt a być może i u człowieka waha się w zależności od wieku, wagi ciała, a nawet od pory roku. Kärki (1956) oraz Leduc (1961) [8] wykazali stopniowy i łagodny spadek ilości wydalananej adrenaliny i noradrenaliny wraz ze wzrostem wagi ciała. Produkcja hormonów katecholowych obniża się też podczas miesięcy letnich. Leduc na przykład zaobserwował, że w gruczołach nadnerczowych szczurów znajduje się mniej katecholamin w lecie niż w zimie.

Rola układu współczulno-nadnerczowego we wstrząsie pourazowym i pokrwotocznym jest dwójakiego rodzaju. Uaktywniany strachem i bólem w momencie działania czynnika szkodliwego bierze między innymi udział w powstawaniu wstrząsu a w okresie jego rozwoju jest jednym z wielu środków obrony. Tego rodzaju twierdzenie nasuwa się w związku ze spostrzeżeniami Cannona, który uważa, że w pewnych wypadkach pierwotną przyczyną wstrząsu jest nadmierne podrażnienie współczulnego układu nerwowego i nadnerczy [2]. Ponadto Erlanger i Gasser wykazali, że wstrząs można wywołać długotrwałym podawaniem dużych dawek adrenaliny [2]. Podobnie stany rzekomej wściekłości prowadzą w efekcie końcowym do zmniejszenia objętości krwi krążącej i spadku jej ciśnienia [2]. Wściekłość rzekoma wywołana po usunięciu pni współczulnych nie pociąga za sobą zaburzeń hemodynamicznych [2]. Przekonywającym również dowodem współudziału adrenaliny i noradrenaliny w rozwoju wstrząsu może być zaobserwowany przez Hołobuta wzrost ich ilości w osoczu u psów po niewielkiej utracie krwi, kiedy brak jest jeszcze uchwytnych zmian ciśnienia [5].

Uczynnienie układu współczulno-nadnerczowego jest również aktem obrony organizmu przed skutkami rozwiniętego wstrząsu. Wyrazem tego jest zwiększone wydzielanie adrenaliny i noradrenaliny podczas wstrząsu [4, 5, 10]. Z badań Hołobuta wynika, że w miarę spadku ciśnienia krwi u psów będących w stanie wstrząsu krwotocznego wzrasta bardzo ilość katecholamin w osoczu [5], przy czym ilość adrenaliny w początkowych okresach wstrząsu wzrasta szybciej niż noradrenaliny lecz w miarę jego

trwania a zwłaszcza w fazie końcowej stężenie jej spada. W przeciwieństwie do tego zawartość noradrenaliny nie wykazuje tendencji spadkowych lecz rośnie w miarę utraty krwi i pogłębiania wstrząsu. Zwierzęta pozbawione nadnerczy są bardziej podatne na rozwój wstrząsu i reagują nań głównie wzrostem uwalniania noradrenaliny, jakkolwiek w mniejszym stopniu jak zwierzęta z nadnerczami.

Doświadczalne przecinanie nerwów współczulnych stanowi najbardziej typowy przykład zmienionej czynności układu vegetatywnego. Mimo że odnerwiony narząd nie traci swych podstawowych funkcji fizjologicznych, a w strukturze jego wg Langleya nie dostrzega się żadnych zmian morfologicznych to jednak jego zdolność adaptacji do zmiennych warunków otoczenia, jak już było wspomniane jest ograniczona [1]. Z badań Cannona wiadomo, że zwierzę pozbawione obu pni współczulnych nie jest zdolne do większych wysiłków [1, 2]. Osobniki męskie tracą zdolność ejakulacji, a u samiczek występuje przedłużenie ciąży i upośledzenie laktacji [1]. Decentralizacja pozbawia rdzeń nadnercza zdolności wydzielniczej, chociaż zawartość adrenaliny w nim jest równa ilości w nadnerczu normalnym [1]. Ponadto zwierzę desympatyzowane jest bardzo podatne na szkodliwe wpływy środowiska, a pozbawione troskliwej opieki szybko ginie [1, 2].

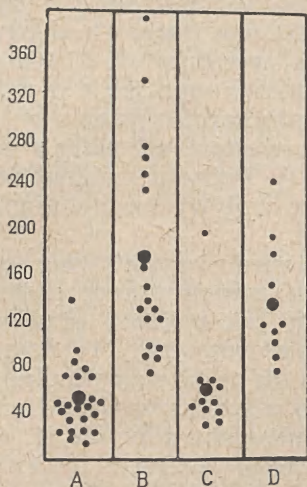
Innym zjawiskiem występującym w tkance vegetatywnie odnerwionej jest nadwrażliwość jej receptorów na mediator neurochemiczny [1; 4, 10]. Nadwrażliwość jest mniejsza przy odnerwieniu przedzwojowym. Największe jej natężenie przypada pomiędzy 14 i 16 dniem po przecięciu nerwów. Pozostaje na stałe i cofa się tylko w wypadku regeneracji nerwów. Po przecięciu obwodowego neuronu zasób adrenaliny i noradrenaliny w tkankach zmniejsza się lub znika zupełnie [1, 4, 10]. Zjawisko nadwrażliwości wyjaśniano początkowo zanikiem monoamino-oksydazy w tkance współczulnie odnerwionej, jednak w świetle skrupulatnych badań koncepcja ta została obalona. Zgodnie z teorią neurochemicznego transformatora można by sądzić, że przyczyną nadwrażliwości jest brak pompy ssącej, która w warunkach normalnych powoduje resorpcję zwrotną i magazynowanie nadmiaru uwolnionej podczas pobudzenia noradrenaliny w zakończeniach nerwowych [3].

Przykładem nadwrażliwości tkanek desympatyzowanych na adrenalinę i noradrenalinę jest paradoksalne rozszerzenie źrenicy u chorego z zespołem Klaudiusza Bernarda-Hornera w przebiegu narkozy eterowej lub nawrót po zdenerwowaniu objawów choroby Raynauda u osobnika wyleczonego przez sympatektomię.

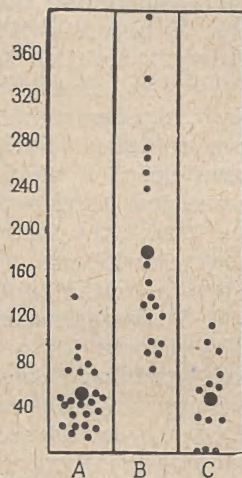
Czasami zmiana czynności układu współczulno-nadnerczowego może być dla ustroju zjawiskiem niekorzystnym. Przykładem tego jest pobudzenie układu adrenergicznego ze wzrostem amin katecholowych w moczu w przebiegu choroby Buergera. Wykonane przeze mnie pomiary wykazały, że chorzy na zarostowo-zakrzepowe zapalenie tętnic wydalają z moczem trzykrotnie więcej katecholamin niż osoby zdrowe (rys. 2 B). Stan nadczynności tego układu poprzez swe kurczące działanie na naczynia krwionośne pogłębia istniejące zmiany i zaostrza przebieg choroby. Dlatego w leczeniu stosowane jest odnerwienie współczulne chorobowo zmienionych naczyń oraz podawanie środków sympatykolitycznych. Okres względnej poprawy i stabilizacji rozwoju choroby po sympatektomii jest jednak krótki a nawrót dolegliwości zjawia się mniej więcej przy końcu trzeciego tygodnia po operacji. Ilość amin katecholo-

wych w moczu w pierwszych dwóch tygodniach po sympatektomii jest niska (rys. 2 C), zbliżona do normy, lecz wzrasta przy końcu trzeciego tygodnia i w czwartym tygodniu osiąga z powrotem wartości podobne jak w okresie przedoperacyjnym (rys. 2 D). Leki sympatykolityczne wraz z poprawą stanu chorego sprowadzają ilość katecholamin do normy (rys. 3).

Zmiany tonusu układu współczulnego dokonać można stosowaniem szeregu środków farmakologicznych. Ciekawie i pomysłowo przedstawia się mechanizm ich działania w świetle koncepcji Brodiego i Beavena [3]. Rezerpina według tych autorów, blokując procesy aktywnego transportu w zakończeniu nerwowym uwalnia noradrenalinę ku



Rys. 2. Wartości aminokatecholi wydanych z moczem ($\mu\text{g}/24 \text{ godz}$): A — u osób zdrowych, B — u chorych na zarostowozakrzepowe zapalenie tętnic, C — u chorych w pierwszych 2 tygodniach po sympatektomii, D — u chorych w 3, 4 i 5 tygodniu po sympatektomii

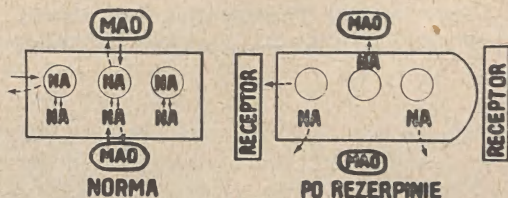


Rys. 3. Wartości aminokatecholi wydanych z moczem ($\mu\text{g}/24 \text{ godz}$): A — u osób zdrowych, B — u chorych na zarostowozakrzepowe zapalenie tętnic, C — u chorych na zarostowozakrzepowe zapalenie tętnic leczonych zachowawczo

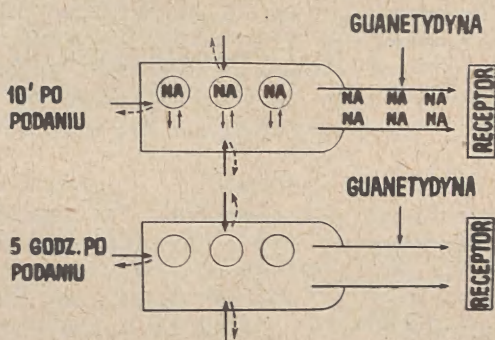
miejscom największej operatywności monoaminooksydazy. W wyniku tego następuje szybki rozpad noradrenaliny a w moczu, jak to wykazali Kopin i Gordon pojawiają się głównie produkty dezaminacji amin katecholowych [3]. Podobnie Nash udowodnił, że rezerpina zwalnia noradrenalinę w kierunku MAO [3]. W badaniach swych przepuszczał on rezerpinę przez izolowane serce, którego zakończenia nerwowe nasycone były znakowaną noradrenaliną i wykazał w perfuzacji siedmiokrotny wzrost produktów dezaminacji noradrenaliny z niewielką zmianą w ilości pochodnych metylowych (rys. 4).

W przeciwnieństwie do rezerpiny guanetydyna i inne pochodne związków fenyletyloaminowe opróżniają obwodowe magazyny noradrenaliny kierując jej strumień na receptor [3]. Dlatego w pierwszej chwili ich działania efekt sympatykolityczny poprzedzony jest krótkotrwałym

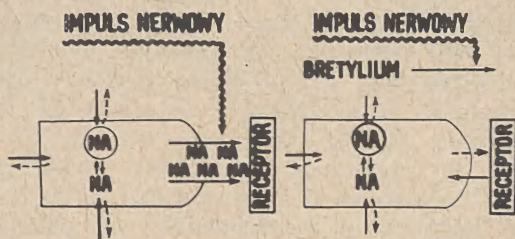
stanem podobnym do pobudzenia układu współczulnego. Nash i inni wykazali, że perfuzja guanetydyną izolowanego serca znakowanego noradrenaliną zwiększa w perfuzacie sześciokrotnie ilość produktów metylacji noradrenaliny. Podobnie działają dopaminowa pochodna guanetydyny BW 62-127, d- i l-amfetamina oraz produkt dekarboksylacji alfa-metylo-metatyrozyny: metaraminol (rys. 5).



Rys. 4. Schemat działania rezerpiny (wg Brodiego i Beavena)



Rys. 5. Schemat działania guanetydyny (wg Brodiego i Beavena)



Rys. 6. Schemat działania bretylium (wg Brodiego i Beavena)

Antagonistami guanetydyny są bretylium i zasadowa pochodna guanidyny BW 392 C 60. Związki te zapobiegają uwalnianiu noradrenaliny przez guanetydynę. Ponadto obie te substancje obniżają ciśnienie krwi przez zahamowanie uwalniania noradrenaliny w zakończeniach współczulnych pod wpływem impulsów nerwowych [3] (rys. 6).

LITERATURA

- [1] Bacq Z. M. — *Principes de Physiopathologie et de Thérapie générales*. Sec. éd. Liege, Sciences et Lettres Éd. 1959.
- [2] Best C. H., Taylor N. B. — *Fizjologiczne podstawy postępowania lekarskiego*, s. 363—368 i s. 990—1001, Warszawa 1959.
- [3] Brodie B., Beaven M. A. — *Medicina Experimentalis*, 8, s. 320—351, 1963.
- [4] Ciba Foundation Symposium on Adrenergic Mechanism. Edited by Wolstenholme, a. O'Connor. London 1960.

- [5] Hołobut W. — *Acta Physiol. Polonica*, v. XIII, fasc. 6, s. 679, 1962.
- [6] Hołobut W. — *Acta Physiol. Polonica*, v. XIV, fasc. 6, s. 601, 1963.
- [7] Józkie wicz St. i Krause M. — *Postępy biochemii*, t. VII, z. 2, s. 207, 1961.
- [8] Leduc J. — *Acta Physiol. Scand.*, suppl. 183, 1963.
- [9] Sundin T. — *Acta Medica Scand.*, suppl. 336, 1958.
- [10] Symposium on Catecholamines. *American Society for Pharmacology and Experimental Therapeutics*, New York, 1959.
- [11] Vendsalu A. — *Acta Physiol. Scand.*, v. 49, suppl. 173, Lund, 1960.

BIOFIZYCZNE EFEKTY STAŁYCH PÓL MAGNETYCZNYCH

Z punktu widzenia fizyki wszelkie procesy życiowe należą do kategorii zjawisk elektromagnetycznych. Uzasadnia się to między innymi tym, że dostarczycielem energii dla przejawów życiowych jest metabolizm, który — rozpatrując rzecz fizykalnie — polega na ciągłym powstawaniu i rozrywaniu wiązań chemicznych, mających jak wiadomo naturę elektromagnetyczną. Dodatkowym argumentem są zjawiska bioelektryczne, towarzyszące wszystkim funkcjom w organizmach żywych. Jest zatem rzeczą zrozumiałą, że istnienie wpływu magnetyzmu na ustroje żywe mogłoby być postulowane już na podstawie samych przesłanek teoretycznych.

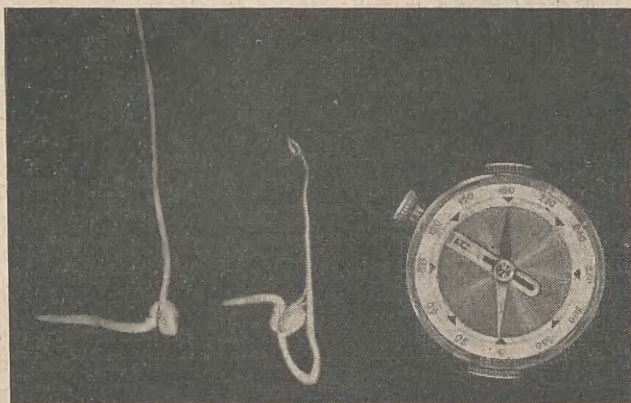
Szereg momentów natury praktycznej, np. ustalenie doniosłej roli pól magnetycznych w ekologii przestrzeni kosmicznej oraz zarysowujące się możliwości wykorzystania magnetyzmu do celów terapeutycznych w medycynie, złożyło się na to, iż w ostatnich latach badaniom nad biologicznymi skutkami magnetyzmu poświęcono wyjątkowo wielką liczbę prac doświadczalnych. Wyniki tych badań ze wszech miar zasługują na omówienie.

Naturalne ziemskie pole magnetyczne jest nieodłącznym i stale działającym czynnikiem środowiskowym. Zapewne niewielkiemu jego nateżeniu (około 0,2 oersteda) przypisać należy to, że wpływ jego jest trudno zauważalny, tak że dopiero zastosowanie technicznych pól magnetycznych o nateżeniach od kilku tysięcy do ponad stu tysięcy oerstedów pozwoliło na uzyskanie niewątpliwych efektów biologicznych. Ale nawet i w słabym polu ziemskim udało się w wielu przypadkach dokonać przekonywających spostrzeżeń odnośnie do oddziaływania naturalnego geomagnetyzmu na organizmy roślinne i zwierzęce.

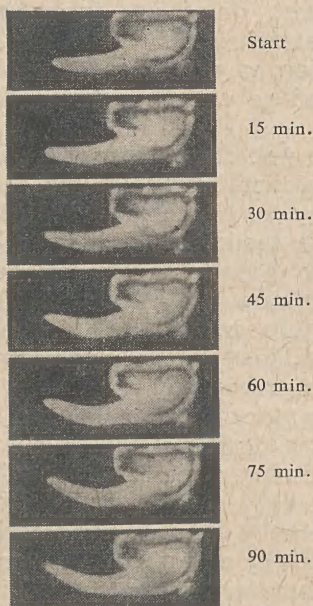
Na przykład Pittman [25] w doświadczeniach polowych zaobserwował, że pszenica ozima, *Triticum vulgare*, dojrzewa zawsze o 4 do 6 dni wcześniej, jeśli była wysiana w rządkach przebiegających w kierunku północ-południe, niż wtedy gdy rządki były skierowane wzdłuż linii wschód-zachód. Również w ułożeniu źdźbeł i liści u większości roślin daje się zauważyć tendencję do południkowej orientacji. Te same rezultaty powtórzyły się w hodowlach laboratoryjnych przy sztucznym oświetleniu.

W 1960 r. Kryłow i Tarakanowa [18, 19] oraz niezależnie od nich Audus [1, 2] w ścisłych doświadczeniach laboratoryjnych, przy użyciu naturalnych i sztucznych pól magnetycznych, udowodnili istnienie magnetotropizmu u roślin. W doświadczeniach Kryłowa i Tarakanowej siewki roślin (np. kukurydzy, rzodkiewki, pszenicy, grochu) rosły lepiej, jeśli podczas kiełkowania korzonek był zwrócony w stronę bieguna południowego. Przy sztucznym skierowaniu korzonka ku biegu-

nowi północnemu korzonek skręca w krótkim czasie w stronę bieguna południowego (rys. 1). Oprócz tego zahamowanie wzrostu siewek jest znaczniejsze przy ich orientacji północnej, aniżeli przy południowej. Zauważono też, że pleśnie zdecydowanie częściej porażają nasiona zwró-



Rys. 1. Magnetotropizm korzonków kiełków pszenicy; korzonki rosną w kierunku południowego bieguna magnetycznego — niezależnie od pierwotnego usytuowania ziaren (wg Kryłowa i Tarakanowej)



Rys. 2. Magnetotropizm korzonków kiełkujących nasion *Lepidium sativum*; kolejne stadia magnetotropijnego wyginania się korzonków, sfotografowane w odstępach 15-minutowych (wg Audusa)

cone kiełkiem ku biegunowi północnemu, aniżeli ziarna dowolnej innej orientacji. Przekonano się, że wpływ giberyliny na wzrost kiełków jest różny, przy różnej ich orientacji wobec pola magnetycznego, mianowicie najsilniejszy przy orientacji północnej.

Audus [1, 2] umieszczał kiełki sałaty *Lepidium sativum* pomiędzy biegunami silnego magnesu stałego, wytwarzającego przy nabiegunnikach pole o natężeniu $H = 4000$ gaussów przy gradiencie około 5600 gaus-

sów/cm. Całość aparatury obracała się w osi poziomej na mosiężnym klinostacie w celu wyeliminowania reakcji geotropijnych. Kielki fotografowano co 10—15 min. Już po 30—45 min obserwowano wyraźne wyginanie się korzonków w kierunku spadku natężenia pola magnetycznego (rys. 2). Analogicznych rozmiarów geotropijne skrzywienie korzonków następowało po 4—8 min. W komórkach po wklęsłej stronie wygięcia było nieco więcej (o około 5%) ziarenek skrobi, które mogą być



Rys. 3. Zahamowanie wzrostu siewek grochu polnego w polu magnetycznym (lewa szalka) po 12 dniach hodowli: przeciętny wzrost roślin kontrolnych 16,3 cm, przeciętny wzrost roślin magnetyzowanych 11,0 cm (zdjęcie oryginalne)

rozpatrywane w danym razie jako statolity wyzwalające reakcję magnetotropijną. To przypuszczenie nie wystarcza jednak do objaśnienia zjawiska, ponieważ stosunek czasu reakcji magnetotropijnej do czasu odczynu geotropijnego wynosi 1:7 względnie 1:6, natomiast bezpośrednia siła działania pola magnetycznego na statolity skrobiowe jest aż 100 do 150 razy słabsza niż działanie grawitacji. Być może więc dołączają się tutaj jeszcze jakieś procesy biochemiczne.

Zauważony przez wyżej cytowanych autorów objaw zahamowania wzrostu roślin w polu magnetycznym jest objawem charakterystycznym i stałym i był konstатовany przez wielu innych badaczy, np. przez Alexandra [3] na kielkach jęczmienia, ponadto przez autorów artykułu na siewkach grochu polnego (rys. 3). Tabela 1, zapożyczona z pracy Kryłowa i Tarakanowej, wymownie ilustruje stopień tego zahamowania, widoczny również wyraźnie na reprodukowanym zdjęciu.

Co się tyczy taksji u zwierząt, to Barnwellowi i Brownowi [8] udało się wykazać wpływ słabych pól magnetycznych na orientację taksyjną (głównie fototaksję) u ślimaków, wypławków i muszek owocowych. Na przykład u ślimaków z gatunku *Nassarius obsoleta* stwierdzono asymetrię fototaksji jak też jej labilność, spowodowaną polem o natężeniu $H=5$ gaussów. Udział ziemskiego pola magnetycznego

w orientacji nawigacyjnej ptaków badał ponownie w ostatnim czasie Yeagly [28], aczkolwiek raczej z negatywnym wynikiem.

Eldarow i Chołodow [12] przetrzymywali ptaki (sikorki, gile, krzyżodzioby, dzwońce) przez 2 do 9 godz. w bardzo słabym sztucznym polu magnetycznym o natężeniu $H = 0,6-1,7$ oersteda, a więc równoważnym polu ziemskiemu. Stwierdzali zwiększenie aktywności ruchowej ptaków średnio w 87% przeprowadzonych obserwacji. Okres utajony, latentny, pobudzenia wynosił około 1 godz od chwili włączenia pola magnetycznego. Ta magnetycznie wzbudzona aktywność trwała o godzinę dłużej niż w warunkach normalnej rytmiki dziennej; również maksimum aktywności było przesunięte o 1 godz później. W okresie szczytowym ruchliwość ptaków była zazwyczaj około 3-krotnie większa niż w normie.

Tabela 1

Wzrost kielków pszenicy
w polu magnetycznym (po 6 dniach)

Orientacja korzonków kielków	Przeciętna długość	
	pędów	korzonków
ku biegunowi północnemu	11,8 mm	50,4 mm
ku biegunowi południowemu	55,0 mm	140,4 mm

Działanie sztucznego pola magnetycznego na ptaki badali metodą odruchowo-warunkową Orgel i Smith [24], zaś metodą labiryntową Neville [23]. U gołębi nie udało się wytworzyć obronnych odruchów warunkowych na bodziec magnetyczny, natomiast w doświadczeniach labiryntowych zachowanie ptaków było wyraźnie zmienione pod wpływem magnetyzmu.

Eldarow i Chołodow [12], w związku z powyższymi obserwacjami, wykazali, że pomimo niewytwarzania się warunkowych odruchów pokarmowych na bodźce magnetyczne daje się zauważyć u gołębi depresyjny wpływ magnetyzmu, np. na warunkowe bodźce świetlne oraz na ilość reakcji poronnych, bezsygnałowych. Chołodow uważa, iż pole magnetyczne posiada jedynie wpływ modyfikujący, korygujący, tzn. zmienia wielkość i dynamikę istniejących reakcji odruchowych u zwierząt, lecz nie wprowadza żadnych odczynów swoistych.

Psychiatrzy od dawna wskazywali na istnienie korelacji pomiędzy burzami magnetycznymi a nasilaniem się chorób umysłowych u ludzi. Ostatnio Friedman, Becker i Bachman [13], w oparciu o statystykę dotyczącą 28 642 chorych przyjętych w okresie od lipca 1957 r. do października 1961 r. do podległych im szpitali psychiatrycznych, stwierdzają, iż wzrost liczby przyjęć nowych chorych występował zawsze tuż po okresach wzmożonych zaburzeń magnetycznych notowanych przez lokalne obserwatoria magnetyczne.

Wobec poważnego znaczenia pól magnetycznych w nawigacji kosmicznej, a to ze względu na ich możliwy wpływ na organizm astronautów,

przeprowadzono szereg doświadczeń na zwierzętach zarówno w formie ostrej, jak i przewlekłej, przy użyciu pól różnej siły.

Beischer [9, 10], stosując wyjątkowo silne pola magnetyczne, stwierdził, że białe myszy przeżywały ponad godzinę w jednorodnym polu magnetycznym o natężeniu do 120 000 gaussów, jak też w polach o gradiencie 7000 gaussów/cm. *Drosophila* przeżywały godzinowe ekspozycje w polach jednorodnych o natężeniu do 115 000 gaussów; jeśli jednakże gradient pola przekraczał 6000 gaussów/cm, letalne efekty występowały już przy natężeniach od 40 000 do 100 000 gaussów.

Rozwój embrionalny jaj żeńców po takich ekspozycjach był silnie zaburzony, podobnie wzrost kultur *Photobacterium fischeri* na pożywkach był znacznie zahamowany. Jeśli chodzi o wpływ na rozwój embrionalny, to autorzy artykułu mieli możliwość przekonać się o wyraźnie hamującym działaniu nawet znacznie słabszych pól, np. rzędu 3000—5000 oerstedów, na rozwój skrzelu ślimaczego (blotniarki stawowej).

Co się zaś tyczy bakterii, którymi ze zrozumiałych względów interesowano się szczególnie, to bliższa analiza zaburzeń wzrostu hodowli bakteriowych w polu magnetycznym, przeprowadzona przez Gerencsera i Barnothy [14] na *Staphylococcus aureus* i *Serratia marcescens*, doprowadziła do wniosku, że po 5 lub 6 godzinnej ekspozycji w silnym polu magnetycznym rozmnaża się dalej tylko szczep magnetooporny.

W bardziej przewlekłych doświadczeniach i w polach o mniejszej sile Beischer ze współpracownikami [9, 10] wykazali, iż młode myszki doznają daleko idącego zahamowania rozwoju somatycznego (mniejsza waga i wzrost, opóźnione dojrzewanie płciowe) oraz ujawniają szereg zaburzeń fizjopatologicznych, niebezpiecznych dla życia. Dorosłe myszy są natomiast mniej wrażliwe. Człowiek w podobnych warunkach odczuwa szkodliwy wpływ magnetyzmu już po 3 dniach, głównie w formie złego samopoczucia i zaburzeń neurovegetatywnych.

Ze stanowiska ekologii ziemskiej i z częściowym uwzględnieniem zagadnień medycznych wykonali swoje eksperymenty J. Barnothy i M. Barnothy [4, 5], pionierzy badań biomagnetycznych. Przetrzymywali oni białe myszy przez 4—5 tygodni w polach magnetycznych o miernym natężeniu 3000—6000 oerstedów. Najcharakterystyczniejsze zmiany wykryli w obrazie krwi obserwowanych zwierząt. Już w drugim tygodniu liczba leukocytów spadała do średnio 48% początkowej wartości i utrzymywała się na tym niskim poziomie przez cały czas pobytu zwierząt w obrębie pola magnetycznego (efekt antymitotyczny). Objawom tym towarzyszył niedobór wagi u zwierząt. Po wyłączeniu elektromagnesów występowała raptowna leukocytoza do 226% normy oraz jeszcze silniejsza limfocytoza do 270% normy (reaktywna proliferacja).

Cytostatyczne efekty magnetyzmu obserwowano również w kulturach tkankowych. I. Mulay i L. Mulay [21], hodując komórki mięsaka 37 z płynu puchlinowego metodą wiszącej kropli, siódmego dnia umieszczali hodowlę w polu stałego magnesu o $H=4000$ gaussów. Po 18 godz większość komórek ulegała degeneracji i rozpadowi.

Według spostrzeżeń Grossa [15] gojenie się ran w polu magnetycznym wykazuje w 20% przypadków opóźnienie w stosunku do kontroli, a to wskutek powolniejszego ziarninowania i epitelizacji.

Opierając się na powyższych spostrzeżeniach, Semfite i Thorpe [26] oraz wielu innych autorów (M. Barnothy, Lenzi, Bauer, Ruskin i inni) próbowali wykorzystać mitostatyczny wpływ magne-

tyzmu do hamowania wzrostu nowotworowego. Zanołowano nawet pewne efekty lecznicze. Na przykład J. Barnothy [7] w przypadku przeszczepialnej adenokarcinomy u 9 na 12 myszy stwierdziła zahamowanie wzrostu guzów i ich rozsąsanie się z następowym wyzdrowieniem zwierząt. Nawet spontaniczne raki sutka u tych myszy były zatrzymywane we wzroście. Hamujący wpływ magnetyzmu na wzrost przeszczepialnych nowotworów, po uprzedniej ekspozycji biorców w polu magnetycznym, spostrzegał również Gross [15].

Reakcje immunologiczne *in vivo* (np. wytwarzanie przeciwciał) zostają w pewnej mierze zakłócone przez pole magnetyczne (Gross) [15].

W chorobie promieniowej według danych M. i J. Barnothych [6] stałe pole magnetyczne miało wywierać korzystny wpływ, kompensując w pewnej mierze przejawy porażenia (mniejsza leukopenia, mniejszy spadek wagi, nieco mniejsza śmiertelność zwierząt poddawanych działaniu magnetyzmu).

Magnetyzm nie pozostaje prawdopodobnie bez wpływu również na procesy genetyczne. Wynikałoby to z doświadczeń I. Mulaya [22], w trakcie których obserwowano w I i II pokoleniu muszek owocowych, *Drosophila melanogaster*, liczne anomalie somatyczne podejrzane o tło dziedziczne, ponieważ ujawniały się częściowo w dalszym potomstwie magnetyzowanych osobników.

Molekularnej podbudowy dla tych przypuszczeń dostarczają badania Blumenfelda [11]. Autor ten stwierdził metodą elektronowego rezonansu paramagnetycznego (EPR) wysoce nienormalne właściwości kwasów nukleinowych. Na przykład w preparatach RNK ilość elektronów o niesparowanych spinach sięga rzędu 6×10^{21} elektronów/gram substancji, lub inaczej po 2 niesparowane elektrony na każdy nukleotyd. Tak duże chmury niesparowanych elektronów muszą wytwarzać wewnątrz cząsteczek silne anizotropowe pola magnetyczne, pozostające być może w jakimś związku z mechanizmem dziedziczenia.

Jak wynika z całości przytoczonych powyżej danych — wpływ magnetyzmu na ustroje żywe jest z reguły szkodliwy, depresyjny, zwłaszcza w stosunku do tak istotnych procesów biologicznych jak wzrost, rozwój, podział komórek, różnicowanie się, przemiana materii, dziedziczność, działanie nerwowych i humoralnych mechanizmów koordynacyjnych względnie homeostatycznych, zjawiska psychiczne itd.

Po linii cytowanych wyżej prac idą również spostrzeżenia Jarczaka, Pełczyńskiego i Penczaka [16] nad oddziaływaniem stałego i zmiennego pola magnetycznego na wypławka *Dendrocoelum lacteum* i rozwielitki *Daphnia magna* i *D. pulex*. Zauważono na przykład 10% zwiększenie śmiertelności u zwierząt magnetyzowanych oraz pewne nieznaczne odchylenia od normy w niektórych czynnościach fizjologicznych.

Mechanizm działania stałego pola magnetycznego na układy biologiczne jest na razie przedmiotem licznych hipotez, bazujących głównie na danych magnetochemii.

Klemm [17] podaje, że nawet pospolite reakcje chemiczne, przebiegające *in vitro*, są wrażliwe na wpływ magnetyzmu. Na przykład redukcja FeCl_3 za pomocą Fe, Al, Zn lub NH_2OH , podobnie jak utlenianie kwasu szczawiowego w roztworach KMnO_4 , przebiega szybciej, jeśli produkty końcowe są silniej paramagnetyczne aniżeli składniki wyjściowe; w sytuacji odwrotnej reakcja przebiega wolniej niż w normie.

Valentinuzzi i Mulay [27] przypuszczają, że chemiczne efekty magnetyzmu w układach żywych mogą polegać na zmianie szybkości reakcji i zmianie stężenia reagujących składników, a to w związku z przemieszczaniem się dia- i paramagnetycznych cząsteczek w przeciwnych kierunkach wzdłuż gradientu magnetycznego. W grę może wchodzić też wpływ na wysokospolimeryzowane związki ze względu na pewne wymuszone wewnątrzcząsteczkowe przekształcenia. Gross [15] z kolei dopatruje się przyczyny biofizycznych efektów magnetyzmu w oddziaływaniu na wolne rodniki, będące produktem pośrednim przemian enzymatycznych.

Istotnie są dowody na to, że reakcje enzymatyczne *in vitro* są podatne na wpływy magnetyczne. Na przykład fermentacja cukru przez drożdże w polu magnetycznym przebiega znacznie wolniej niż w warunkach kontrolnych, co manifestuje się zmniejszonym o około 30% wydzielaniem CO₂, już przy natężeniach pola od 1800 oerstedów wzwyż (sposstrzeżenia własne [20]). Tę samą wymowę posiadają doświadczenia toksykologiczne, z których wynika, iż drożdże poddane działaniu technicznych pól magnetycznych o natężeniu w granicach 3200—5000 oerstedów stają się mniej wrażliwe na działanie niektórych trucizn, jak np. atebryny, uretanu czy kwasów żółciowych (badania autorów artykułu [20]).

Analizując biofizyczne działanie magnetyzmu należy też mieć na uwadze efekt Faradaya, tj. nabywanie czynności optycznej przez wszystkie związki chemiczne znajdujące się w obrębie pola magnetycznego, co może w pewnej mierze zmieniać ich reaktywność. Wreszcie I. Mulay oraz L. Mulay zakładają odmienne działanie pola magnetycznego na poszczególne komponenty komórki, różniące się od siebie stopniem diamagnetyczności, co musi zakłócać równowagę procesów życiowych.

Na razie trudno byłoby oszacować wartość użytkową zreferowanych badań biomagnetycznych, ponieważ znajdują się one jeszcze na etapie badań podstawowych. Wydaje się jednak rzeczą niewątpliwą, że biomagnetyzm jest dziedziną biofizyki zasługującą na dalsze opracowanie.

LITERATURA

- [1] Audus L. J. — *Magnetotropism: a new plant growth response*. Nature, 185, 4707, 132—134, 1960.
- [2] Audus L. J. a. Wish D. — cyt. wg M. F. Barnothy [4].
- [3] Alexander H. S. — cyt. wg M. F. Barnothy [4].
- [4] Barnothy M. F. — *First biomagnetic symposium*. Nature, 193, 4822, 1243—1244, 1962.
- [5] Barnothy J. a. Barnothy M. — *Influence of a magnetic field upon the leucocytes of the mouse*. Nature, 177, 577, 1956.
- [6] Barnothy M. a. Barnothy J. — *Biological effect of a magnetic field and the radiation syndrom*. Nature, 181, 1785, 1958.
- [7] Barnothy J. — cyt. wg Senftle i Thorpe [26] oraz M. F. Barnothy [4].
- [8] Barnwell F. H. a. Brown F. A. — *Magnetic and photic responses in snails*. Experientia, 17, 11, 513—515, 1961.
- [9] Beischer D. E. — *Biological effects of magnetic fields*. Aerospace Medic., 32 (3), 220, 1961.

- [10] Beischer D. E. — *Survival of animals in magnetic fields of 120 000 gauss.* Biol. Abstr., Dec. 40, 6, 21590, 1962.
- [11] Blumenfeld L. A. — *Anomalnyje magnitnyje swojstwa nukleinowych kistot.* Biofizika, 4 (5), 515—520, 1959.
- [12] Eldarow A. L. i Chołodow J. A. — *Wlianie postojannoho magnitnoho pola na dwigatelnuju aktivnost' ptic.* Žurn. obszcz. biol., XXV, 3, 224—229, 1964.
- [13] Friedman H., Becker R., a. Bachman C. — *Geomagnetic parameters and psychiatric hospital admissions.* Nature, 200, 4907, 626—628, 1963.
- [14] Gerencser V. a. Barnothy M. — cyt. wg M. F. Barnothy [4].
- [15] Gross L. — cyt. wg M. F. Barnothy [4].
- [16] Jatzczak J., Pełczyński B., Penczak T. — *Biologiczne efekty pola magnetycznego.* Zjazd Fizyków Polskich w Katowicach, 1963.
- [17] Klemm W. — *Magnetochemie.* Leipzig, 1936.
- [18] Kryłow A. W. i Tarakanowa G. A. — *Jawlenie magnetotropizma i jego priroda.* Fiziol. rastien., 7, 2, 191—197, 1960.
- [19] Kryłow A. W. — *Magnetotropizm u rastenij.* Izw. Akad. Nauk. SSSR, ser. biol., 2, 221—227, 1961.
- [20] Moskwa W. i Rostkowska J. — *Wpływ magnetyzmu na niektóre procesy fizjologiczne.* Acta Physiol. Pol. XVI, 1, 7—8 P, 1965.
- [21] Mulay I. L. a. Mulay L. N. — *Effect of a magnetic field on sarcoma 37 ascites tumor cells.* Nature, 190, 4780, 1019, 1961.
- [22] Mulay I. — cyt. wg M. F. Barnothy [4].
- [23] Neville Y. R. — Diss. abstr., 15, — cyt. wg Eldarowa i Chołodowa [12], 1955.
- [24] Orgel A. R. a. Smith J. C. — Journ. Genet. Psych., 88, — cyt. wg Eldarowa i Chołodowa [12], 1956.
- [25] Pittman U. J. — *Growth reaction and magnetotropism in roots of winter wheat.* Biol. Abstr., Dec., 40, 5, 20519, 1962.
- [26] Senftle F. a. Thorpe A. — *Magnetic susceptibility of normal and transplán-table hepatoma tissue.* Nature, 190, 410—413, 1961.
- [27] Valentinuzzi M. a. Mulay L. — cyt. wg M. F. Barnothy [4].
- [28] Yeagly H. L. — Journ. Appl. Physics, 18, — cyt. wg Eldarowa i Chołodowa [12], 1947.

ZJAWISKO POWROTU RYB ŁOSOSIOWATYCH DO RZEK MACIERZYSTYCH

Badania nad wędrówkami ryb anadromicznych z rodzaju *Oncorhynchus* oraz z rodzaju *Salmo* oparte na indywidualnym znakowaniu numerowanymi znaczkami wpuszczonych do rzek młodych ryb, wykazały ponad wszelką wątpliwość, że z reguły powracają one po wyrośnięciu w morzu do rzek macierzystych dla odbycia w nich tarła. Szczególnie silnie zaznacza się ta zdolność niezawodnego znajdowania drogi do rzeki macierzystej u łososi atlantyckiego (*Salmo salar*) oraz u troci (*Salmo trutta*). W ostatnim 15-leciu z wpuszczonych przeszło 100 tysięcy znakowanych młodych łososi wróciło do północnych macierzystych rzek szwedzkich praktycznie 100% osobników, które przeżyły. W rzekach południowych Szwecji ilość ta dochodziła do 98%. Ta ostatnia liczba oznacza, że 2% osobników zabłądziło do innych rzek bliżej lub dalej położonych.

Najbardziej interesujące są znane w ichtiobiologii fakty wpuszczania do rzeki osobników znakowanych, odłowionych, następnie na odległych terenach w morzu, drugi raz wtedy znakowanych i w końcu odłowionych po raz wtóry już po powrocie do rzeki macierzystej. Przytoczyć tu można parę przykładów z drugiej półkuli.

Już w 1932 r. A. G. Huntsman (1942)¹ poznał przez obcięcie w charakterystyczny sposób płetw 31 359 sztuk młodych łososi atlantyckich (*Salmo salar*) przed ich wpuszczeniem do rzeki Northeast Margaree (Cape Breton, Nova Scotia w Kanadzie). Dnia 17 czerwca 1940 r. jeden z tych łososi już wyrośnięty w morzu został złowiony w odległości 570 mil w okolicy Bonavista na wybrzeżach Nowej Funlandii po czym zaopatrzony znaczkami z numerem został z powrotem wpuszczony do morza. Trzy miesiące później 21 września 1940 r. tego samego osobnika złowiono na wędkę w rzece Margaree o dwie mile od punktu, gdzie został wpuszczony w 1938 r.

W kwietniu 1958 r. wpuszczono do rzeki Alsea na wybrzeżu Oregon USA znakowane, mierzące od 6 do 8 cali osobniki *Salmo gairdneri* (jest to anadromiczna forma hodowanego u nas w stawach pstrąga tęczowego). Pięć miesięcy później dnia 5 września jedna z tych ryb, mająca już długość 14 cali, została złowiona w sieci na wybrzeżu Alaski w odległości około 2000 mil. Przytwierdzono jej znaczek z numerem i wpuszczono z powrotem do morza. Po upływie 17 miesięcy w dniu 5 lutego 1960 r. osobnik ten, mający już długość 2 stóp, wrócił pod wylęgarnię w Alsea, a więc tam, gdzie dwa lata przedtem urodził się i został wpuszczony.

¹ A. G. Huntsman — *Return of Marked Salmon from a Distant Place*, Science, 95, 1942.

Odkąd to niezwykle zjawisko powracania do rzek macierzystych zostało stwierdzone w sposób nie podlegający wątpliwości, najbardziej interesowało biologów znalezienie czynników, które pozwalają rybie nawet po kilku latach spędzonych w morzu znaleźć drogę powrotną do tej rzeki, z której pochodzą.

Najczęściej uważano, że decydują o tym czynniki w populacji z każdej rzeki genetycznie zróżnicowane. Oskar Nordquist (1924), przeciwstawiając wędrówki tarłowe węgorzy wód słodkowodnych na bardzo istotną okoliczność. Węgorze ze wszystkich wód śródlądowych po obu stronach Atlantyku² spotykają się na wspólnych tarliskach na obszarze Morza Sargassa. Prowadzi to do ciągłego wymieszania cech pomiędzy populacjami, które wyrosły w wodach śródlądowych kontynentu zachodnio-afrykańskiego i europejskiego od Norwegii po Morze Śródziemne i braku uchwytnych różnic rasowych między nimi. W przeciwstawieniu do tego populacje łososi w drodze powrotnej ze wspólnych żerowisk morskich rozdzielają się przy czym każda podąża do „swojej” rzeki, gdzie osobniki związane z danymi tarliskami odbywają tarło między sobą. Taka sytuacja musi prowadzić do powstawania i utrzymywania się wyselekcjonowanych przez dobór naturalny odrębności rasowych.

Na tym tle można lepiej zrozumieć poglądy o dziedzicznie utrwalonych szlakach wędrówek tarłowych populacji zamieszkującej w młodości daną rzekę.

Obok tego rodzaju stanowiska przerzucającego wyjaśnienie przyczyn na zjawiska dziedziczności brano również pod uwagę wpływ czynników środowiskowych. Przypomnieć tu można bardzo dawne pojęcie „la zone d'appel” wprowadzone przez francuskiego badacza L. Roule'a (1920) następnie szereg badań nad współzależnością czasu wstępowania łososi do rzek a ilością wody, jej mętnością, ilością rozpuszczonych w niej gazów, zjawiskami lodowymi, kierunkiem wiatrów, układaniem się strugi rzecznej po wpłynięciu do morza itd. W licznych badaniach warunków środowiskowych związanych z migracjami łososi nie udawało się jednak do ostatnich czasów znaleźć takich czynników, które w sposób zadowalający mogłyby wyjaśnić znajdowanie przez powracające z morza ryby drogi do rzeki macierzystej.

Dopiero w ostatnich latach nauka uzyskała w pracach Haslera i Wisby'ego (1951)³ pierwsze wskazówki co do mechanizmu występującego przy szukaniu drogi powrotnej u anadromicznych łososiowatych w obrębie samej rzeki; znajdowanie drogi w morzu jest przedmiotem odrębnych badań, w których brany jest pod uwagę tzw. zmysł kompasowy (1958)⁴.

Autorzy ci sprowadzili do swego laboratorium (Zakład Limnologii Uniwersytetu Wisconsin w Madison) wodę z dwóch potoków A i B płynących przez różne formacje geologiczne, mając możliwość dłuższego jej przetrzymania w pracowni w stanie głęboko zamrożonym. Materiałem doświadczalnym była mała „pół” anadromiczna rybka *Hyborhynchus notatus*, gatunek zbliżony do naszej strzebli, którą przez podawanie

² Nie wdajemy się tutaj w omawianie koncepcji Tuckera.

³ A. D. Hasler, W. S. Wisby — *Discrimination of stream odors by fishes and its relation to parent stream behaviour*, Amer. Naturalist, 85, 1951.

⁴ A. D. Hasler, R. M. Horall, W. S. Wisby and W. Braemer — *Sun-Orientation and Homing in Fishes*, Limnology, Oceanography, vol. 3, USA, 1958.

pokarmu lub uderzenie prądem tresowano, wpuszczając do basenu wodę A lub B. W innym basenie tresurę prowadzono „odwrotnie“. Ryby raz wytresowane np. negatywnie w odniesieniu do wody z potoku B (przez uderzenie prądem) reagowały bezbłędnie, płynąc do wody A, a uciekając z zasięgu wody B, nawet wtedy gdy ryba tak tresowana znalazła się wśród 100 innych osobników wytresowanych i reagujących odwrotnie.

Okazało się, że zmysłem, który pozwala rybom rozpoznawać obie wody jest zmysł węchu. Wytresowane ryby, którym uszkodzono nerw węchowy lub w inny sposób wyłączono zmysł powonienia, np. przez mechaniczne zatykanie nozdrzy, przestawały w ogóle reagować zarówno pozytywnie jak i negatywnie na wody, które uprzednio doskonale rozróżniały.

Pamięć węchową wytresowane ryby zachowały w tych doświadczeniach przez szereg tygodni.

W dalszych doświadczeniach odparowywano wodę z tych potoków i suchą pozostałość rozpuszczano w wodzie destylowanej. Po takiej „przeróbce“ tresowane ryby nie potrafiły już rozpoznawać obu wód. Gdy jednak destylację wody przeprowadzono w częściowej próżni nie przekraczając 25°C sucha pozostałość wód z obu potoków ponownie rozpuszczona pozwalała rybom znowu na niezawodne ich rozróżnienie. Ryby nie reagowały natomiast na skroploną parę wodną wywiązującą się przy destylacji wód obu potoków.

Wnioskowano zatem, że związki chemiczne nadające naturalnym wodom bieżącym swoisty zapach rozróżniany przez ryby nie należały do substancji lotnych i nie miały charakteru mineralnego. Autorzy, którzy wpadli na pomysłową koncepcję tego kierunku badań wypowiadali przypuszczenie, że specyficzną woń wód z różnych zlewni powodują związki aromatyczne pochodzenia roślinnego.

Inną próbę wytłumaczenia swoistych zapachów, które w stadium młodocianym „odciskają“ się na „chemicznej“ pamięci ryb anadromicznych wysunął ostatnio R. M. Wright (1964)⁵, autor nader interesującej monografii o węchu. Proponuje on doświadczalne sprawdzenie jego własnej hipotezy roboczej, wedle której te specyficzne zapachy wydzielane są przez populacje ryb niewędrownych, stale zasiedlających ten sam obszar wody, z którego pochodzą stadia młodociane ryb anadromicznych. Przytacza on szereg argumentów, które według jego osobistego przekonania logicznie mają uzasadniać tego rodzaju hipotezę i proponuje eksperymentalne jej sprawdzenie.

Niezależnie od charakteru chemicznego związków, które nadają ciękom wód bieżących specyficzny zapach i niezależnie od tego, że daleka jest jeszcze droga do ich zidentyfikowania, faktem już obecnie udowodnionym jest kierowanie się przez ryby w ich migracjach w rzekach zmysłem powonienia. (Wydaje się, że nie wyklucza to możliwości natrafienia w przyszłości na dowody współdziałania innych organów zmysłowych wspomagających zmysł węchu). Faktem również niewątpliwym okazało się posiadanie przez cieki wodne swoistych zapachów rozróżnianych przez ryby, a drugim faktem, to co stanowi być może najbardziej zdumiewające zjawisko, mianowicie pamięć węchowa ryb, która umożliwia im po upływie co najmniej roku, a niekiedy nawet po upływie

⁵ R. M. Wright — *The Science of Smell*, London, 1964.

5 lub 6 lat pobytu w morzu, rozróżnianie swoistych woni wód bieżących. Amerykanie nazwali to ostatnie zjawisko „imprinting“, a więc odciskaniem się w pamięci ryb tych bodźców węchowych w określonym zazwyczaj młodocianym stadium ich życia. Można by to również nazwać chemiczną impregnacją pamięci.

Wszystkie powyżej opisane wyniki ostatnich badań prowadzą do odrzucenia koncepcji dziedzicznego i nietykalnego do tej pory „homing instinct“ u ryb anadromicznych. W zasadzie więc prawie wszystkie osobniki powracają na obszar wód śródlądowych, z którego pochodzą, bądź na który zostały sztucznie przez człowieka przeniesione dzięki rozróżnianiu szlaków swych wędrówek powrotnych po ich specyficznym zapachu. Całkiem tylko nieznaczna część osobników, które zabłądziły lub rozproszyły się („strayed“), trafia do innych rzek i może dać początek nowym populacjom. W ten sposób główny trzon populacji stale panuje nad „swoją“ rzeką macierzystą, zgodnie z zasadą zachowania gatunku. W przypadkach katastrof geologicznych, klimatycznych itp., które mogły zniszczyć populację w rzece macierzystej i które niejednokrotnie zdarzały się w historii naszego globu — właśnie te nieliczne „rozproszone“ osobniki mogły dawać początek nowym stadom na obszarze innych dorzeczy, zapewniając w ten sposób utrzymanie się gatunku.

Obok laboratoryjnego eksperymentu Wisby i Hasler przeprowadzili doświadczenia w warunkach naturalnych, które potwierdziły wyniki laboratoryjne (1954)⁶. Doświadczenia te wykonano w listopadzie 1952 r. na łososiu *Oncorhynchus kisutch*, którego tarliska znajdują się w małej rzece Issaquah (Stan Waszyngton). Rzeką tą mały dopływ zwany East Fork. Zarówno w głównym korycie jak i we wspomnianym dopływie wycierają się oddzielnie dwa stada łososia. Około mili powyżej złączenia się głównego biegu z East Fork zbudowano samolówkę, pozwalającą rejestrować wędrujące ryby. Doświadczenie polegało na odłowieniu łososi w obu tych ciekach, przewiezieniu w dół rzeki i wypuszczeniu ich z powrotem poniżej ich złączenia się.

W szczególności z głównego biegu rzeki sprowadzono w dół 153 osobniki, które wypuszczono z nozdrzami zatkanymi bawełną lub wysmarowanymi wazeliną lub benzocainą oraz 149 osobników z nietkniętym organem powonienia. Zachowały się one następująco: a) ryb kontrolnych odłowiono po raz drugi 46, wszystkie jak poprzednio wybrały ponownie główny bieg rzeki, b) ryby natomiast z zatkanym otworem węchowym rozdzieliły się i tylko 39 złowiono ponownie w głównym nurcie, a 12 weszło do East Fork.

Ryby, które dokonały pierwszego wyboru, wchodząc od razu do East Fork, po przewiezieniu ich w dół przy ponownej wędrówce w górę rzeki zachowały się następująco: a) z 27 kontrolnych 19 znalazło się znowu w East Fork, a 8 w głównym nurcie, b) z 19 ryb z zatkanymi nozdrzami tylko 3 powtórzyły pierwotny wybór wchodząc do East Fork, a 16 poszło jednak w górę znacznie większego odgałęzienia, jakim jest główny nurt rzeki.

Ciekawe również są doświadczenia Donaldsona (School of Fisheries Uniwersytetu im. Waszyngtona w Seattle) nad zachowaniem

⁶ W. S. Wisby and A. D. Hasler — *Effect of Olfactory Occlusion on Migrating Silver Salmon*, J. Fisheries Res. Bd. Can. 11, 1954.

się tego samego łososia pacyficznego *Oncorhynchus kisutch*⁷. Sprowadził on zapłodnioną ikrę z wylęgarni położonej nad ciekim Soos Creek, do której od niepamiętnych czasów wstępuje na tarło ten gatunek. Wylęgnięty tam narybek w ilości około 72 000 przewiózł on i rozdzielił na dwie partie, które wpuścił do dorzecza całkiem innego, oddzielnie do morza uchodzącego potoku Issaquah.

Dorzecze Issaquah ma również swoją populację *Oncorhynchus kisutch*, która dociera do tarlisk, przepływając przez dwa jeziora (Lake Washington i Sammamish). W dole dorzecza usytuowany jest przy laboratorium rybackim uniwersytecki stawek betonowy, z którego odpływ łączy się poprzez przeplawkę rybną z potokiem.

Jedną partię narybku wpuszczono na obszar tarlisk powyżej jezior, drugą w dole dorzecza do stawu betonowego, znakując obie partie przez obcięcie lewej lub prawej płetwy brzusznej. Narybek normalnie spłynął do morza. Po wyrośnięciu w morzu ani jedna ryba nie wróciła do Soos Creek, a więc dorzecza w którym się urodziła i wylęła, lecz wszystkie weszły do Issaquah, przy czym 124 osobniki pokonując przeplawkę wpłynęły do stawu, zaś 70 osobników przepłynęło przez 2 jeziora, docierając do tarlisk w pobliżu wylęgarni Issaquah.

Wszystkie łososie, które jako tarlaki wróciły do stawku, należały do partii wpuszczonej do niego w stadium młodocianym. Należy dodać, że łososie przez parę tygodni stały u wylotu wody z przeplawki, przez którą przeszły do stawu dopiero wtedy gdy temperatura wody ze stawu przez nią wypływającej osiągnęła 47° Fahrenheita.

Łososie zaś, które jako tarlaki odłowiono w górze potoku, należały do partii tam wpuszczonej (z wyjątkiem jednego osobnika, który mimo że był wpuszczony do stawu minął wylot wody ze stawu i popłynął na tarło wyżej).

W następnych latach Donaldsonowi udało się sprowadzić do swojego stawku betonowego łososie „kisutch“ w stosunkowo wielkich ilościach — co stwarza dla gospodarki rybnej nowe, niesłychanie gospodarczo atrakcyjne możliwości. W związku z tak wąsko zlokalizowanym miejscem powrotu, Donaldson zamiast wyrażenia powrót do rzeki macierzystej względnie rzeki wypuszczenia używa określenia powrót do punktu wypuszczenia „to the point of release“.

W związku z tym wspomnieć należy o obserwacjach poczynionych w Mydlnikach w Stacji Doświadczalnej Katedry Rybactwa WSR w Krakowie. W Stacji tej położonej nad rzeką Rudawą Skrochowska hoduje trocie pochodzące z Dunajca (już od sześciu pokoleń), przy czym czasami trocie przedostawały się ze stawów w Mydlnikach do Rudawy. Po kilku latach zaczęto obserwować tarlaki troci, które po powrocie z morza wpłynęły do Rudawy, podpływając rowami odprowadzającymi wodę aż pod mnichy odpływowe ze stawów.

A teraz inne fakty z terenu Polski. W dorzeczu górnej Wisły stwierdzono po wojnie postępujący zanik troci w Dunajcu. I tak liczba tarlaków (Żarnecki, 1960)⁸ odławianych w tej rzece dla celów

⁷ Lauren R. Donaldson and G. H. Allen — *Return of Silver Salmon, Oncorhynchus kisutch, to point of release*, Trans. Ammer. Fish Society, vol. 87, 1958.

⁸ S. Żarnecki — *Recent changes in Spawning Habits of Sea Trout in the Upper Vistula*, Journ. Con. Inter. Expl. Sea, vol. XXV, Copenhagen 1960.

sztucznego wycieru kształtowała się następująco:

1953 — 397	1956 — 99
1954 — 660	1957 — 0
1955 — 337	1958 — 51

razem 1544 sztuki w 6 latach.

Zjawisko zaniku troci w Dunajcu przypisywano ujemnemu wpływowi wybudowania zapór dolinowych w Czychowie i Rożnowie.

Tymczasem w znacznie mniejszym dopływie górnej Wisły rzece Rabe (rys. 1) liczba odławianych tarlaków ogromnie się zwiększyła (przed wojną rzeka Raba miała bardzo mały ciąg troci) jak to pokazuje następujące zestawienie:

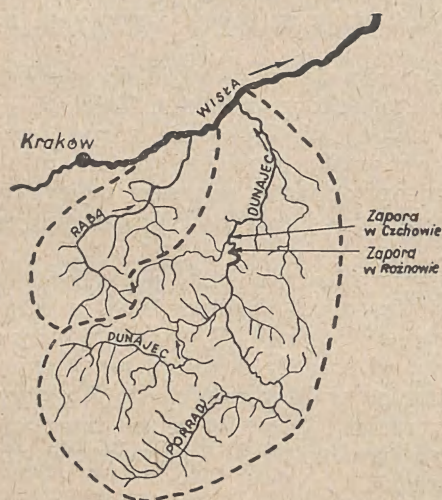
1953 — 469	1956 — 349
1954 — 463	1957 — 274
1955 — 359	1958 — 1883

razem 3797 sztuk w 6 latach.

Żarnecki (1960) wyjaśnia właściwą przyczynę tych zjawisk, odnosząc ilość tarlaków do ilości wpuszczonego do tych rzek materiału zarybieńniowego. Mianowicie w dziesięcioleciu (w okresie lat 1949—1958) rzeki te otrzymały następujące ilości zarybienia:

Dunajec o zlewni 6823 km ²	narybku	5 124 483
	palczaków	446 884
Raba o zlewni 1518 km ²	narybku	13 027 744
	palczaków	1 074 961

W pracy tej podano również, że w dorzeczu górnej Wisły można odnotować inne fakty wskazujące, że pomiędzy wpuszczeniem zarybienia a późniejszym występowaniem troci do cieków wodnych, w których



Rys. 1. Mapka zlewni Dunajca i Raby. Ciąg troci na tarło na obszarach tarliskowych w rzece Dunajcu (zlewnia = 6823 km²) zmalał, podczas gdy ciąg troci do znacznie mniejszej rzeki Raby (zlewnia = 1518 km²) ogromnie wzrósł — jako następstwo zmniejszenia zarybienia w pierwszej i zwiększenia zarybienia w drugiej rzece

uprzednio gatunek ten prawie nigdy nie występował, zachodzi związek przyczynowy, np. we wspomnianej rzece Rudawie, w Sanie i w rzece Białej dopływie Dunajca pojawiły się stosunkowo liczne tarlaki troci, (choć przed zarybieniem tam w ogóle nie występowały). Stwierdzone w Polsce fakty referowano w Komitecie Łososia i Pstrąga, Międzynarodowej Rady Badań Morza w Kopenhadze, gdzie ich interpretacja, przed-

stawiona powyżej spotkała się z jednomyślną afirmacją wszystkich specjalistów. Wzmoczone zarybianie rzeki Bałdy uchodzącej do Zalewu Wiślanego trociami pomorskimi spowodowało podniesienie liczebności miejscowej populacji. (Chrzan, 1963)⁹.

Co więcej, prowadzone w Polsce stosunkowo licznie badania ostate na wpuszczaniu znakowanych troci zarówno do rzek ich pochodzenia, jak i do rzek obcych dla danej populacji, dostarczyły dalszego materiału w przedmiocie ich migracji powrotnych.

Przed wojną w 1934 r. wpuszczono do Wiśłoki po raz pierwszy w Polsce większe ilości (2000 osobników) znakowanych troci dunajcowych wyhodowanych przez Kołdera w wylęgarni w Foluszu. Ich migracje opisał Żarnecki (1936)¹⁰, stwierdzając fakty odbywania często rozległych migracji w Bałtyku i powrotu wyłącznie do dorzecza Wisły. Ani jeden osobnik nie został z powrotem odłowiony w innej rzece bałtyckiej. W badaniach tych okazało się, że najliczniej odwiedzane żerowiska znajdują się na wschód od Zatoki Gdańskiej.

Badania Skrochowskiej (1959)¹¹, która w dalszym ciągu systematycznie od 1939 r. znakowała trocie dunajcowe, hodując je aż do 6 generacji w stawach mydlnickich Stacji Doświadczalnej Katedry Rybactwa WSR w Krakowie wykazały co następuje:

1) potwierdzili na masowym materiale przy użyciu przeszło 20 000 znakowanych smoltów troci fakty opisane po raz pierwszy przez Żarneckiego (1936)¹⁰. Jedynie jedna troć na przeszło 3500 z powrotem odłowionych wyrosniętych osobników została odłowiona poza dorzeczem Wisły „zabłąkawszy“ do rzeki Iny (Zalew Szczeciński). W dwóch przypadkach stwierdzono, że troć dunajcowa wychodzi może poza Bałtyk (osobniki odłowione w Oslofiordzie);

2) badania Skrochowskiej dostarczyły dowodu nigdzie indziej nie otrzymanego, a wskazującego, że potomstwo *Salmo trutta* zachowuje zdolność odszukiwania drogi powrotnej do rzeki macierzystej, nawet jeżeli wskutek przymusowej izolacji przez pięć generacji hodowli stałowej ryby rodzicielskie nie odbywały migracji anadromicznych.

Badania Żarneckiego, Duszyńskiego i Gordziejczyka (1961, 1962, 1964)¹² nad wędrówkami troci z rzek pomorskich pozwoliły stwierdzić nowe interesujące fakty. Trocie z rzek pomorskich najliczniej odławiane są w Zatoce Gdańskiej i na wschód od niej w za-

⁹ F. Chrzan — Preliminary Report on Tagging Experiments with Sea-Trout in the Region of the Vistula Firth. ICES, C, M, Salmon and Trout Committee Doc. No. 95, 1963.

¹⁰ S. Żarnecki — On the Migration of Young Sea-Trout of the River Dunajec from the Spawning Places to the Sea, Bull. Acad. Pol. des Sciences et Lettres, ser. B, Kraków 1936.

¹¹ S. Skrochowska — Migrations of Sea Trout, Brown Trout and their Crosses, tagged as Smolts in the Vistula. ICES, C, M, Salmon and Trout Committee Doc. No. 115, 1959.

¹² S. Żarnecki, J. Duszyński, J. Gordziejczyk — Migration of Sea-Trout from Pomeranian Rivers. (Results of Tagging in 1960). Cons. Inter. Expl. Mer, Copenhagen, Doc. No. 53, 1961.

S. Żarnecki, J. Duszyński — A. Further Communication Concerning Migration of Sea-Trout from Pomeranian Rivers, Cons. Inter. Expl. Mer, Copenhagen, Doc. No. 73, 1962.

S. Żarnecki, J. Duszyński and J. Gordziejczyk — Migrations of Sea Trout from Pomeranian Rivers, Jour. Cons. Inter. Expl. Mer vol. XXIX, Copenhagen, 1964.

sięgu strugi wody wiślanej, gdzie spotykają się na wspólnym żerowisku również z masowo tam żerującymi trociami wiślanymi. Okazuje się, że pomimo bliskości ujścia wielkiej rzeki jaką jest Wisła, ani jeden osobnik troci z rzek pomorskich nie wstąpił do niej, lecz wszystkie wróciły do rzek pomorskich (rys. 2). Z drugiej strony ani jednej znakowanej troci wpuszczonej do Wisły nie napotkano w żadnej z rzek pomorskich.



Rys. 2. Mapka odłowów znakowanych wyrosniętych troci pomorskich wpuszczonych do rzeki Grabowej na Pomorzu. W morzu podejmowały one migracje głównie na wschód i północ od ujścia Wisły. Najwięcej odłowiono ich w okolicach Zatoki Gdańskiej, gdzie również najliczniej żerują trocie wiślane. Z 871 smoltów wpuszczonych w 1960 r. do Grabowej 19 sztuk wróciło do tej rzeki, a 3 osobniki „zabłądziły” do Parsenty. Ani jeden osobnik nie wszedł do Wisły. ○ = miejsce wpuszczenia, ▲ = osobnik wyrosnięty złowiony w morzu, ▽ = osobnik wyrosnięty złowiony w rzece (wg Żarneckiego, Duszyńskiego i Gordziejczyka 1964).

Niemniej ciekawe wyniki przyniosły polskie badania nad migracjami troci wpuszczanych do rzek innych niż wody, z których dana populacja pochodziła.

Smolty troci pomorskich wpuszczane przez parę lat do dorzecza Drwęcy (prawobrzeżny dopływ Wisły) wracały do dorzecza Wisły wchodząc do Drwęcy (Czaplicki, 1962)¹³ i ani jeden osobnik z tych znakowań nie powrócił do rzek pomorskich.



Rys. 3. Mapka odłowów znakowanych dorosłych troci pomorskich, które jako znakowane smolty wpuszczono w 1961 r. do Dunajca. Na 2017 sztuk smoltów odłowiono 97 osobników. Podjęły one wędrówki w morzu głównie na północ i na wschód od ujścia Wisły (najwięcej w rejonie Zatoki Gdańskiej). Ani jednego osobnika nie spotkano w żadnej z rzek pomorskich, natomiast w Wiśle lub w zasięgu jej ujścia złowiono 51 osobników. ▲ = osobnik dorosły złowiony w morzu, ▼ = osobnik dorosły złowiony w rzece Wiśle względnie jej ujściu (Zamecki 1964)

Trocie pochodzące z jeziora Wdzydze wpuszczone przez Backiela i Bartla (1963)¹⁴ w zasięgu ujścia Wisły powróciły do niej, odbywając w Bałtyku migrację o podobnym rozmieszczeniu, jaki wykazywały trocie wiślane w znakowaniach Zameckiego i Skrochowskiej.

¹³ H. Czaplicki — *Observacje wędrówek łososi i troci prowadzone przez PZW, Gospodarka Rybna*, Nr 7, Warszawa, 1962.

¹⁴ T. Backiel and R. Bartel — *Preliminary Results of Sea-and Lake-Trout Tagging*, ICES, C. M. Salmon and Trout Committee, Doc. No. 120, 1963.

Trocie z rzek pomorskich wyhodowane w Dolinie Bédkowskiej w dorzeczu Rudawy wpuszczone jako smolty przez Skrochowską (1964)¹⁵ w 1960 r. do Raby i przez Żarneckiego (1964)¹⁶ w 1961 r. do Dunajca po odbyciu wędrówek w Bałtyku również nie powróciły do rzek pomorskich, z których pochodziło ich pokolenie rodzicielskie. Wszystkie wyrosnięte z tych znakowań tarlaki wstąpiły do Wisły (rys. 3), ciągnąc do dopływów, do których zostały wpuszczone. Znamionną okolicznością jest to, że osobniki wstępujące do stosunkowo małego dopływu, jakim jest Raba, miały po drodze, płynąc w górę Wisły, ujście i sferę oddziaływania kilkakrotnie większego dopływu jakim jest Dunajec (rys. 1).

Jak z powyższego przeglądu wynika badania polskie dostarczyły niebudzących wątpliwości informacji, że również w rzekach europejskich anadromiczne łososiowate wracają do miejsc gdzie wpuszczono je w stadium smolta. W Europie Szwedzi przedsięwzięli większą od polskich badań ilość eksperymentów opartych na znakowaniu *Salmo salar*, mając po temu ogromne środki finansowe od zjednoczenia elektrowni wodnych oraz specjalny Instytut Badań Łososiowych w Sundsvall, kierowany przez znanego specjalistę Carlina. Ogromna większość tych badań nie jest opublikowana, ale z ustnych wypowiedzi Carlina i Lindrotha wiadome jest, że podobnie jak w badaniach polskich nad trocią również łososie z rzek szwedzkich wracają, jak już wspomniano na wstępie, do miejsc wypuszczenia.

Jak wiadomo łosoś prawdziwy, w przeciwstawieniu do licznie występującej troci, znajduje się w Wiśle i jej dopływach na granicy wyginiecia. Stąd wyłoniło się zagadnienie jego restytucji przez wprowadzenie zarybienia z zewnątrz.

Próbe taką podjęła ostatnio Katedra Rybactwa WSR w Krakowie (Żarnecki, 1961)¹⁷, która przy pomocy Wydziału II PAN oraz Polskiego Związku Wędkarskiego sprawdziła samolotem zaoczkowaną ikrę łososia szwedzkiego z rzeki Indals (około 500 km na płn. od Sztokholmu). Z ikry tej wyhodowano smolty, które w ilości 150 sztuk w 1962 r. oraz w ilości 1458 sztuk w 1963 r. wpuszczono do Dunajca poniżej Czehowa. W 1964 r., a więc w pierwszym roku po ostatnim znakowaniu złowiono już 49 osobników, z czego 10 w ujściu Wisły (Żarnecki, 1964)¹⁸. Jest rzeczą ciekawą, że łosoś ten w swych morskich wędrówkach osiągnął w Bałtyku stanowiska leżące daleko na północy, a więc tym samym niedaleko swej rzeki macierzystej, jednak poza Wisłą ani jeden osobnik w żadnej innej rzece nie został odłowiony (rys. 4). Badania te wskazują, że restytucja łososia atlantyckiego w dorzeczu Wisły jest sprawą realną, jak również realne jest dalsze podnoszenie liczebności troci przez zabiegi zarybieniowe, uwzględniające wyniki opisanych badań.

Jakkolwiek wszystkie opisane zjawiska oparte są na wystarczająco przekonujących faktach, jednakże z pozycji antropocentrycznej trud-

¹⁵ S. Skrochowska — *Experiments with Introduction of the Sea-Trout into the Raba River (Upper Vistula) in 1960*, Cons. Intern. Expl. Mer. No. 80, 1964.

¹⁶ S. Żarnecki — *Experiment with Introduction of the Smolts of the Pomeranian Sea-Trout into the Dunajec River (Upper Vistula) in 1961*, Cons. Intern. Expl. Mer. Doc. No. 79, 1964.

¹⁷ S. Żarnecki — *Short Report on Rearing of Swedish Salmon from Indalsälven in Polish hatcheries*, ICES, C.M., Doc. No. 54, 1961.

¹⁸ S. Żarnecki — *First Experiments with Introduction of the Swedish Salmon into the Vistula River in 1962 and 1963*, Cons. Intern. Expl. Mer. Copenhagen, Doc. No. 78, 1964.

no sobie wyobrazić, aby ryby w ujściu rzeki do morza potrafiły tak precyzyjnie wyróżniać specyficzną woń położonego niekiedy w odległości dziesiątków lub setek kilometrów w górze dorzecza nawet całkiem małego dopływu (często potoku lub strumienia), do którego w młodości zostały wpuszczone.

Ten punkt może jak się wydaje znaleźć logiczne wyjaśnienie. R. H. Wright cytuje tu znane przykłady unikania przez łosose wąskich przejść, wylotów z przepławek rybnych itp., jeżeli człowiek maczał lub



Rys. 4. Mapka wędrówek dorosłych łososi szwedzkich, wyhodowanych w Polsce, w Łopusznej z ikry sprowadzonej z rzeki Indals — 1458 znakowanych trzyletnich smoltów wpuszczono w kwietniu 1963 r. do Dunajca. Po spływie do morza odbyły one migrację zarówno na wschód i zachód, jak i daleko na północ od ujścia Wisły osiągając bardzo znaczne przyrosty. Na 47 złowionych do tej pory z powrotem dorosłych osobników 10 wróciło do Wisły lub jej rejonu ujściowego. Ani jednego osobnika nie spotkano w rzece Indals, skąd łoś ten pochodził, ani też w jakiegokolwiek innej rzece bałtyckiej (Żarnecki 1964)

mył ręce w wodzie powyżej takiego miejsca. Okazuje się, że niektóre składniki potu ludzi i niektórych zwierząt, np. łap niedźwiedzi, działają na ryby alarmująco. odstrasza je (Schreck-stoffe).

W Stacji Rybackiej w Mydlnikach (WSR Kraków) trocie, które wydostały się ze stawów do młynówki, chroniąc się tam do rur betonowych skąd trudno było je odłowić, zostały natychmiast ze swej kryjówki wy-

płoszone przez proste zanurzenie ręki w górnej partii wody płynącej po przez te rury.

Wyodrębniono jedną z tych substancji (Wright) wydzielanych przez skórę ssaków i odstraszaających ryby, mające jako podstawę swej budowy jeden z aminokwasów (l-serine). Można przy jej pomocy wywołać reakcję ryb w postaci ucieczki w rozcieńczeniu 1:80 000 000 000, tj. osiemdziesiąt tysięcy milionów.

Wśród ryb znane są również zdolności węchowe węgorza europejskiego *Anquilla anquilla*, którego T. Teichman wytresował na rozróżnianie syntetycznego fenyl etanolu (dla ludzkiego powonienia przypomina różę) w rozcieńczeniach 1:3 $\times$ 10¹². Węgorz rozróżnia też niektóre substancje rozpuszczone w wodzie w ilości zaledwie dwóch molekuł.

D. M. Stevens przekonał się, że niektóre ryby odczuwają zapach wyciągów planktonowych lub skóry ssaków w rozcieńczeniach 1:10⁹ (do niektórych substancji, które zidentyfikowano jako wyczuwalne przez ryby w śladowych ilościach, należy np. kwas mlekowy i kwas glutaminowy).

Wobec śladowych ilości wyczuwalnych przez ryby jasne się staje, że gdy woń jakichś związków w małym potoku jest intensywna wynosząca np. według umownej skali punktowej (4) to w ujściu potężnej rzeki rozcieńczenie, gdyby nawet doszło do śladowych ilości wystarcza rybom, aby ją wyczuły. Na przykład mały potok, który w górnym biegu Dunajca niesie średnio 1/10 m³/sek, tj. 100 l/sek jest w ujściu Wisły rozcieńczony przy średnim rocznym jej przepływie wynoszącym około 950 m³/sek zaledwie około 9500 razy. Przy takim rozcieńczeniu ryba ma możliwość zupełnie wyraźnego wyróżnienia w ujściu Wisły zapachu poszczególnego potoku z górnej części dorzecza. R. H. Wright (1964) podaje, że nawet już tak mały dopływ wody jak z hydrantu strażackiego wprowadzony w górze dorzecza może być rozróżniany przez ryby w ujściu wielkiej rzeki, jeżeli odznacza się swoją wonią. To ujęcie sprawy pozwala zarazem zrozumieć fakt znajdowania przez ryby anadromiczne swoistego węchowego „tropu“ nawet w rzekach zanieczyszczonych.

Wobec takich przykładów można powiedzieć, że ryba płynie w górę rzeki, kierując się węchem jak pies szukający tropu na ruchliwej ulicy. Porównanie takie zdaje się pokazywać, że zdolność odszukiwania przez ryby anadromiczne drogi prowadzącej aż na miejsce wpuszczenia nie stanowi zjawiska bardziej być może złożonego i zagadkowego od tropienia przez psy śladów przy pomocy zmysłu powonienia.

Co jednak u ryb stanowi zagadkę trudną dla naszej wyobraźni — to fakt zachowania przez nie pamięci takiego węchowego tropu nawet po 4 lub 5 latach życia w morzu.

Podsumowując ogólne wyniki ostatnich badań nad migracjami powrotnymi ryb łososiowatych, już na podstawie obecnego stanu wiedzy stwierdzić można:

a) że szlaki powrotnych wędrówek nie są utrwalone w genotypie danej populacji w postaci sposobu reagowania zwanego do tej pory „homing instinct“;

b) że ryby kierują się do ujść rzek oraz orientują się w rozgałęzieniach szlaków wodnych, płynąc w górę rzeki, zdolnością do rozróżniania przy pomocy zmysłu węchu ich swoistej woni,

c) że w stadium młodocianym życia w wodzie słodkiej po okresie poprzedzającym ich spływ do morza następuje to, co nazywamy „imprinting“ chemicznym „odciskaniem“ („impregnacją“) zapachów w pamięci węchowej ryby. Długość tego okresu i inne warunki środowiskowe umożliwiające taką trwałą percepcję nie są znane,

d) że w związku z tymi uzdolnieniami populacje przeniesione do obcych sobie rzek w zasadzie powracają do miejsc ich wpuszczenia, a nie do rzek pierwotnego ich pochodzenia.

WSPÓŁCZESNE PÓGLĄDY NA BIOLOGICZNĄ ANALIZĘ WODY, JEJ KIERUNKI ROZWOJU, ZASTOSOWANIE I PRZYSZŁOŚĆ

Coraz większy brak wody na świecie powoduje, że znaczna jej część musi być użytkowana wielokrotnie, w Polsce do 1980 r. trzy do pięciokrotnie. Po każdym użyciu musi być ona oczyszczona a to oznacza, że trzeba określić stan jej zanieczyszczenia, zaprojektować najwłaściwszą metodę oczyszczenia oraz eksploatować odpowiednią oczyszczalnię.

Użytkowanie wody łączy się zawsze ze zmianą jej cech fizycznych, chemicznych lub biologicznych — jej zanieczyszczeniem. Według definicji Scientific Group on the Biological Estimation of Water Pollution Levels, World Health Organisation (1964), wodę uważa się za zanieczyszczoną sztucznie jeżeli „w wyniku pośredniej lub bezpośredniej działalności człowieka ulega ona takim zmianom co do stanu lub składu, że staje się mniej przydatna do celów, do których mogła być używana zanim zaszła taka zmiana“. W przeciwstawieniu zanieczyszczenie naturalne wynika z naturalnych cech wody, które powodują, że często nie nadaje się ona bezpośrednio do różnych rodzajów użytkowania i przed użyciem wymaga daleko idącej korekty (wody humusowe, twarde, kwaśne, żelaziste itp.). W przypadku zanieczyszczenia sztucznego użyteczność wody można przywrócić przez usuwanie źródeł zanieczyszczenia — oczyszczanie ścieków.

I. TEORETYCZNE PODSTAWY BIOLOGICZNEJ ANALIZY WODY

W zbiorniku wodnym, zależnie od jego morfometrii, ilości przepływającej przezeń energii i składu chemicznego wody i dna wytwarza się swoisty zespół roślin — a na jego tle zespoły zwierzęce, łącznie biocenoza, która w warunkach naturalnych ustala się w ciągu dłuższego czasu i ulega tylko niewielkim, głównie sezonowym (cykl roczny) zmianom. Wytwarza się stan równowagi ekologicznej, w której biocenoza jest wykładnikiem panujących w zbiorniku stosunków fizykochemicznych oraz wewnętrznych przemian biocenotycznych w ramach składających się na nią zespołów roślinnych i zwierzęcych. Znając prawa rządzące kształtowaniem się biocenoz, w zależności od środowiska wodnego, można z analizy jakościowej i ilościowej tej biocenozy ocenić, jakim zmianom uległy fizykochemiczne właściwości wody, a więc wykryć jej zanieczyszczenie. Nakreślony schemat rozumowania jest ideą biologicznej analizy wody, która polega na wysnuwaniu wniosków o składzie wody ze składu biologicznego jej biocenozy.

Z chwilą zanieczyszczenia zbiornika zmieniają się panujące w nim warunki fizykochemiczne a co za tym idzie, w myśl powyższego, i skład

biocenozy. Po pewnym czasie w zanieczyszczanym zbiorniku wytwarza się odpowiadająca temu zanieczyszczeniu nowa biocenoza, która jest wykładnikiem już tego zanieczyszczenia. Ze składu tej biocenozy względnie ze znajomości zaistniałych zmian można ocenić jakość i rozmiar powstałego zanieczyszczenia.

Wiadomo, że każdy gatunek rośliny czy zwierzęcia rozwija się w środowisku w zależności od swych wymagań fizykochemicznych i biologicznych oraz stopnia w jakim to środowisko jest w stanie je zaspokoić. Splot reprezentowanych przez środowisko warunków jest spektrum topologicznym, zaś splot wymagań osobników danego gatunku jest jego spektrum biologicznym. Im bardziej spektrum topologiczne pokrywa się ze spektrum biologicznym tym prawdopodobieństwo występowania organizmów danego gatunku w zbiorniku jest większe.

Organizmy danego gatunku biocenozy różnie reagują na poszczególne czynniki spektrum topologicznego (temperatura, natlenienie, kwasowość czynna, zawartość poszczególnych soli pokarmowych itp.) i w zależności od tego rozwijają się mniej lub więcej masowo, przy czym dany czynnik może w środowisku pokrywać wymagania organizmu optymalnie względnie w sposób mniej lub więcej od tego optimum odległy. Wreszcie mogą wystąpić granice wielkości czynnika, powyżej i poniżej których organizmy danego gatunku w ogóle się nie rozwijają. Te minima i maksima nasilenia danego czynnika warunkują negatywnie występowanie poszczególnych gatunków w biocenozie zbiornika. W ich obrębie gatunki mogą być reprezentowane mniej lub więcej licznie i możemy mówić o ich masowym występowaniu (dominacji) oraz o formach towarzyszących i przypadkowych. Formy dominujące ilościowo są najbardziej wiarogodnym odbiciem warunków środowiska, formy mniej liczne mogą znaleźć się w nim także z przyczyn niezależnych od powyższej reguły (np. przyniesienie prądem wody z wyżej położonego stanowiska).

Osobny problem stwarza fakt, że te same czynniki i w tym samym natężeniu wywierają inny wpływ na organizm zależnie od czynników towarzyszących, co szczególnie komplikuje ustalenie ich spektrum biologicznych.

Istnieje szereg gatunków roślin i zwierząt wodnych, których tolerancja na zakres wymagań jest bardzo szeroka i te występują w bardzo różnorodnych środowiskach wodnych (formy eurytopowe). Ich masowa obecność jest stosunkowo mało pomocna przy wykonywaniu biologicznej analizy wody. Tylko ich brak świadczyć może, że w zbiorniku stało się coś, co je z niego usunęło. O wiele bardziej pomocne w wykonywaniu tej analizy są gatunki o wyspecjalizowanych wymaganiach środowiskowych (formy stenotopowe). Ich występowanie świadczy o pewnych cechach środowiska (ubóstwo lub zasobność w tlen, odczyn aktualny, małe ilości wapnia, duże ilości związków organicznych itp.) i one posiadają znaczenie wskaźnikowe (indykatory — formy przewodnie).

Przeszkodą w dostosowywaniu się organizmów do nowego spektrum topologicznego może być brak czasu oraz czynne i bierne przemieszczanie się organizmów w czasie zachodzenia zmian środowiskowych. Poza tym w grę wchodzi często czynniki natury geograficznej i historycznej, powodujące niemożliwość rozwoju w danym środowisku organizmów, których z tych względów nie ma w okolicy. Działanie czynników antagoni-

stycznych oraz interwencja człowieka mogą być też przyczyną niepojawiania się w środowisku tych organizmów, które mogłyby w nim występować. Wymieniony szereg przyczyn powoduje, że biologiczna analiza wody może zawodzić.

II. WYKONANIE ANALIZY

Istnieje ogromna różnorodność sposobów wykonywania biologicznej analizy wody i trudno jest podać jej jeden sposób ujednolicony. Prawie każda pracownia i każdy specjalista posiadają odrębne przyzwyczajenia i poglądy na te sprawy. Dlatego poniżej ograniczamy się tylko do naszkicowania pewnych wspólnych zasad postępowania przy stosowaniu tej metody.

Ze względu na znaczne wahania stanu wód rzecznych i dużą zmienność w zasiedleniu organizmów w ciągu roku wskazane jest wykonywanie badań przynajmniej przy niskich letnich i zimowych (podlódowych) stanach a w razie możliwości także w innych okresach roku. Najczęściej błędny obraz, zupełnie odmienny niż w innych porach roku daje badanie rzeki w czasie wysokich stanów wiosennych, kiedy wody powodziowe zmywają zarówno znaczne ilości osadów dennych i zamieszkujących je organizmów jak też i rozcieńczają wody rzeczne. Badaniu zazwyczaj poddaje się zarówno zawiesinę znajdującą się w wodzie (seston) jak też zespoły organizmów osiadłych na dnie i przedmiotach zanurzonych. W sestonie wskazane jest oznaczenie zarówno zawiesin żywych (plankton) jak i martwych (tripton).

Istnieje szereg wątpliwości czy plankton wód rzecznych jest typowym zespołem organizmów charakterystycznych dla rzeki czy też raczej mieszaniną tego wszystkiego co do rzeki dopływa ze zlewni względnie co zostanie zmyte z zespołów poroślowych jej dna i brzegów. Z tych względów oparcie biologicznej analizy wody na charakterystyce zespołów poroślowych uważane jest za bardziej celowe aniżeli na charakterystyce jej planktonu. Analiza triptonu może wskazać, jakie rodzaje ścieków dopływają powyżej badanego stanowiska (np. napotkanie cewek drzew iglastych wskazuje na ujście ścieków przemysłu drzewnego itp.).

Zebranie prób winno się odbyć ilościowo. Przecedzenie przez gazę młynarską nr 25 (siatka lub garnek Jaaga) 30 l wody, czerpanej np. zwykłym garnkiem osadzonym na kiju, zazwyczaj całkowicie wystarcza dla uzyskania miarodajnej próby sestonu. Trudniejsza sprawa jest z ilościowym poborem prób zespołów poroślowych. Dobra metoda porównawcza nie istnieje. Zazwyczaj badacze ograniczają się do zeskrobywania powierzchni mułu skrobaczką, drogą lub nawet siatką planktonową osadzoną na kiju. Czerpak Ekmana i jemu podobne mają tę wadę, że pobierają próbę ze znacznej głębokości, która często odpowiada pochodzeniu okresowi sprzed setek lat.

Oznaczanie zebranych organizmów winno się odbywać do gatunku, gdyż tylko on reaguje jednoznacznie na środowisko. Organizmy tego samego rodzaju, rodziny lub nawet wyższej jednostki systematycznej są mieszaniną ekologicznie niejednorodną i tylko z konieczności można się nią posługiwać. Konieczność ta niestety często zachodzi ze względu na duże trudności systematyczne w określaniu niektórych organizmów wodnych. Zazwyczaj sporządzane są listy rodzajów roślin i zwierząt zamiesz-

kujących dno, brzeg i wodę zbiornika wodnego, co jest wystarczające tylko wtedy, gdy ze względów geograficznych rodzaje są jednogatunkowe lub przypadkowo wszystkie gatunki należące do danego rodzaju mają podobny spektr biologiczny.

Prócz opracowania jakościowego konieczne jest także ilościowe opracowanie prób zarówno w liczbach absolutnych ilości osobników w litrze wody, jak też procentowego ich występowania w całej próbie. W tym ostatnim przypadku zazwyczaj jeden gatunek roślin i jeden zwierząt jest zdecydowanym dominantem, kilka mu towarzyszy a reszta występuje nielicznie i stanowi nikły procent całości. Wnioski należy wyciągać w oparciu o gatunki dominujące, uwzględniając obecność form wskaźnikowych. Masowe występowanie form eurytopowych (formy przewodnie). Brak form eurytopowych jest też charakterystyczny.

Ocena wyników analizy odbywa się albo w porównaniu do zmian zaszłych w stosunku do stanowiska niezanieczyszczonego względnie do składu biocenozy badanego stanowiska z okresu przed zanieczyszczeniem, albo bez tego porównania a jedynie na podstawie znajomości „ekologicznej walencji” aktualnie występujących w zebranych zespołach gatunków.

W pierwszym przypadku badacz stwierdzając różnice składu biocenozy na dwu porównywanych stanowiskach ma prawo twierdzić, że w rzece na odcinku między nimi zaszły daleko idące zmiany środowiskowe. Jego rzeczą jest ocenić czy wynikają one z zanieczyszczenia, czy też z innych przyczyn. Stwierdzenie na przykład na niżej położonym stanowisku w rzece wielkiej ilości wioślarek (*Daphnia*, *Polyphemus* i inne), które jak wiadomo nie są zupełnie typowym elementem fauny rzecznej i nie są wskaźnikiem zanieczyszczenia, mogą budzić zrozumiałe zastrzeżenie co do poprawności oznaczeń. Tymczasem okazało się, że na odcinku między obydwoma porównywanymi stanowiskami uchodził mały strumyk, którym do badanej rzeki spuszczano z sąsiednich stawów karpowych ogromne ilości wody, wnoszącej ze sobą te wioślarki.

Porównywanie składu biocenozy tego samego stanowiska przed i po zanieczyszczeniu wymaga uwzględnienia zmienności sezonowej przede wszystkim przez porównywanie prób z tego samego okresu roku i przy podobnym stanie wód.

W drugim przypadku oceny stopnia zanieczyszczenia stanowiska dokonuje się na podstawie ilości gatunków w próbie, które uznane są za tzw. wskaźniki zanieczyszczenia w porównaniu do liczby gatunków charakterystycznych dla wód czystych względnie słabo zanieczyszczonych. Ilościowe występowanie takich wskaźników, wyrażone zarówno w liczbach absolutnych jak i procentach w badanej próbie ma przy tej ocenie decydujące znaczenie. Im więcej w próbie wskaźników zanieczyszczenia i im bardziej są one liczne tym większa wartość dowodowa próby wskazującej na zanieczyszczenie.

Ten podstawowy tok postępowania i rozumowania przy wykonywaniu biologicznej analizy wody znalazł w praktyce różne kierunki rozwoju i zastosowania.

III. KIERUNKI ROZWOJU

Pierwszą biologiczną analizę wody wykonał w 1848 r. entomolog K. Olenati wyciągając wnioski o chemicznym składzie wody na podstawie obserwacji żyjących w niej larw chruścików. Niektórzy za twórcę tej metody uważają botanika F. Cohna, który badając w studniach wodę w związku z epidemią cholery doszedł do wniosku, że wodę można oceniać na podstawie jej mikroskopowej analizy (1870)¹.

Właściwe podstawiny biologicznej analizy wody stworzył wypracowany przez Kolkwitsza i Marssona system saprobów (1908), który wyróżnia 4 zespoły organizmów wody: 1) silnie zanieczyszczonej — poalysaproby, 2) dość silnie zanieczyszczonej — α -mezosaproby, 3) lekko zanieczyszczonej — β -mezosaproby, 4) czystej — oligosaproby; w zależności od zanieczyszczenia rzeki związkami organicznymi (typu ścieków miejskich) i postępującej w dół jej biegu ich mineralizacji — samoczyszczania się. Wywołany przez to ubytek tlenu i pojawianie się siarkowodoru oraz obecność produktów rozkładu białek przez polipeptydy, peptydy, kwasy aminowe, amoniak, azotyny i azotany są tłem chemicznym zmian zachodzących w biocenozach zanieczyszczanych rzek.

Wymieniony system zapoczątkował tzw. ekologiczny kierunek biologicznej analizy wody, którego zasady ekologiczne scharakteryzowano powyżej w opisie metody i który stał się jego podstawą. W procesie rozwojowym doczekał się on zarówno licznych propozycji rozbudowy, jak też i uwag krytycznych.

Najpoważniejsi zwolennicy systemu rozbudowali go w kierunku wyróżnienia większej ilości stref zanieczyszczenia — i tak:

1. Sładecek (1962) wyodrębnił 11. stref zanieczyszczeniowych, które nie zawsze muszą wystąpić w rzece zanieczyszczonej jednym źródłem ścieków, zaliczając cztery strefy systemu Kolkwitsza i Marssona do typu limnosaprobowego, poprzedzając go w myśl dawniejszych modyfikacji strefą wody bardzo czystej — katarobowej i uzupełniając go typem eusaprobowym, w których wydzielono 4 strefy w zależności od zwiększającego się ładunku związków organicznych, względnie typem transsaprobowym o 2 strefach warunkowanych obecnością związków toksycznych lub radioaktywnych (antysaprobowa, radiosaprobowa).

2. Fierdingstaadt (1964) wyróżnia 9 stref zanieczyszczenia rozbudowując system Kolkwitsza i Marssona w tym sensie, że wyróżnia strefę wyjątkowo silnego zanieczyszczenia (coprozoiczna), po 3 odcinki (α , β , γ) strefy polysaprobowej i mezosaprobowej oraz strefę oligosaprobową i katarobową. Ten system ma być według tego autora lepszy od innych, gdyż: a) jest on oparty na zespołach organizmów dominujących ilościowo, b) unika form przewodnich typu K-M, które często nie są typowe dla stref, które mają charakteryzować, c) za pomocą 9 stref lepiej może uchwycić warianty zanieczyszczeń, d) jest szybszy, gdyż pomija w analizie szereg trudnych do oznaczeń grup organizmów, e) pozwala wykryć zanieczyszczenia ściekami przemysłowymi, f) opiera się na gatunkach osiadłych na dnie i lepiej zdefiniowanych ekologicznie.

¹ Historyczny rys rozwoju biologicznej analizy wody podał autor w artykule *O biologicznej analizie wody*, *Wszechświat*, nr 3, 1936.

Od dawna twierdzono, że wybrane przez Kolkwita i Marssona formy przewodnie nie są charakterystyczne dla stopnia zanieczyszczenia, które mają określać, i powstało wiele prób uzupełnienia tych spisów form przewodnich oraz ich przebudowy (szczególnie Liebmann, 1951, 1959, 1962 — „Güteklasse“).

Ponieważ ocena spisów gatunków napotkanych w analizowanych próbach sprawiała wiele trudności i była często bardzo subiektywna, wiele prób (Knöpp, 1954; Pantle i Buck, 1955; Zelinka i inni, 1959, 1961; Dittmar, 1959) uczyniono dla stworzenia systemów liczbowej wyceny tych list i porównywania na podstawie cyfr stopnia zanieczyszczenia różnych zbiorników i ich odcinków. Kierunek ten razi biologów swą sztucznością i spotyka się z częstą krytyką.

Ekologicznym metodom biologicznej analizy wody, a szczególnie systemowi saprobów Kolkwita i Marssona zarzuca się, że: 1) nadaje się on tylko do oceny zanieczyszczenia typowo organicznego (ścieki miejskie i przemysłu rolnego), 2) wyróżnione strefy zanieczyszczenia nieodpowiadają rzeczywistości a jakoby charakterystyczne dla nich zespoły saprobowe mogą występować także w innych strefach, 3) ekologiczna walencja gatunków wskaźnikowych w stosunku do zanieczyszczenia jest przeważnie nieznana, 4) należy się opierać nie na licznych formach wskaźnikowych, lecz na dominantach naturalnej biocenozy, 5) jest stosunkowo mało obiektywna a jej stosowanie wymaga dobrego przygotowania systematycznego.

W związku z tym już od dawna wypracowywano warianty biologicznej analizy wody na innych zasadach — tzw. metody fizjologiczne.

Istotą metod fizjologicznych jest oparcie się w ocenie jakości wody na jednym gatunku bakterii, glonów lub zwierząt wodnych i wykorzystanie do niej znajomości jego specyficznych właściwości fizjologicznych. W szczególności wyodrębniono 5 grup metod fizjologicznej oceny jakości wody: 1) pośredniego liczenia bakterii (Bucksteeg-Thiele, 1958), 2) oznaczania biochemicznego zapotrzebowania tlenu w wodzie (Bucksteeg, 1959) oraz intensywności fotosyntezy (Knöpp, 1961), 3) oznaczenia zapotrzebowania tlenu przez osady denne (Caspers, 1962), 4) hodowli w badanej wodzie organizmów testowych, 5) określenia toksyczności wody w stosunku do wybranych organizmów testowych (Bioassays).

W dużym skrócie podajemy najbardziej charakterystyczne z tych metod:

1. Test Bringmann i Kükn (1956, 1958, 1959) polega na hodowli w pobranych próbach podejrzanej o zanieczyszczenie wody: bakterii (ogólna liczba) oraz *Escherichia coli*: *Pseudomonas fluorescens*, glonów *Scenedesmus*, wiciowca *Microregma heterostoma* oraz wioślarki *Daphnia* — w założeniu, że są one najbardziej charakterystycznymi gatunkami dla poszczególnych odcinków samooczyszczającej się rzeki (reducenti, konsumenci, producenci). Intensywność lub zahamowanie rozwoju „szczepionych“ w wodzie organizmów oceniana pomiarem wielkości wytworzonej w określonej jednostce czasu biomasy (Biomassentiter) jest wskaźnikiem stopnia zanieczyszczenia wody, jej troficzności bądź też toksyczności.

2. Testy toksykologiczne (Bioassays) polegają na przetrzymywaniu przez określony czas w podejrzanej o zanieczyszczenie wodzie określonej liczby organizmów gatunków testowych (najczęściej gatunków ryb cha-

rakterystycznych dla dobrych lub złych warunków tlenowych, kielża zdrojowego — *Gammarus pulex*, ośliczki — *Asellus aquaticus*, wioślarki — *Daphnia magna* lub *D. longispinus*) i stwierdzenia procentu obumarłych osobników jako wskaźnika zanieczyszczenia.

3. Pomiar zdolności fotosyntetycznej glonów w badanych próbach wody oraz ilość tlenu zużytego przez bakterie na rozkład znajdujących się w wodzie związków organicznych w nawiązaniu do ewentualnego zahamowania tych procesów w razie obecności substancji toksycznych (Knöpp, 1961).

4. Pratt (1961) próbując ocenić możliwości zastosowania ścięków dla nawodnienia pól badał zdolność kiełkowania zanurzonych w nich nasion *Sinapsis alba*.

Metody fizjologiczne okazały się o wiele bardziej obiektywne, a ich stosowanie wymaga mniejszych umiejętności technicznych. Wymagają one jednak dobrze wyposażonych laboratoriów i wnioski z nich wyciągnięte odnoszą się tylko do aktualnego składu pobranej próby wody.

Przekonano się, że żadna z wymienionych metod, może z wyjątkiem grupy metod ekologicznych, nie jest w stanie zaspokoić wszystkich wymagań wynikających z potrzeby oceny stopnia zanieczyszczenia wód, głównie ze względu na ogromną różnorodność tych zanieczyszczeń. Stosowanie kilku metod spełnia to zadanie.

IV. ZASTOSOWANIE

Wychodząc z powyższych założeń biologiczna analiza wody znalazła na świecie zastosowanie w pięciu zasadniczych kierunkach: 1) studiów nad biologią, fizjologią i ekologią organizmów wodnych, 2) typologią zbiorników wodnych, 3) oceną rybackiej produktywności zbiorników, 4) wykrywaniem zanieczyszczeń, 5) projektowaniem i eksploatacją oczyszczalni ścięków.

Studia w zakresie biologii, fizjologii i ekologii organizmów wodnych zdążają w zasadzie do wyznaczania spektrów biologicznych ich poszczególnych gatunków, co stanowi podbudowę biologicznej analizy wody. Niestety mimo licznych wysiłków ani jeden gatunek nie został dotąd pod tym względem całkowicie opracowany, mimo że istnieje szereg poważnych prób w tym zakresie (np. *Sphaerotilus natans*). Także badanie fizjologii organizmów wodnych jest pomocne w rozbudowie metod fizjologicznych biologicznej analizy wody.

W latach 1920—1939 rozbudowano wiele systemów typologicznych, szczególnie klasyfikacji jezior, opierając się na tym, że zbiorniki wód stojących można charakteryzować przy pomocy występujących w nich gatunków roślin i zwierząt. Systemy te opierały się na zasadzie: a) obecności którejs z tzw. form przewodnich (np. *Tanytarsus*-Seen, *Plumosus*-Seen itp.), b) oceny masowo występujących w nich zespołów organizmów wodnych na podstawie znajomości ich „troficznej wartościowości ekologicznej“ (np. *Dinobryon*-Seen, *Scenedesmus*-Seen), c) liczności wybranej grupy gatunków wskaźnikowych (np. 8 gatunków kompleksu *Entomostracea* — Bowkiewicz, 1936).

Ocena rybackiej produktywności zbiorników wodnych, a zwłaszcza jezior i stawów, opierała się na określaniu podstawowej żywności wody (zasobności w sole pokarmowe — N, P, K, Ca — np. metoda Zuntza

(1918) lub jej zasobności w któryś z elementów łańcucha produkcyjnego). Obecność zakwitów — jeziora eutroficzne, bardziej predestynowane dla ryb niełososiowatych, ich brak — oligotroficzne, szczególnie nadające się do hodowli ryb łososiowatych. System Lundbecka kwalifikujący jeziora do użytku rybackiego na podstawie zasobności w faunę denną stanowiącą główny pokarm ryb (jeziora siejowe, stynkowe, leszczowe, płotkowo-okoniowe, karasiowe).

Przydatność biologicznej analizy wody do wykrywania zanieczyszczeń nadała tej metodzie szczególnie wiele rozgłosu i spowodowała, że nazwa ta jest często uważana za synonim jednej z jej najbardziej popularnych „metod ekologicznych” — systemu saprobowego Kolkwita i Marssona służącego do wykrywania zanieczyszczenia wód typowymi ściekami organicznymi (patrz wyżej).

Zanieczyszczenie chemiczne rozumiano początkowo głównie jako obciążenie wody związkami organicznymi ze ścieków komunalnych względnie (znacznie później) z niektórych ścieków przemysłowych (głównie przemysłu rolniczego). Wkrótce przekonano się, że rozkład ścieków celulozowych przebiega nieco odmiennie, a rozkład ścieków organicznych z nowoczesnego przemysłu węglowego często wymyka się ze znanych reguł (rola grzybów przy ich rozkładzie!). Okazało się, że system K-M nawet tu zaczyna zawodzić.

W ostatnich latach zdano sobie sprawę z: a) selektywnego wpływu ścieków przemysłowych na biocenozę wód w wyniku ich toksyczności oraz z dominującej roli metod fizjologicznych biologicznej analizy wody w jego określaniu na tle wyraźnej niemocy metod chemicznych na tym polu, b) trofizującego wpływu oczyszczonych ścieków na odbiornik (ścieki mineralne oraz zanieczyszczenie wtórne), c) specyficznego charakteru ścieków radioaktywnych. Metody biologiczne wykrywania i oczyszczania tych ścieków bardzo się tu zasłużyły.

Fizyczne zanieczyszczenie znalazło szczególnie ostry wyraz we wpływie wód podgrzanych z elektrowni chłodzonych obiegiem otwartym. Przy ocenie tego wpływu należało raczej sięgnąć do doświadczenia zdobytego w zakresie biologicznej analizy i typologii wód tropikalnych. W przypadku podgrzewania wód zanieczyszczonych ściekami organicznymi przebieg samooczyszczania się wody tak dalece się zmienia, że np. w miesiącach letnich przy temperaturze wody 36°C *Sphaerotilus natans*, najbardziej typowy wskaźnik zanieczyszczenia, całkowicie ustępuje z zespołu saprobowego powyżej silnie rozwiniętego.

Zanieczyszczenie biologiczne obejmuje organizmy chorobotwórcze (choroby zakaźne rozprzestrzeniane przez wodę i pasożytnicze — głównie helmintozy) oraz uciążliwe dla człowieka (inwazje owadów).

Rozległe studia nad przebiegiem samooczyszczania się rzek stanowiły teoretyczne podstawy do projektowania urządzeń do biologicznego oczyszczania ścieków. Okazało się, że samooczyszczanie się wód polega na: 1) rozcieńczeniu wodami czystymi, 2) sedymentacji zawiesin, 3) rozkładzie związków organicznych (patrz wyżej system Kolkwita i Marssona, 4) tworzeniu się nowej materii organicznej (żywe organizmy wyrastające na pożywcę powstałej ze zmineralizowania związków organicznych, głównie masowe zakwity glonów, które stwarzają nowe obciążenie zbiornika masą organiczną, tzw. zanieczyszczenie wtórne).

Wszystkie te procesy odbywają się w oczyszczalniach ścieków i ich studiowanie w terenie i w laboratorium daje wiele wskazań teoretycznych i praktycznych zarówno do projektowania oczyszczalni, jak też i ich najbardziej sprawnej technicznie i ekonomicznie eksploatacji.

Biologiczne metody oczyszczania ścieków są najtańsze i często najskuteczniejsze i najpowszechniejsze. Istnieje wiele nadziei co do możliwości zaprzęgnięcia do pracy niektórych mniej znanych grup drobnoustrojów (np. grzybów) jak też poznania ekologii organizmów osadu czynnego, złóż zraszanych czy pól filtracyjnych tak dalece, że kierowanie eksploatacją tych urządzeń będzie o wiele bardziej sprawne technologicznie i ekonomicznie.

V. PRZYSZŁOŚĆ

Minione 100 lat stosowania biologicznej analizy wody w praktyce postawiło 5 zasadniczych postulatów jej rozbudowy w przyszłości:

a) takie rozbudowanie metod biologicznej analizy wody, aby były one dostępne do wykonania przez osoby bez wyższego wykształcenia biologicznego; metody te winny być szybkie, tanie i dające jednoznaczne orzeczenia,

b) poznanie fizjologii i ekologii gatunków organizmów o dominującym znaczeniu w zbiornikach wodnych względnie organizmów testowych,

c) ocenianie jakości wody tylko przy kompleksowym użyciu metod chemicznych, bakteriologicznych, fizjologicznych i ekologicznych,

d) ujednolajnienie metod, aby zbierane doświadczenie mogło być najlepiej wykorzystane i wartościowe także dla innych,

e) sprawdzenie użyteczności metod dla zbiorników położonych w różnych warunkach klimatycznych.

A. w zakresie studiów mikrobiologicznych, odnośnie rozbudowy metod biologicznej analizy wody zaleca się:

1. Rozbudowę metod wykrywania wirusów i niektórych bakterii wywołujących szereg endemicznych i epidemicznych chorób we wszystkich strefach klimatycznych. Szczególnie ważne w tym względzie wydaje się prowadzenie studiów wirusologicznych zanieczyszczonych rzek i jezior, włączając w to bakteriofagi.

2. Udoskonalenie wykrywania *E. coli* i bakterii grupy *coli* w innych warunkach klimatycznych aniżeli strefy umiarkowanej. W tym zakresie potrzebne są badania nad: a) znaczeniem fermentacji cukrów przez bakterie *coli* w 44°C, b) przydatnością stosowania filtrów membranowych do ich liczenia, c) stosowaniem uzupełniających pożywek, d) diagnostyczną wartością bakterii grupy *coli* w szeroko zróżnicowanych warunkach ekologicznych.

3. Ocenę znaczenia *Clostridium perfringens* jako wskaźnika zanieczyszczeń fekalnych, włączając w to studia nad: a) odpornością w stosunku do czynników środowiskowych, b) rozwojem w warunkach naturalnych strefy tropikalnej.

4. Ocenę użyteczności metod bezpośredniego mikroskopowania bakterii do biologicznej analizy wody włączając w to: a) zastosowanie metod bezpośredniego liczenia drobnoustrojów w różnych typach wód i w różnych warunkach klimatycznych, b) określania biocenozy bakterii w wo-

dzie i osadów dennych, c) ocenę przydatności do powyższych celów mikroskopii fluoryscencyjnej.

B. W zakresie rozbudowy metod ekologicznych zaleca się:

1. Rozpoczęcie w możliwie najliczniejszych laboratoriach świata studiów nad „ekologiczną walencją” gatunków masowo występujących w wodach o różnym stopniu zanieczyszczenia i w różnych warunkach klimatycznych. WHO zaleca w tym względzie studia nad: a) *Sphaerotilus* i niektórymi *Eubacteria* w wodach bieżących, b) glonami, szczególnie rodzaju *Nitschia palea*, *Scenedesmus* i *Stigeoclonium*, c) pierwotniakami *Aspidisca costata* i *Vorticella microstoma*, d) pierścienicami grupy *Oligochaeta* ze szczególnym uwzględnieniem *Tubificidae*, e) owadami *Ephemeroptera* wód bieżących, *Diptera* (*Chironomidae* — szczególnie rodzaju *Chironomus* (*Tendipes*) i *Procladius*).

2. Prowadzenie studiów nad zastosowalnością ekologicznych metod biologicznej analizy wody w warunkach tropikalnych. Wszelkie wyniki powinny być podawane w nawiązaniu do ścisłej fizykochemicznej charakterystyki środowiska.

3. Podsumowanie różnych metod wykonywania biologicznej analizy wody i rozpowszechnienie ich wśród zainteresowanych celem wyboru metod najwłaściwszych oraz ich ustandaryzowania.

4. Udostępnienie i spopularyzowanie ich stosowania dla osób o przygotowaniu technologicznym i innych o stosunkowo słabym przygotowaniu biologicznym przez: a) opracowanie i wydanie odpowiednio uproszczonych kluczy do oznaczania najważniejszych organizmów wodnych, b) opracowanie skróconych metod identyfikowania ważniejszych „wskaźników biologicznych”.

C. Odnosnie metod fizjologicznych zaleca się studia nad:

- a) stosowaniem gatunków testowych do wykrywania toksyczności małych ilości różnych związków pochodzenia zanieczyszczeniowego (metale ciężkie, substancje organiczne i ich mieszaniny),

- b) hodowlą gatunków wskaźnikowych dla określenia żyzności wody (np. *Scenedesmus*) lub obecności w niej produktów rozkładu związków organicznych, np. soli amonowych *Escherichia coli* (Bringmann i Kühn, 1963),

- c) udoskonaleniem pomiaru biochemicznego zapotrzebowania tlenu, łącznie z zastosowaniem metod manometrycznych, także aparatu Warburga.

Wyżej przedstawiony stan biologicznej analizy wody został osiągnięty nieskoordynowanym wysiłkiem poszczególnych limnologów i niektórych instytutów. Pierwszą próbę w kierunku skoordynowania prac w tym zakresie podjęto na sympozjum poświęconym znaczeniu metod biologicznych w oczyszczaniu ścieków na sesji XV Międzynarodowego Towarzystwa Limnologicznego w Cincinnati (1962). Następną była dyskusja presympozjum „O celowości stosowania systemu saprobowego w biologicznej analizie wody”, które się odbyło w Istituto Italiano di Idrobiologia, Pallanza, w kwietniu 1963 r. i w którym wzięło udział około 20 przedstawicieli różnych krajów Europy. Trzeciej próby dokonała Światowa Organizacja Zdrowia (World Health Organization) zapraszając 10 specjalistów różnych krajów Europy, ZSRR i USA do Genewy na tygodniowe sympozjum Scientific Group on the Biological Estimation of Water

Pollution Levels, w czerwcu 1964 r. Na sympozjum tym, poprzedzonym rozesłaniem szeregu dokumentów przygotowawczych na temat bieżącego stanu biologicznej analizy wody i zakończonym sprawozdaniem dla Dyrektora Naczelnego WHO, zalecono tej organizacji następujące drogi popierania prac w zakresie biologicznej analizy wody:

a) podsumowanie wszelkich informacji o bieżącym stanie biologicznej analizy wody i rozpowszechnienia w państwach członkowskich WHO,

b) sporządzenie i rozpowszechnienie wśród zainteresowanych spisu instytutów i naukowców pracujących w zakresie tematyki związanej z biologiczną analizą wody i ewentualnie mogących udzielać konsultacji w zakresie taksonomii i ekologii organizmów wodnych,

c) zorganizowanie służby informacyjnej mogącej szybko publikować i rozpowszechniać wyniki bieżącego postępu badań w zakresie biologicznej analizy wody,

d) popieranie wszelkich badań i ich publikowanie w zakresie poznawania warunków ekologicznych panujących w wodach nie zanieczyszczonych, jako tła do zrozumienia skutków coraz bardziej postępującego ich zanieczyszczenia.

Presympozjum w Pallanzy i sympozjum WHO w Genewie zdecydowało przenieść część dyskusji „nad współczesnymi poglądami na stan i zastosowanie biologicznej analizy wody do oceny jej zanieczyszczenia i możliwości użytkowania” do Warszawy na sesję XVI Międzynarodowego Kongresu Limnologicznego w 1965 r., gdzie na ten temat będą porównane poglądy całego świata zarówno Europy Środkowej, jak też Stanów Zjednoczonych Ameryki Północnej i Związku Radzieckiego.

St. M. Kurtz — *Electron Microscopic Anatomy*. Acad. Press, New York — London, 1964, 425 + XII.

Nakładem Academic Press ukazało się nowe, cenne wydawnictwo z zakresu mikroskopii elektronowej. Książka składa się z piętnastu rozdziałów, każdy opracowany według tego samego, bardzo rozsądnie pomyślanego schematu. Każdy rozdział jest opracowany przez innych autorów, zaproszonych do współpracy z różnych ośrodków naukowych. Omawiane zagadnienia są bogato ilustrowane schematami i doskonałymi elektronogramami, w znacznej większości oryginalnymi, z prac autorów. Tylko bardzo nieliczne zaczerpnięto z innych prac.

Książka nie ma charakteru ściśle podręcznikowego. Autorzy nie omawiają budowy mikroskopowo-elektronowej wszystkich tkanek i narządów, jak to ma miejsce w typowych podręcznikach histologii i anatomii mikroskopowej, ale każdy z nich zajmuje się jednym narządem, tym który jest przedmiotem jego długoletnich badań. Każdy rozdział jest krótką monografią. Autorzy nie omawiają wyników prac specjalnych, interesujących tylko dla wąskiego kręgu specjalistów, ale ograniczają się do opisanie i zilustrowania podstawowych osiągnięć mikroskopii elektronowej w danej dziedzinie. Zajmują się zawsze normalnymi tkankami ssaków i ich prawidłową budową submikroskopową.

Szczególne cenne jest to, że przy omawianiu każdego narządu autorzy podają dokładnie technikę sporządzenia preparatu, z uwzględnieniem nieraz drobnych szczegółów, dotyczących utrwalania, odwadniania czy barwienia, które nie wszystkim są znane, a które mają zasadnicze znaczenie dla uzyskania poprawnego obrazu tkanki.

Rozdział I — opracowany przez E. de Robertis i A. Pellegrino de Iraldi (Buenos Aires) jest wprowadzeniem do mikroskopii elektronowej. Omawia zasady techniki przyrządzania preparatów, odczytywania elektronogramów oraz struktury komórki w mikroskopie elektronowym, to jest opisaniem submikroskopowej struktury podstawowych organelli komórkowych. Autorzy wprowadzają tu szereg terminów powszechnie używanych w mikroskopii elektronowej, dla ujednolicenia terminologii wszystkich dalszych rozdziałów. Swoje wywody ilustrują schematami i elektronogramami. Obszerny spis literatury umożliwia zapoznanie się z dalszymi pracami na ten temat.

Każdy następny rozdział opracowany jest według tego samego schematu: wprowadzenie, materiał i metoda (szczegółowo), omówienie wyników i ich bogata ilustracja oraz spis najważniejszych publikacji.

Zbędne byłoby szczegółowe omawianie wszystkich rozdziałów, jednak chyba warto je wyliczyć dla zorientowania, jakie tkanki i narządy zostały opracowane i przez kogo. Podają tylko tytuły kolejnych rozdziałów i ich autorów: Wątroba — J. C. Hampton (Chicago), Trzustka — L. Herman, T. Sato, P. J. Fitzgerald (New York), Ślinianki — St. M. Kurtz (Durham), Śluzówka żołądka i jelit — A. W. Sedar (Philadelphia), Tkanka krwiotwórcza i krew oraz tkanka limfoidalna — M. Bessis (Paris), Gruczoły dokrewne — nadnercza — T. Zelandier (Göteborg), Tarczycza — R. Eckholm (Gothenburg), Nerka — St. M.

Kurtz (Durham), Mięsień szkieletowy, sercowy i gładki — D. S. Smith (Cambridge), Chrzastka — H. Sheldon (Montreal), Kość — R. A. Robinson i D. A. Cameron (Baltimore i Sydney), Obwodowy system nerwowy — L. L. Ross (New York), Centralny system nerwowy — E. G. Gray (London).

Pominięto więc niektóre narządy, uwzględniając tylko te, nad którymi najczęściej się pracuje.

Ze względu na walory opracowania oraz to, że książka jest dostępna na rynku krajowym, warto ją polecić naukowym bibliotekom przyrodniczym.

Wanda Byczkowska-Smyk

ETOLOGIA PORÓWNAWCZA PTAKÓW JAKO „NARZĘDZIE”
W RĘKU SYSTEMATYKA*

Niewiele jest grup ptaków, których wzajemne pokrewieństwo wywoływałoby tyle sprzecznych poglądów i dyskusji, co związki pokrewieństwa między sikorami (*Parus*), raniuszkami (*Aegithalos*), remizami (*Remiz*), wąsatkami (*Panurus*), kowalikami (*Sitta*), pomurnikami (*Tichodroma*) i pełzaczami (*Certhia*).

Przykładowo przytoczę tylko poglądy różnych autorów z ostatnich lat. Nie ma prawie dzieła naukowego, które by pod względem podziału tych grup zgadzało się z innymi. Mayr i Amadon (1951) podzielili rodzinę *Paridae* na podrodziny — *Parinae*, *Remizinae*, *Aegithalinae*, podczas gdy *Regulinae* i *Panurinae* umieścili gdzie indziej. Wolters (1952) tymczasem wystąpił przeciwko wykluczaniu wąsatki i utworzył wśród *Paridae* między innymi podrodziny *Chamaeinae*, *Aegithalinae*, *Remizinae* i *Parinae*. Dementiew (1954) zostawił *Remizinae* przy *Paridae*, natomiast *Aegithalinae* oraz *Panurinae* wprowadził do rodziny *Paradoxornithidae*. Vaurie (1957) oddzielił *Remizinae* i *Aegithalinae* od *Paridae* i podniósł do rangi samodzielnych rodzin. On również *Panurinae* dołączył do *Timaliidae* (Vaurie, 1959). Z drugiej strony Vaurie, by podkreślić pokrewieństwo kowalików z sikorami, umieścił je oraz *Tichodroma*, we własnych podrodzinach wśród *Paridae*. Paludan (1959), Berndt i Meise (1962), Voous (1962) znów różnie umieszczają interesujące nas grupy ptaków.

Dla uzyskania lepszego wglądu w stosunki pokrewieństwa celowe będzie pomijając ogólnie znane cechy morfologiczne, które dotychczas były brane głównie pod uwagę, omówić podobieństwa i różnice w zachowaniu się wymienionych grup ptaków.

RODZAJ *PARUS*

Już od dawna zauważono, że wszystkie sikory rozdrabniają większe kęsy pożywienia w ten sam sposób, tj. biorą je pod nogę i wrywają z nich kawałki. Jest to typowa cecha wrodzona sikor. Poza sikorami taką zdolność posiada niewiele rodzin np. krukowate.

Co jednak sikory zdecydowanie odróżnia od innych pokrewnych grup, to specjalne przystosowanie do gnieźdzenia się w dziuplach. Sikory posiadają więc zdolność dostosowania się do najróżniejszej objętości dziupli. Sikory muszą doprowadzić wewnątrz dziupli do odpowiednich rozmiarów. Jako materiału wypełniającego używają zielonego mchu. Materiał wypełniający niczym nie jest powiązany, utrzymują go tylko ściany dziupli. Ptaki wijące gniazda otwarte, a które również używają mchu, jak np. zięby, raniuszki, muszą ten mech starannie wiązać pajęczyną.

Dalszą odrębnością sikor jest to, że w czasie składania jaj przykrywają niepełne jeszcze zniesienie, zanim opuszczą dziuplę. W większości naturalnych dziupli, z których korzystają sikory, nie ma ciemności, więc jaja mogłyby być zauważone przez wroga, zachowanie takie ma swoje znaczenie.

* H. Löhrl — *Verhaltensmerkmale der Gattungen Parus (Meisen), Aegithalos (Schwanzmeisen), Sitta (Kleiber), Tichodroma (Mauerläufer) und Certhia (Baumläufer)*. J. Orn., vol. 105, nr 2, s. 153—181, 1964.

Czas pobytu piskląt w gnieździe również wskazuje na gnieźdzenie się w dziuplach od dawna. Młode sikory opuszczają gniazdo po 18—20 dniach od wyklucia, a więc bardzo późno, co właśnie charakterystyczne jest dla dziuplaków.

Specjalnie ważną cechą jest sposób zachowania się w gnieździe przy niepokojeniu. Zwą go popularnie „syczeniem“. Jest to bardzo skomplikowana zrytualizowana forma zachowania się, której częścią składową jest słyszalne z zewnątrz dziupli syczenie.

RODZAJ *AEGITHALOS*

Już Heinroth pisał, że raniuszki są sikorami tylko z nazwy. Nie gnieźdzą się w dziuplach i nie rozszarpują większych kęsów pokarmu przy pomocy brania ich pod nogę. W przeciwieństwie do sikor młode nie mają żadnego puchu, są zupełnie nagie. Za argument dla możliwego pokrewieństwa obu grup może służyć okazyjne łączenie się sikor i raniuszków we wspólne stado, ale wiemy, że w takich stadach żerują często ptaki zupełnie ze sobą nie spokrewnione. Raniuszki odznaczają się bardzo silną więzią socjalną. Jeżeli schwytamy raniuszka i zatrzymamy do tej chwili aż jego stado odleci, to ptak po wypuszczeniu wyraźnie poszukuje stada. Tymczasem sikora, podobnie jak większość innych ptaków, po wypuszczeniu najpierw wygląda sobie piórka itp., a później dopiero interesuje się innymi współplemieńcami.

Raniuszki przez całe życie nocują przytulone do siebie, a sikory nocują z reguły pojedynczo i unikają bezpośredniego kontaktu. Osobliwością raniuszków jest to, że często kilka ptaków uczestniczy w budowie gniazd, a zwłaszcza w karmieniu piskląt. Takie zachowanie wskazuje na brak terytorializmu tak charakterystycznego dla sikor.

Raniuszki i sikory mają dość podobne niektóre głosy. Również wspólna dla raniuszków i sikor jest umiejętność wieszania się odwrotnie na gałęzi, co potrafią również czyżki i mysikróliki. Obie omawiane grupy znoszą dużą ilość jaj i w obu grupach jaja są podobnie ubarwione. U raniuszków jak dotąd nie zauważono przykrywania jaj.

RODZAJ *SITTA*

Wszystkie kowaliki rozbijają duże kawałki pożywienia, wisząc głową na dół, a jedną nogą zakotwiczając się nad głową. Zdobyty pokarm wtykają często w szparę, aż zostanie tak zaklinowany, że mogą go rozłupać. Tymi dwoma obyczajami różnią się kowaliki zasadniczo od sikor. Wszystkie gatunki kowalików robią zapasy pokarmu, a z sikor tylko niektóre gatunki. Podobnie jak sikory wszystkie kowaliki gnieźdzą się w dziuplach. Natomiast nie wszystkie gatunki kowalików zakrywają jaja w chwili opuszczania dziupli.

U całego szeregu kowalików istnieje metoda zabezpieczania wejścia do dziupli. *Sitta europaea* jak i niektóre azjatyckie gatunki robią to w ten sposób, że ewentualne szpary zamykają gliną oraz otwór przy pomocy gliny zmniejszają, tak że intruz większy od kowalika nie może się wcisnąć. To postępowanie u kowalików skalnych (*Sitta neumayer*) zostało doprowadzone do skrajności, bo w ten sposób tworzą dziuplę legową, że przed wybraną niszą skalną wymurują całą przednią ścianę wraz z otworem wlotowym. Używają do tego nie tylko gliny ale także kału, jak to czasami robi też i *Sitta europaea*, przede wszystkim jednak niezliczoną ilość owadów latających, które zmiażdżone dodają do muru. *Sitta canadensis* nacierają otoczenie otworu wlotowego świeżą żywicą. Szereg znów gatunków małych kowalików w ogóle nie domurowyduje otworu wlotowego.

Podstawową różnicą wskazującą na dawne oddzielenie się kowalików od sikor jest brak u wysiadujących kowalików jakiegokolwiek postawy grożącej. Formy zalotów u kowalików są odmienne niż u sikor.

RODZAJ *TICHODROMA*

Podczas gdy Hellmayr a potem Hartert zaliczyli pomurnika jako rodzaj *Tichodroma* do rodziny pełzaczy (*Certhiidae*) to Vaurie (1950) wskazał na to, że sposób życia pomurnika przypomina raczej kowaliki skalne niż pełzacze i zaproponował, aby pomurniki zaliczyć jako podrodzinę do *Sittidae*. Mayr i Amadon (1951) włączyli je potem — wśród podrodziny *Salporninae* — do *Sittidae*. Również Wolters (1952) poszedł za ujęciem Vaurie i umieścił pomurnika jako osobną podrodzinę przy *Sittidae*. Później Vaurie (1959) tak pomurniki jak i kowaliki jako podrodziny włączył do *Paridae*. W większości nowszych prac ornitologicznych np. Gilliard i Steinbacher (1959), Voous (1962), Austin (1963) i inni, umieszczono pomurniki przy kowalikach.

Pomurnik zajmuje biotop bardzo podobny do biotopu kowalika skalnego. Mimo pozornego podobieństwa sposób ich poruszania się po ścianach skalnych jest zupełnie inny. Pomurnik pomaga sobie przy wspinaniu się po stromych ścianach skalnych skrzydłami, raczej fruwa niż wspina się. Kowaliki skalne mają bardzo silne nogi, za pomocą których rzeczywiście się wspinają.

Podobnie jak kowaliki także pomurniki bardzo długo wysiadują jaja i karmią pisklęta. Prócz tego stwierdzono, że pomurniki przez cały rok nocują w dziuplach tak jak i kowaliki, w przeciwieństwie do sikor i pełzaczy.

RODZAJ *CERTHIA*

Pełzacze są powszechnie uznawane za samodzielne rodziny, choć możliwe, że są spokrewnione tak z sikorami jak i kowalikami. Duże podobieństwo formy dzioba i pazurów u pomurników i pełzaczy wywołane jest tylko konwergencją.

Jak wiadomo, pełzacze wspinają się inaczej niż kowaliki i pomurniki, mają bowiem podpierający ogon i dlatego mogą obiema nogami równocześnie skakać podobnie jak dziecięty. Zachowanie się pełzaczy w niczym nie przypomina zachowania dziuplaków. Pełzacze gnieźdzą się z reguły w płytkich szparach, do których od zewnątrz można zaglądnąć. Gdy wysiadująca samica zauważy zbliżającego się wroga, to zwykle opuszcza gniazdo. Również młode przy najmniejszym niepokojeniu wyfruwają z gniazda choć jeszcze nie umieją latać, a potem skacząc po ziemi szukają najbliższego pnia drzewnego, na który starają się z trudem wdrapać — bo ogon podpierający jest jeszcze za krótki. Natomiast wszystkie inne dziuplaki czują się w dziupli bezpieczne i nigdy nie wylatują, gdy wróg gniazda kręci się na zewnątrz otworu wlotowego. Zaloty pełzaczy znacznie różnią się od zalotów tak sikor jak i kowalików.

Z powyższych rozważań porównawczo-etologicznych można wysnuć następujące wnioski.

1. Różnice pomiędzy sikorami rodzaju *Parus* a dotychczas badanymi gatunkami rodzaju *Aegithalos* są tak duże, że przeważają bardzo nad nielicznymi podobieństwami dającymi się częściowo wytłumaczyć funkcjonalnie. Gdy jeszcze przy tym uwzględnimy znane różnice morfologiczne, to już brak uzasadnień do łączenia sikor i raniuszków. Z drugiej strony brak jeszcze pewnych punktów zaczepienia odnośnie stosunków pokrewieństwa raniuszków, wobec tego należy je potraktować jako oddzielną rodzinę.

2. Kowaliki tak różnią się od sikor, że wydaje się słuszne oddzielenie ich jako odrębnej rodziny.

3. Pomurniki swoim zachowaniem nie przypominają pełzaczy pod żadnym względem, tak że należy je w każdym razie oddzielić od *Certhiidae*. Natomiast szereg cech wskazuje na ich pokrewieństwo z *Sittidae*. Czy wskazane byłoby dołączenie ich do *Sittidae* jako podrodziny, czy też wyodrębnienie jako osobnej rodziny, to musi wynikać dopiero z dalszych badań.

Jan Pinowski

STOPIEŃ ZNISZCZENIA JAJ I PISKŁAT U PTAKÓW GNIAZDOWNIKÓW WIJĄCYCH GNIAZDA OTWARTE ORAZ GNIEZDZĄCYCH SIĘ W DZIUPLACH*

Często nawet ornitolodzy nie uświadamiają sobie jaką rolę w ochronie jaj i piskłat gra położenie gniazda i jego budowa. Z tych względów, mimo że referowana praca nie jest najświeższej daty postanowiłem podzielić się jej treścią z czytelnikami na łamach Kosmosu.

W oparciu o 66 oryginalnych prac dotyczących ptaków gniazdowników strefy umiarkowanej północnej dr Nice analizuje stopień zniszczenia gniazd, jaj i piskłat u gatunków wijących gniazda otwarte albo częściowo zamknięte oraz u ptaków gnieźdzących się w dziuplach. Z 7788 gniazd otwartych należących do przeszło 20 gatunków gniazdowników uległo przeciętnie zniszczeniu 49%. Z 21 951 złożonych jaj wykłuło się średnio 60% piskłat, a 46% młodych ptaków szczęśliwie wyleciało z gniazd (w stosunku do złożonych jaj). Analogiczne procenty u gniazdowników dziuplaków są o wiele wyższe. Z 34 000 złożonych jaj wykłuło się szczęśliwie 77%, a z 94 000 jaj wychowało się 66% piskłat (wyleciało z gniazda). Gatunki budujące gniazda częściowo zamknięte jak np. piecuszek (*Phylloscopus trochilus* L.) lub budujące gniazdo w niszach jak np. muchołówka szara (*Muscicapa striata* Pall.) mają procent ocalałych gniazd, jak i piskłat pośredni między omawianymi grupami gniazdowników.

Położenie gniazda i jego budowa nie jest obojętna dla jego ochrony przed złymi skutkami pogody i atakiem drapieżców. Mniejszy procent zniszczonych jaj i piskłat u dziuplaków ma być wywołany mniejszym wpływem drapieżców dzięki ochronnej roli dziupli. Ptaki wijące gniazda otwarte są też częściej gospodarzami ptaków pasożytniczych. Ptaki gnieźdzące się w dziuplach mają większe legi, okres wysiadywania jaj jak i okres przebywania piskłat w gnieździe jest u nich dłuższy niż u gniazdowników wijących gniazda otwarte. Pisklęta dziuplaków w chwili opuszczania gniazda są dalej posunięte w rozwoju niż pisklęta gatunków wijących gniazda otwarte, toteż u tych ostatnich śmiertelność po opuszczeniu gniazda jest większa. U dziuplaków okres wysiadywania jaj i przebywania piskłat w gnieździe wynosi średnio 38 dni, a śmiertelność 34% co daje 0,9% strat w ciągu jednego dnia, a u wijących gniazda otwarte straty w ciągu 29 dni trwającego wysiadywania jaj i wychowu piskłat wynoszą 54% co daje na jeden dzień 1,9% czyli dwa razy więcej niż u ptaków gnieźdzących się w dziuplach.

Jeżeli ptaki gnieźdzące się w dziuplach mają większe legi i więcej młodych szczęśliwie opuszcza gniazda niż u gniazdowników wijących gniazda otwarte, to dziuplaków powinno być o wiele więcej. Jednakże ilość dziupli jest ograniczona, dlatego między dziuplakami jest silna konkurencja o dziuple. Gatunki silniejsze

* M. M. Nice — *Nesting success in altricial birds*, „Auk”, vol. 74, s. 305—321, 1957.

niszczą jaja i pisklęta gatunków słabszych. Szpaki (*Sturnus vulgaris* L.), wróble domowe (*Passer domesticus* L.), mazurki (*P. montanus* L.), krętogłowy (*Jynx torquilla* L.) niszczą gniazda sikor (*Parus* sp.), muchołówek (*Ficedula* sp.) itp. Konkurencja w obrębie gatunku o dziuple może uniemożliwić części populacji rozmnażanie się. U szpaka (*Sturnus cineraceus* Temminck) czwarta część populacji w ogóle nie rozmnaża się z powodu braku dziupli. Ponadto z reguły ptaki wijące gniazda otwarte mają więcej lęgów w czasie jednego sezonu lęgowego niż dziuplaki.

Jan Pinowski

ZNACZENIE TEORII STRESSU DLA WYJAŚNIENIA MECHANIZMÓW DYNAMIKI LICZEBNOŚCI DROBNYCH GRYZONI*

Pojęcie stressu wprowadził po raz pierwszy Selye (1935). Stress według tego autora (1952) — to stan organizmu w reakcji obronnej na działanie czynników zewnętrznych. Może on być topiczny lub systemowy. Często różne bodźce fizyczne, jak np. wpływ ciepła czy zimna, uraz psychiczny, krwotok, podrażnienie od bólu, silne światło lub dźwięk, napięcie mięśniowe, nadmierne wydzielanie hormonalne, zastrzyki obcych ciał itp. mogą wywrzeć ten sam skutek na organizm. Christian (1950) podaje następujące przyczyny powodujące stress: 1) zmniejszanie się ilości paszy, 2) niedostateczna ilość schowków w terenie, 3) zwiększenie rozchodu energii w poszukiwaniu dalej położonej paszy, 4) walka o żywność, 5) nasilenie oddziaływania chłódów przy dłuższym przebywaniu na powierzchni w poszukiwaniu paszy, 6) walka o areał życiowy, 7) paraliż w następstwie niedoborów pokarmu lub mało-kaloryczność pokarmów zastępczych.

Stwierdzono wiele przypadków gwałtownego obniżania się liczebności drobnych gryzoni bez definitywnego określenia choroby. Zewnętrzne i wewnętrzne objawy zmian często są podobne nawet u gatunków dalekich (polniki, zające). Badania nad silną śmiertelnością po masowych pojawach prowadzone w latach 1871—1914 i 1941—1957 nad *Microtus arvalis* Pall. pozwoliły stwierdzić wspólne dla tego okresu przejawy: zatrącenie strachu, dążność do skupiania się, kanibalizm, osłabienie reakcji, przyhamowanie ruchu, garbienie się, stroszenie się sierści, zamykanie oczu, zatrącenie równowagi, skurcze, drgawki, a w końcu paraliż tylnych kończyn. Wewnątrz organizmu zauważono: infiltrację wątroby, zapalenie nadnerczy, przekrwienie płuc, owrzodzenia przewodu pokarmowego, artretyzm, hipoglikemię i hipotermię.

Green i Larson (1938) opisując masową śmiertelność *Lepus americanus* Erx. przyjęli wówczas jako główną przyczynę hipoglikemię. Nie znalazłszy przy tym żadnych chorób bakteryjnych przejawy te nazwali szokiem wyniszczenia (shock disease).

Liczne badania wykazały również, że nie tylko pojedynczo brane czynniki, takie jak: choroba, głód, złe warunki klimatyczne i drapieżniki, ale nawet ich wspólne oddziaływanie nie wyjaśniają nam przyczyn nagłego załamania się liczebności populacji. W stadium wyniszczenia charakterystyczne są hormonalne przedawkowania hormonów adaptacyjnych. Powstają liczne uszkodzenia układu (systemu) sercowo-naczyniowego, alergiczno-reumatyczne, neurosklerotyczne i inne. Zachodzą choroby adaptacji.

* N. V. Bashenina — Znaczenie teorii stressa dla rozumienia mechanizmów dynamiki liczebności małych gryzoni. Biul. Mosk. O-wa Insp. Prirody, 68, 6, 5—13, 1963.

Rozróżnia się 3 typy zmian stressowych: 1) oznaki uszkodzeń, nie mające nic wspólnego z obronną reakcją organizmu, 2) uaktywnienie się funkcji nadnerczy i 3) zrywy somatyczne powodujące nadmierne wydzielanie się hormonów adaptacyjnych.

Stress pobudza działalność systemu nadnerczowo-przysadkowego. Zależnie od okoliczności ten sam czynnik stressowy może wywołać dwie skrajne reakcje: 1) na skutek zwiększenia produkcji hormonu przysadkowego (ACTH) i przeciwzapalnego następuje przyhamowanie procesów zapalnych i inwolucja aparatu limfatycznego, 2) na skutek wydzielania przez przysadkę ciał typu X — czynnika w liofilizowanej tkance jako hormonów prozapalnych typu dezoksykortikosteronu (Selye przypuszcza, że to STH) zwiększa się potencjał zapalny w całym organizmie i charakterystyczne są przy tym zmiany reumatyczno-alergiczne, neuroskleroza i hipertonia.

Obronna reakcja organizmu przechodzi 3 fazy:

1. Reakcja trwogi, która przejawia się w: a) przekrwieniu i zwiększaniu się nadnerczy (głównie warstwy korowej), b) atrofii systemu limfatycznego, c) rozchwianiu się cyklu płciowego, d) zmianach hematologicznych (limfopenia, eozynopenia, leukocytoza polimorfojądrowa), e) ówrodzeniach przewodu pokarmowego, f) hiperglikemii, hipotermii, hipotonii i zagęszczeniu krwi.

2. Faza adaptacji występuje, jeśli zwierzę nie zginęło w fazie trwogi. Nasilenie wydzielania przysadki mózgowej powoduje zwiększenie wydzielania się adaptacyjnych hormonów nadnerczy (korty- i hydrokortyzonu). Organizm w stanie trwogi długo nie wytrzymuje.

3. Wyniszczenie organizmu na skutek przedłużającej się działalności stressu. Przedawkowane hormony adaptacyjne przez dłuższy okres prowadzą do śmierci organizmu.

Bashenina (1963) ujmuje rolę stressu w masowej śmiertelności małych gryzoni w następujących punktach: 1) śmiertelność zwierząt w pierwszym stadium reakcji alarmowej; 2) śmiertelność w ostatnim stadium stressu w następstwie ogólnego wyniszczenia adaptacyjnej siły organizmu; 3) śmiertelność z powodu chorób zostających nawet po usunięciu warunków stressowych, np.: hipoglikemia, hipertonia, neuroskleroza; 4) śmiertelność powodowana chorobami zakaźnymi i niezakaźnymi, powstającymi w następstwie ostro powiększającego się pod wpływem stressu braku odporności na infekcje. Są trzy warianty współdziałania stressu z infekcją: a) ożywienie infekcji ukrytych, b) zdrowi nosiciele zaczątków chorób — w okolicznościach stressu zachorowują, c) zakażenie dawką niedostateczną z powodu mniejszej odporności organizmu w czasie stressu może doprowadzić do zachorowania. Poza tym stress zwiększa ilość chorób nieinfekcyjnych (np. przebiegów) z braku odporności organizmu; 5) śmiertelność pod wpływem niesprzyjających warunków klimatycznych uwarunkowana stresem. W czasie reakcji alarmowej zachodzi hipotermia. Jeżeli przy tym jest niska temperatura i duża wilgotność — organizm może zamrzeć. Przegrzanie jest również powodem zwiększonej śmiertelności.

W okresie nasilenia liczebności wchodzi jeszcze, poza wymienionymi stressowymi, czynnik psychiczny (Kruszyński, 1961).

Selye wprowadził pojęcie „energii adaptacyjnej”. Zapas jej w organizmie ma granicę ilościową i jest uwarunkowany dziedzicznością. W normalnych warunkach organizm rozchodowuje ją powoli. Jeżeli czynniki środowiska zmieniają się ostro, to „energia adaptacyjna” rozchodowuje się szybko w celu ratowania życia. Zdolność do adaptacji może odnawiać się do określonych granic w okresach pełnego spokoju. Powtarzające się okresy stressu wyniszczają jego energię i skracają życie. Przypuszczalnie jest to jedna z przyczyn starzenia się. Zmiany morfo-

logiczne organów zwierząt, które zginęły w czasie stressowego wyniszczenia, przypominają starcze zmiany degeneracyjne. Możliwe, że ta koncepcja może mieć znaczenie w naświetleniu przyczyn wymierania niektórych gatunków czy grup zwierząt.

Teoria stressu w zastosowaniu do zwierząt dziko żyjących może również wyjaśniać mechanizmy masowej śmiertelności poszczególnych gatunków.

Stanisław Borowski

ZAPŁADNIANIE ZALĄŻKÓW W PROBÓWCE

W dniu 30 grudnia 1964 r. na odbywającym się w Kalkucie Narodowym Kongresie Naukowym prof. P. Maheshwari wygłosił referat pt. „Test Tube Fertilisation of Ovules” (Zapładnianie zalążków w próbce)¹. Referat ten stanowi podsumowanie dotychczasowych 3-letnich prac przeprowadzonych w Katedrze Botaniki Uniwersytetu w Delhi, dotyczących sztucznego zapładniania zalążków w hodowli na pożywkach. Doświadczenia tego rodzaju stanowią duże osiągnięcie w eksperymentalnej embriologii roślin i są nadal intensywnie opracowywane w powyższej Katedrze.

Hodowcy roślin natrafiają często na duże trudności nie tylko przy otrzymywaniu krzyżówek międzyodmianowych, międzygatunkowych i międzyrodzajowych, ale nawet także u roślin samopylnych. Oto najczęstsze i najbardziej powszechne przyczyny tych niepowodzeń: a) niezdolność pyłków do kiełkowania na znamieniu, b) słaby wzrost i pękanie łagiewek pyłkowych, c) wczesne opadanie kwiatów zanim jeszcze łagiewka pyłkowa zbliży się do zalążka, d) degeneracja zarodków w zalążku. Celem przeciwdziałania powyższym trudnościom można m.in. zastosować dwie metody: 1) zapylenie wewnątrzzałazniowe, 2) zapładnianie zalążków w próbce.

Zapylenie wewnątrzzałazniowe. Udane doświadczenia zostały przeprowadzone na następujących roślinach: *Papaver rhoeas* L., *P. somniferum* L., *Eschscholtzia californica* Chem., *Argemone mexicana* L. i *A. ochroleuca* Sweet. Przed przystąpieniem do doświadczeń ustalono czas, w którym kwiaty otwierają się, i okres pylenia. Następnie z wybranych pąków kwiatowych wycięto pylniki i na powyższe pąki nałożono torebki z celofanu w celu uchronienia ich przed zapyleniem. Na podstawie szeregu prób nad siłą kiełkowania pyłków tych gatunków ustalono, że największy procent pyłków o najdłuższych łagiewkach kiełkuje w roztworze podwójnie destylowanej wody z dodatkiem 100 mg/l lub 200 mg/l kwasu bornego. Każda kropla roztworu zawierała od 100 do 300 ziaren pyłkowych.

Pąki, z których wycięto już poprzednio pylniki, zostały następnie wysterylizowane zewnętrznie alkoholem. Ścianę zalążni przekłuto w dwóch miejscach: jeden otwór służył do wprowadzenia roztworu z pyłkami, a drugi na przeciwległej ścianie ułatwiał wydostanie się powietrza na zewnątrz. Roztwór z pyłkami wstrzykiwano przy użyciu 1 ml strzykawki. Natychmiast po wprowadzeniu roztworu do zalążni, obydwa otwory zalepiano specjalną wazeliną „Petroleum jelly”. Oprócz powyższego doświadczenia robiono też próby polegające na wprowadzeniu do zalążni pyłków przy pomocy nacięcia w ścianie lub poprzez otwór otrzymany po odcięciu znamienia. W celu prześledzenia procesu zapłodnienia oraz rozwoju nasienia materiału

¹ Odczyt ukazał się w formie oddzielnej publikacji i został wydrukowany przez National Printing Works, 10, Daryaganj, Delhi, India, 1964.

utrwalano w odstępach 3 dni, a później zatapiano w parafinie. Krojono przy pomocy mikrotomu. Na podstawie obserwacji mikroskopowych stwierdzono, że w zalążni *Papaver somniferum* pyłki normalnie kiełkowały, a niektóre łagiewki pyłkowe wchodziły do mikropyle zalążków. Zapłodnienie przebiegało w takim samym czasie jak w warunkach naturalnych, podobnie przebiegał rozwój zarodka i bielma. Zalążnie rozwijały się w puszkach zawierające żywotne nasiona. U *Eschscholtzia* i *Argemone* ilość żywotnych nasion w puszcze była jednak niższa od ilości nasion wytwarzanych w warunkach naturalnych.

Zapładnianie zalążków w próbówce. Nową i bardziej obiecującą techniką jest hodowla zalążków i pyłków na sztucznej pożywce. Opracowano skład pożywki odpowiedniej zarówno dla kiełkowania pyłków jak i równocześnie dla wzrostu i rozwoju zalążka. Obiektem doświadczalnym były następujące rośliny: *Papaver somniferum*, *Eschscholtzia californica*, *Argemone mexicana*, *Nicotiana rustica* i *N. tabacum*. Z paków kwiatowych usunięto pylniki jeszcze przed okresem pylenia i na paki nałożono torebki. Doświadczenia obejmowały cztery rodzaje hodowli: a) niezapłodnione „nagie” zalążki; b) zalążki z placentą; c) zalążki wraz z ziarnami pyłku; d) zalążki z placentą wraz z ziarnami pyłku. Przed wycięciem zalążków zalążnię sterylizowano w alkoholu oraz w wodzie chlorowanej. Pręciki wycinano na kilka godzin przed okresem pylenia i sterylizowano w podobny sposób jak zalążnie. W warunkach sterylnych przenoszono zalążki na pożywkę i wokół nich umieszczano wyciśnięte z pręcików pyłki. Wszystkie stadia, tj. kiełkowanie łagiewek pyłkowych, podwójne zapłodnienie, rozwój bielma i zarodka przebiegały normalnie. Nasienie 22-dniowe zawierało w pełni wykształcony zarodek i bielmo. Nasiona po przeniesieniu na świeżą pożywkę kiełkowały dając zdrowe siewki. Okres spoczynku nasion, który normalnie obserwuje się w warunkach naturalnych, został w powyższym doświadczeniu wyeliminowany.

W zakończeniu referatu autor podaje, że następnym krokiem w podobnych pracach będzie próba hodowania komórek jajowych i otrzymanie z nich zarodków partenogenetycznych. Jeśli doświadczenia tego rodzaju powiodą się, wtedy będzie można w krótkim czasie otrzymywać organizmy homozygotyczne.

Maciej Zenkteler

PRACE INSTYTUTÓW I ZAKŁADÓW NAUKOWYCH

POSTĘPY PRAC MIĘDZYNARODOWEGO PROGRAMU BIOLOGICZNEGO

W dniach 3 i 6 lutego 1965 r. odbyły się posiedzenia Biura SCIBP, a 4 i 5 lutego posiedzenia SCIBP (Special Committee IBP). Tematem prac były przede wszystkim sprawy organizacyjne, dotyczące zarówno omówienia dróg i sposobów, jakimi można dojść do pogłębienia i uściślenia programu, jak również początkowych etapów realizacji samego programu.

Zarejestrować można wyraźny wzrost tempa i zasięgu prac związanych z Międzynarodowym Programem Biologicznym. I tak obserwuje się dalszy wzrost liczby krajów zainteresowanych MPB i decydujących włączyć się do prac MPB. Obecnie liczba krajów, które w różnej postaci zgłosiły swój akces sięga 40.

Interesująco przedstawiają się zamierzenia organizacji międzynarodowych sympozjów poświęconych zagadnieniom leżącym w polu zainteresowań MPB.

W sekcji produktywności ekosystemów lądowych przewiduje się zorganizowanie sympozjum poświęconego produkcji pierwotnej w Kopenhadze, produkcji wtórnej w Warszawie oraz produkcji wtórnej organizmów glebowych w Brunoy (Francja). W sympozjach spodziewany jest udział dużej liczby zainteresowanych naukowców z całego świata, a o wygłoszenie referatów zwrócono się z prośbą do wybitnych specjalistów. Decyzję o zorganizowaniu sympozjum w Kopenhadze i Warszawie podjęto na Walnym Zjeździe MPB w Paryżu w lipcu 1964 r. Celem zjazdów jest zapoznanie naukowców zainteresowanych Międzynarodowym Programem Biologicznym z aktualnym stanem badań produktywności ekosystemów lądowych. Oczekuje się, że sympozja te zapoczątkują dyskusję nad opracowaniem metod umożliwiających uzyskiwanie porównywalnych wyników we wszystkich współpracujących ośrodkach badawczych.

Międzynarodowe kolokwium w Kopenhadze będzie poświęcone produktywności pierwotnej. Przewidywany termin kolokwium 24—31 lipiec 1965 r. Będzie ono finansowane przez UNESCO. Organizatorem jest prof. M. F. E. Eckardt z Faculté des Sciences Montpellier, członek francuskiego Komitetu MPB.

Program sympozjum składa się z trzech części:

Pierwsza część ogólna poświęcona jest badaniom przepływu energii i krążenia materii w ekosystemach. Omówione też będą ogólne prawidłowości magazynowania energii słonecznej i związków mineralnych przez rośliny oraz sposoby ich pomiarów. Głównie zainteresowanie budzi niewątpliwie referat prof. dra E. P. Oduma na temat dynamiki ekosystemów lądowych.

Druga część sympozjum obejmuje technikę analizy produktywności pierwotnej i omówione w niej będą bezpośrednie i pośrednie metody pomiarów produktywności pierwotnej, jak też i aparatura stosowana w badaniach.

W trzeciej części dyskutowane będą charakterystyki środowiskowe (klimat, gleba itp.) konieczne przy przeprowadzaniu badań produkcji pierwotnej.

Na zakończenie sympozjum przeprowadzona zostanie ogólna dyskusja nad metodami pracy. Sympozjum w Kopenhadze jest pierwszym na tę skalę organizowanym zjazdem i da niewątpliwie podstawy szerszej współpracy nad produkcją pierwotną w ramach Międzynarodowego Programu Biologicznego. Dowodem potrzeby zorganizowania takiego sympozjum jest duże zainteresowanie nim naukowców wyrażone zgłoszeniem 18 referatów.

Proponowany termin kolokwium w Warszawie — maj 1966 r. Organizatorem

jest prof. dr K. Petrusiewicz, dyrektor Zakładu Ekologii PAN w Warszawie, wiceprzewodniczący SCIBP (Komitet Międzynarodowy MPB) oraz przewodniczący polskiego komitetu MPB. Czas trwania kolokwium przewidywany jest na cztery, pięć dni. Program obrad podzielono na cztery części.

W części pierwszej będą wygłoszone referaty na temat istoty badań produkcji wtórnej oraz przeglądowe określające stan badań.

Część druga poświęcona będzie wyróżnieniu i określeniu pojęć wyróżnianych przez różnych uczonych w badaniach krążenia materii i przepływu materii oraz próbie ujednolicenia terminologii stosowanej w badaniach wtórnej produkcji. Ten punkt programu podyktowany jest koniecznością ujednolicenia terminów, gdyż niemal każdy badacz inne wielkości czyni obiektem swych badań. Utrudnia to lub nieraz wręcz uniemożliwia porównywanie wyników. Jeżeli dodać ogromny chaos panujący w terminologii badań produktywności wtórnej to jasne się stanie, że stan ten utrudnia szybki rozwój współpracy placówek naukowych działających w ramach MPB.

Część trzecia poświęcona będzie metodyce badań produktywności wtórnej. Omawiane tu będą prace metodyczne. Obrady toczyć się będą w trzech podgrupach: badań populacji kręgowców, badań populacji bezkręgowców i badań populacji organizmów glebowych. (Zakres dyskusowania tych ostatnich jest w trakcie omawiania z prof. Delamare-Deboutteville, organizatorem sympozjum w Bronoy). W tej części obrad wygłoszone będzie szereg krótkich referatów, mających na celu zapoznanie uczestników kolokwium z metodami stosowanymi przy badaniu różnych grup systematycznych zwierząt. Oczekuje się, że wynikiem generalnej dyskusji będzie zaczątek standaryzacji metod przy jednoczesnym utrzymaniu ich różnorodnego i specjalizacyjnego charakteru. W pracach metodycznych szczególne znaczenie ma ocena bezwzględnej liczebności zwierząt i jej zmian w czasie.

Teoretyczne wnioski z obrad kolokwium oraz zalecenia dla współpracujących w ramach MPB ośrodków będą zamykały obrady zjazdu.

Oczekuje się, że kolokwium warszawskie będzie miało duży wpływ na stymulację badań produkcji wtórnej na całym świecie.

Proponowany termin konferencji w Bronoy (Francja) — pierwsza połowa 1965 r. Organizatorem jest prof. M. C. Delamare-Deboutteville, z Faculté des Sciences — Nancy. Konferencja będzie miała charakter specjalistyczny — metody badań organizmów glebowych. Decyzję organizowania tej konferencji zaakceptowano na ostatnim zebraniu biura SCIBP w lutym 1965 r. w Rzymie. Ze względu na niewielkie zaawansowanie prac organizacyjnych program konferencji nie jest jeszcze bliżej określony.

W sekcji ekosystemów słodkowodnych i morskich przewidziane są dwie konferencje. Pierwsza z nich odbędzie się w Pallanza (Włochy), druga w USA.

Konferencja w Pallanza odbędzie się od 26.IV. do 1.V. 1965 r. Organizatorem jest prof. V. Tonolli z Istituto Italiana di Idrobiologia, w Verbania (Pallanza, Novara). Konferencja ta będzie organizowana przy częściowym udziale finansowym Italian Consiglio Nazionale Delle Ricerche. W konferencji weźmie udział około 25 hydrobiologów badających ekosystemy słodkowodne i morskie. Tematem konferencji będą zagadnienia związane z produkcją pierwotną. Podobnie jak sympozjum w Kopenhadze będzie ona miała głównie charakter metodyczny, jednak ze względu na jej robocze nastawienie ograniczona jest do wąskiego grona specjalistów.

Ponadto proponuje się zorganizowanie podobnej do kolokwium warszawskiego konferencji w USA w jesieni 1965 r. Konferencję tę organizuje prof. E. Edmondson z Wisconsin (USA). Dokładny program nie został jeszcze ustalony.

W sekcji Wykorzystania i Kierowania Zasobami Biologicznymi zorganizowana będzie konferencja poświęcona produkcji wtórnej zwierząt roślinożernych możliwych do wykorzystania lub już wykorzystanych w gospodarce przez człowieka. Organizatorem tej konferencji jest E. B. Worthington, sekretarz generalny SCIBP. Odbędzie się ona w Aberdeen i Cambridge od 20 do 24 września 1965 r. Konferencja ta będzie głównie poświęcona omówieniu produkcji zwierząt udomowionych w porównaniu z produkcją spokrewnionych z nimi zwierząt dzikich. Przewiduje się udział 50 uczestników.

W sekcji Adaptatywności Człowieka odbędą się dwie konferencje. Pierwsza w Warszawie, druga w Kyoto (Japonia). Konferencję w Warszawie organizuje w kwietniu 1965 r. przewodniczący sekcji dr J. S. Weiner z Royal Anthropological Institute, Londyn oraz przewodniczący Polskiej Sekcji, prof. dr A. Wanke z Zakładu Antropologii PAN we Wrocławiu. Tematem konferencji będzie omówienie badań nad genetyką populacji ludzkiej oraz przystosowalności człowieka do różnych warunków środowiskowych. Konferencja będzie trwała od czterech do pięciu dni.

Drugi zjazd będzie zorganizowany bezpośrednio po 23 Międzynarodowym Kongresie Fizjologicznym w Tokio. Odbędzie się on od 13 do 17 września 1965 r. Poświęcony będzie głównie zagadnieniom przystosowalności człowieka do temperatury i wysokości.

Jak z tego przeglądu widać, prace nad MPB nabierają rozmachu, co rokuje dobre nadzieje dla zasięgu i poziomu tej międzynarodowej akcji z zakresu biologii.

Kazimierz Petrusiewicz, Lech Ryszkowski

ROZWÓJ PALEONTOLOGII NA UNIWERSYTECIE WARSZAWSKIM W OSTATNIM XX-LECIU*

HISTORIA PLACÓWKI PALEONTOLOGICZNEJ NA UW

Jeśli chcemy ocenić rozwój i osiągnięcia nauk paleontologicznych na Uniwersytecie Warszawskim w okresie ostatnich lat dwudziestu, nie możemy uczynić tego bez przedstawienia wyników pracy dwudziestolecia międzywojennego, stanowiącego dla nas naturalne tło porównawcze.

W okresie międzywojennym historia paleontologii na UW rozpoczyna się w 1924 r., kiedy to po powrocie z długoletniego pobytu w Boliwii prof. dr Roman Kozłowski rozpoczął swe wykłady i ćwiczenia zlecone z paleozoologii. W trzy lata później utworzono formalnie Katedrę Paleontologii, która weszła w skład Zakładu Geologii i Paleontologii UW.

W ciągu tego 12-letniego okresu, jaki upłynął od utworzenia Katedry Paleontologii do wybuchu drugiej wojny światowej, warunki rozwoju tej placówki naukowej nie były łatwe. Katedra nie miała przez czas dłuższy stałego i oddzielnego asystenta, gdyż pomocniczy personel naukowy był wspólny dla całego Zakładu. Później jednak zajęcia dydaktyczne z paleozoologii prowadzili pod kierunkiem prof. R. Kozłowskiego w różnym czasie Maria Wiśniewska-Zelichowska (obecnie kierownik Zakładu Dokumentacji i Muzeum Instytutu Geologicznego w Warszawie), Edward Wilkus, Mieczysław Kobyłecki, Krystyna Pożaryska i Aleksander Kelus. Ten ostatni pracował jako wolontariusz, zaś pozo-

* Nieznacznie zmodyfikowany tekst wykładu wygłoszonego w dniu 14.XII.1964 r. na sesji naukowej Wydziału Geologii UW w związku z XX-leciem PRL.

stali pracownicy przeważnie na pełnym lub na pół etatu. Świadczy to o ograniczonych możliwościach etatowych ówczesnego Uniwersytetu. Tym niemniej Katedra ta była poważnym warsztatem pracy, gdzie prof. R. Kozłowski wykonał m.in. swe doniosłe badania nad ramienionogami sylurskimi Podola i graptolitami dolnoordowickimi Gór Świętokrzyskich, zaś M. Wiśniewska-Żelichowska i A. Kelus wykonali prace doktorskie nad ramienionogami jurajskimi i dewońskimi.

Kształcenia specjalistów w szerszym zakresie jednak nie prowadzono, lecz ponieważ paleozoologia obowiązywała wówczas zarówno geologów jak i paleontologów prowadzono zajęcia dydaktyczne dla 20—30 osób rocznie, a więc dla stosunkowo dużej ilości studentów.

Pierwszy okres rozwoju paleontologii w ośrodku warszawskim po wojnie był niezwykle ciężki. W wyniku działań wojennych już w 1939 r. zupełnemu zniszczeniu uległo całe wyposażenie Zakładu, gmach, zbiory, biblioteka. Przede wszystkim jednak związane z Zakładem Geologii i Paleontologii UW kadry naukowe uległy zagładzie lub rozproszeniu. Odrodzenie paleontologii warszawskiej wiąże się tu nierozdzielnie z osobą prof. R. Kozłowskiego, którego gorąca wiara, optymizm i entuzjazm, a przede wszystkim niezłomowana praca doprowadziły nie tylko do odrodzenia, ale także do wielkiego rozkwitu tego kierunku naukowego.

Rozpoczęte jesienią 1945 r. wykłady paleozoologii odbywały się początkowo w mieszkaniu prywatnym Profesora przy ul. Wilczej 22. W latach 1945—1947 personel Zakładu składał się, oprócz prof. R. Kozłowskiego, także z pomocniczego pracownika naukowego, funkcje którego pełniła wówczas mgr K. Pożaryska, obecnie profesor Zakładu Paleozoologii PAN. W 1947 roku Zakład, już jako samodzielna jednostka organizacyjna, uzyskał wraz z Zakładem Geologii Historycznej lokal



Rys. 1. Gmach Wydziału Geologii UW przy ulicy Żwirki i Wigury 6

w gmachu chemii, przy ul. Pasteura. Stopniowo uzupełniała się niezbędna aparatura, zbiory naukowe i biblioteka. Prócz wielkich środków finansowych przyznawanych przez UW, odegrały w tym czasie dużą rolę zagraniczne ośrodki naukowe, nie szczędzące pomocy (w formie zbiorów i darów bibliotecznych) dla prof. Kozłowskiego i organizowanej przez Niego na nowo placówki paleontologicznej przy UW. Stopniowo roznastała się także kadra naukowa. Od 1947 roku jako asystent zaczęła pracować Zofia Kielan, obecnie profesor i kierownik Zakładu Paleozoologii PAN. Od 1950 roku początkowo jako wolontariusz, a następnie zastępca asystenta Adam Urbane k, obecnie docent i kierownik Zakładu Paleontologii UW.

Praca wymienionych osób kierowanych przez prof. R. Kozłowskiego, stworzyła też podstawy organizacyjne i techniczne pod dalszy rozwój paleontologii warszawskiej. Na przełomie 1952—1953 r. Zakład stanowił już stosunkowo nieźle wyposażony warsztat naukowy, w którym z powodzeniem można było prowadzić zarówno prace dydaktyczne jak i naukowe. W tym czasie pracowało w nim 2 samodzielnych pracowników naukowych, 5 pomocniczych pracowników naukowych i 1 laborant.

Decyzja o organizacji na UW samodzielnego Wydziału Geologii miała doniosłe znaczenie także dla dalszego rozwoju paleontologii warszawskiej. Przyznane nowe środki finansowe umożliwiły unowocześnienie i uzupełnienie wyposażenia aparaturowego oraz wzrost ilości etatów dla pracowników naukowych, a tym samym rozszerzenie się badanej problematyki naukowej. W 1954 r. Katedra Paleontologii przeniosła się do nowego pomieszczenia przy ulicy Nowy Świat 67. Ważne znaczenie dla rozwoju paleontologii miał także fakt wzrostu ilościowego i jakościowego innych pokrewnych zakładów naukowych tworzących się na Wydziale, z którymi pracownicy naszej Katedry mogli teraz blisko współpracować. Podobne znaczenie miała współpraca i pomoc okazywana naszym pracownikom ze strony Instytutu Geologicznego w Warszawie, wyrażająca się m.in. finansowaniem szeregu prac terenowych oraz udzielaniem pomocy technicznej w czasie ich prowadzenia. Szczególne znaczenie miała jednak ścisła współpraca pracowników Katedry Paleontologii z Zakładem Paleozoologii PAN, ułatwiona także tym, że od jego powstania w 1953 r. do końca 1960 r. kierował nim również prof. R. Kozłowski. Wielu pracowników Katedry wniosło poważny wkład w organizację tego nowego warsztatu pracy. Ścisła współpraca obu tych instytucji paleontologicznych dała szczególnie dobre rezultaty, przyspieszając wzrost kwalifikacji i ilości pracowników naukowych warszawskiego ośrodka paleontologicznego. Należy wyrazić tylko życzenie, aby współpraca taka mogła być kontynuowana także w przyszłości, zwłaszcza, że środki finansowe przeznaczone aktualnie na potrzeby paleontologii uniwersyteckiej są niewystarczające dla pokrycia kosztów samych badań, zakupów bibliotecznych i aparatury. W 1955 r. rozpoczął swą działalność Zakład Paleobotaniki, a w związku z przeniesieniem się jego kierownika, prof. dra Mikołaja Kostyniuka, z Uniwersytetu Wrocławskiego do Warszawy, liczba samodzielnych pracowników wzrosła do 3, pomocniczych zaś do 7, a technicznych do 2. Obecnie (koniec 1964 r.) Katedra Paleontologii UW ma 3 samodzielnych pracowników naukowych (bez prof. R. Kozłowskiego, który w październiku 1960 r. przeszedł na emeryturę), 6 pomocniczych pracowników naukowych, 1 asystenta technicznego i 1 technika. Od lipca 1960 r. Katedra znajduje się w nowym gmachu Wydziału Geologii UW, przy ul. Żwirki i Wigury 6, zajmując pomieszczenie specjalnie przewidziane i przystosowane do tego rodzaju pracy.

PRACE NAUKOWE KATEDRY PALEONTOLOGII UW

Warszawski ośrodek paleontologiczny pracuje w oparciu o wspólny plan badań naukowych, który przewiduje skupienie wysiłków na tych formacjach geologicznych, fauny których są szczególnie bogate i mają szczególnie doniosłe znaczenie paleontologiczne. Do nich należą w Polsce, o ile chodzi o bezkręgowce kopalne, dewon i karbon, jura i kreda oraz miocen. Dla badania kręgowców kopalnych największe znaczenie przypada faunom dewonu, triasu i kredy oraz faunie trzeciorzędu i plejstocenu. W dziedzinie badania kręgowców kopalnych nasze możliwości wydają się być jak dotąd raczej ograniczone. Istnieją jednak grupy zwierząt kopalnych szczególnie bogato występujących w Polsce i mogących stanowić doskonały materiał do oryginalnych badań naukowych. Wśród nich na pierwsze miejsce wybijają się ramienionogi, głowonogi, koralowce, a także graptolity, małżoraczki

i otwornice. Oczywiście Katedra Paleontologii UW rozporządzająca stosunkowo skromnymi środkami i niewielką kadrą naukową mogła zająć się realizacją tylko małej części tego wielkiego planu badań naukowych.

W swojej dwudziestoletniej działalności powojennej, problematyka paleozoologiczna Katedry koncentrowała się przede wszystkim na badaniu bezkręgowców kopalnych. Na pierwsze miejsce wybijały się tu badania prof. R. Kozłowskiego nad graptolitami — kolonijnymi bezkręgowcami morskimi ery paleozoicznej. W serii swych prac rozpoczętych opublikowaniem fundamentalnej monografii w 1948 r. prof. R. Kozłowski ustalił stanowisko systematyczne tej grupy zwierząt udowadniając, że stanowią one szczepek najbliższy spokrewniony z gromadą pióroskrzelnych (*Pterobranchia*), należących do półstrunowców (*Hemichordata*). Badania prof. R. Kozłowskiego doprowadziły do odkrycia szeregu nowych szczepek graptolitów, a także pozwoliły na wyświetlenie wielu innych problemów biologicznych związanych



Rys. 2. Profesor Roman Kozłowski przy swoim warsztacie pracy w Katedrze Paleontologii UW

z budową i rozwojem kolonii graptolitów. Prace te przyniosły autorowi nie tylko zastępną sławę światową, ale wywarły wielki wpływ na badania nad kopalnymi bezkręgowcami na całym świecie. Należą one do największych osiągnięć paleontologii bieżącego stulecia. Niemniej doniosłe były inne odkrycia i prace naukowe dokonane przez prof. R. Kozłowskiego, że wymienię tylko odkrycie pierwszych kopalnych pióroskrzelnych, badania nad stłubiopławami ordowickimi oraz aparatami szczękowymi kopalnych wieloszczetów. Prof. R. Kozłowski nadal niezmiennie intensywnie i wydajnie pracuje, stanowiąc niedościgniony przykład dla wszystkich pracowników naszego ośrodka. Badania Jego przyniosły w ostatnich latach znowu tak ważne osiągnięcia jak odkrycie i opisanie nowego rzędu prymitywnych graptolitów bentonicznych — *Crustoidea*, zbadanie rozwoju kolonii graptolitów tuboidowych, nawiązującego pod wieloma względami do rozwoju współczesnego przedstawiciela pióroskrzelnych — *Rhabdopleura* oraz wykrycie występowania złożonych zespołów *Chitinozoa*, mających przypuszczalnie charakter kokonów i rzucających zupełnie nowe światło na naturę tej zagadkowej grupy organizmów.

Historia Katedry Paleontologii UW jest wymownym przykładem tego jak wielkie znaczenie dla rozwoju określonego zespołu naukowego ma warsztat naukowy jego kierownika. Przykład i rozmach twórczy prof. R. Kozłowskiego stanowił zawsze najlepszą zachętę dla wszystkich Jego uczniów. Dzięki swym własnym badaniom mógł On zawsze przekazać swym uczniom przodujące metody badawcze. Wyrażały się one zarówno w dziedzinie metod technicznych jak i metodologicznych. W dziedzinie metod technicznych warszawską szkołę paleontologiczną cechuje rozwój i masowe stosowanie chemicznych i innych nowoczesnych metod preparowania i badania skamieniałości. Na tę stronę pracy naukowej paleontologa kładł zawsze prof. R. Kozłowski szczególny nacisk. W dziedzinie zaś metodologicznej cechuje szkołę warszawską biologiczne podejście do badanych problemów, dążenie do scalania faktów zoologicznych i paleontologicznych.

Obecnie w Zakładzie Paleozoologii UW prowadzi się dalsze badania nad graptolitami, zwłaszcza nad wyspecjalizowanym rzędem graptolitów planktonicznych — *Graptoloidea*. W szczególności badaniami objęto graptolity sylurskie. W wyniku tych badań można było ustalić budowę i rozwój kolonii w wielu grupach graptolitów, a w oparciu o te dane stworzyć ogólną teorię organizacji i sposobu realizowania się zmian ewolucyjnych w koloniach graptolitów. Badania te rzucają także interesujące światło na zagadnienie regeneracji kolonii graptolitowych i morfogenetyczne czynniki ich wzrostu. Można było m.in. ustalić występowanie bipolarnie rosnących morfoz regeneracyjnych, opisywanych przez wielu poprzednich badaczy, jako oddzielne jednostki taksonomiczne. O ile badania nad prymitywnymi grupami graptolitów bentonicznych okazały się niezwykle cenne dla wyjaśnienia pochodzenia całej tej grupy zwierząt kopalnych, o tyle badania nad wyspecjalizowanymi graptolitami syluru i ordowiku rzucają ważne światło na prawidłowości ich ewolucji i pozwalają ustalić ich główne kierunki rozwojowe. Obecnie badania nad graptolitami prowadzi się przede wszystkim w oparciu o materiał z głębokich wiercień, przekazany do opracowania przez Instytut Geologiczny w Warszawie. Droga preparowania chemicznego uzyskano z rdzeni wiertniczych bogaty materiał, dający w szczególności bardzo kompletny obraz ewolucji i morfologii górnosylurskich graptolitów z podrzędu *Monograptina*. W wielu przypadkach materiał składa się z niezwykle kompletnych linii rozwojowych, dających serie ewolucyjne jedne z najbardziej pełnych dla kopalnych bezkręgowców. Pierwszy etap tych badań będzie wkrótce ukończony. W zakresie tego problemu wykonano poprzednio pracę doktorską i habilitacyjną.

Prowadzi się także badania nad budową, rozwojem ontogenetycznym małżoraczków, głównie dewońskich. Badania te przyczyniły się także do pojmowania systematyki i stosunków filogenetycznych pewnych grup tej ważnej paleontologicznie grupy stawonogów. W zakresie tego problemu wykonano szereg prac, w tym pracę doktorską i przygotowuje się rozprawę habilitacyjną.

Prowadzone przez szereg lat badania belemnitów jurajskich doprowadziły do monograficznego opracowania tej grupy ze środkowej i górnej jury Polski. Przyczyniły się one w poważnym stopniu do zrozumienia morfologii, mikrostruktury i zmian wzrostowych rostrów belemnitów. Mają one także ważne znaczenie stratygraficzne. Wykonano także interesującą pracę o zespole fauny porastającej rostra belemnitów. W zakresie tego tematu wykonano pracę doktorską. Warto nadmienić, że ostatnio rozpoczęto także badania bogatej fauny małżów jurajskich.

W ciągu ostatnich 3 lat rozpoczęto także badania nad kręgowcami kopalnymi, a mianowicie nosorożcami plejstocenijskimi. Prace nad kręgowcami nie były dotychczas prowadzone przez pracowników Katedry. W zakresie tego problemu przygotowuje się pracę doktorską.

Warto przypomnieć, że Katedra Paleontologii UW, stanowiąca najstarszą część warszawskiego ośrodka paleontologicznego, jest też zarazem „wylegarnią“ kadr naukowych tego ośrodka. Ogromna ich większość to wychowankowie lub byli pracownicy naukowcy Katedry. W przeszłości prowadzili oni badania w ramach Katedry Paleontologii UW. Tak więc badania nad trylobitami były przedmiotem prac prof. Z. Kielan-Jaworowskiej, badania nad otwornicami, głowonogami i sedymentologią kredy prowadziła prof. K. Pożaryska, badania nad koralowcami paleozoicznymi dr H. Stasińska. Obecnie osoby te przeszły do pracy w Zakładzie Paleozoologii PAN.

W Zakładzie Mikropaleontologii na pierwsze miejsce wysuwają się wyniki badań kierownika Zakładu, prof. dra Władysława Pożaryskiego. W większości dotyczą one różnych problemów geologicznych o podstawowym znaczeniu i wykonane zostały w ramach prac prowadzonych przez tego uczonego w Instytucie Geologicznym. Ogromny dorobek naukowy tego badacza obejmuje także liczne prace z dziedziny mikropaleontologii i stratygrafii mikropaleontologicznej mezozoiku. Wśród prac innych pracowników Zakładu ważne znaczenie mają pionierskie badania prowadzone nad mało poznaną grupą pierwotniaków *Coccolithophorida* oraz nad *Dinoflagellata* kredy. W zakresie tego problemu wykonano pracę doktorską i przygotowuje się habilitacyjną. W Zakładzie prowadzi się także badania otwornic, które przyczyniły się w poważnym stopniu do znajomości otwornic oligoceńskich i permskich. W zakresie tego tematu wykonano pracę doktorską. Mówiąc o Zakładzie Mikropaleontologii należy wspomnieć, że ostatnia redukcja ilości pomocniczych pracowników naukowych do jednego może w przyszłości odbić się niekorzystnie na możliwościach szkolenia specjalistów i na dydaktycznym oddziaływaniu tego Zakładu, który dotychczas kształcił pokaźną ilość specjalistów.

Zakład Paleobotaniki rozpoczął swą działalność później niż dwa poprzednie zakłady Katedry. Należy przy tym podkreślić, że do 1955 r. paleobotanika na Uniwersytecie Warszawskim nie była uprawiana. Kierownik Zakładu Paleobotaniki, a obecnie także kierownik Katedry Paleontologii UW, prof. dr M. Kostyniuk, prowadzi badania nad anatomią drewna drzew iglastych ze złoża węgla brunatnego w Turoszowie. Ponadto opracował on (wraz z prof. W. Szaferem) cenny podręcznik paleobotaniki, którego II wydanie ukazało się w 1962 r. Pozostali pracownicy Zakładu prowadzą badania nad sporam karbonu z Chełma obszaru nadbużańskiego oraz badania mezofitycznych glonów wapiennych Polski. W zakresie pierwszego tematu zakończono pracę nad przygotowaniem rozprawy doktorskiej.

Badania paleontologiczne na Wydziale Geologii prowadzone są także i w innych, pokrewnych zakładach naukowych, przede wszystkim w Katedrze Geologii Historycznej i w Katedrze Geologii Ogólnej. W pierwszej na szczególną uwagę zasługują rezultaty wieloletnich badań prowadzonych przez jej kierownika doc. dra Henryka Makowskiego. Poprzednio wykonał on badania nad niezwykle dobrze zachowaną fauną środkowojurajską z Łukowa, wnosząc wiele nowych faktów do znajomości morfologii głównie amonitów i belemnitów. Ostatnie Jego badania dotyczą problemu dymorfizmu płciowego, przejawiającego się w budowie skorup amonitów oraz w sposobie ich wzrostu. Badania te mające duże znaczenie dla prawidłowego pojmowania systematyki i ewolucji amonitów spotkały się z bardzo pozytywnym przyjęciem ze strony specjalistów na całym świecie¹. Inni pracownicy Katedry Geologii Historycznej opublikowali szereg cennych przyczynków do znajomości faun kopalnych głównie kambru, ordowiku, dewonu i karbonu.

W katedrze Geologii Ogólnej prowadzi się również prace obejmujące zagadnienia paleontologiczne w aspekcie stratygraficznym lub paleoekologicznym. Pracow-

¹ Głównie wyniki tych badań przedstawiono w artykule „Co nowego w paleontologii?” w Kosmosie A, nr 1, 1962.

nicy tej Katedry wnieśli wkład w poznanie faun mezozoicznych (amoniów, liliowców, jeżowców i skorupiaków) oraz w poznanie paleoekologii miocenu i kambru Gór Świętokrzyskich. Na szczególną uwagę zasługują badania nad śladami życia zwierząt, stanowiącymi dziedzinę tzw. paleoichnologii.

OSIĄGNIĘCIA DYDAKTYCZNE

Osiągnięcia dydaktyczne Katedry wyrażają się wykształceniem w okresie istnienia Wydziału Geologii UW, tj. od 1953 r., 44 magistrantów, z których 30 uzyskało dyplomy ze specjalności paleozoologia z mikropaleontologią, zaś 14 w zakresie paleobotaniki. W tym samym okresie pracownicy Katedry wykonali 5 prac doktorskich, 1 osoba habilitowała się, zaś 1 uzyskała tytuł profesora zwyczajnego. Pracownicy Katedry uczestniczyli w licznych konferencjach i zjazdach naukowych, a w 1961 r. zorganizowali wraz z Zakładem Paleozoologii PAN międzynarodowe sympozjum poświęcone badaniom bezkręgowców starszego paleozoiku.

Pracownicy Katedry biorą czynny udział w pracy popularyzatorskiej i ogłosili drukiem około 70 artykułów i prac popularnonaukowych. Działalność ta w poważnym stopniu przyczyniła się do wzrostu zainteresowania się społeczeństwa problemami paleontologii, geologii i ewolucjonizmu. Pracownicy nasi brali także udział w przygotowaniu wystaw naukowych (np. wystawy TWP w 100-lecie darwinizmu), telewizyjnych i radiowych. Wraz z pracownikami Zakładu Paleozoologii PAN przygotowano wydawnictwa książkowe *Problemy ewolucjonizmu w paleontologii* (1957), *Wypisy z ewolucjonizmu*, *Tempo ewolucji* (1955) oraz *Słownik paleontologiczny* (1962). Prof. dr M. Kostyniuk opracował II wydanie znanej książki Lilpopa *Roślinność Polski w epokach minionych* (1957). Wreszcie w 1963 r. został oddany do druku I tom *Zasad nauki o ewolucji* opracowany przy współudziale A. Urbanka, który napisał w nim duży rozdział o filogenezie świata organicznego.

Adam Urbanek

ZEBRANIA, ZJAZDY I KONFERENCJE NAUKOWE

SESJA PLENARNA WYDZIAŁU II PAN

W dniu 15 lutego 1965 r. odbyła się w Warszawie kolejna sesja plenarna Wydziału Nauk Biologicznych Polskiej Akademii Nauk. Sesję połączono z uroczystością wręczenia członkowi rzeczywistemu PAN prof. drowi Janowi Czekanowskiemu „Księgi Pamiątkowej“, wydanej dla uczczenia 60-lecia Jego pracy naukowej.

Sekretarz Wydziału II PAN prof. dr Kazimierz Petrusiewicz scharakteryzował sylwetkę naukową Jubilata oraz znaczenie Jego dorobku naukowego. Prof. J. Czekanowski stanowi rzadki przykład uczonego, który zasięgiem swoich badań objął tak odrębne dziedziny badawcze jak antropologia, etnografia i matematyka. Z dzieł prof. J. Czekanowskiego korzystają stale przyrodnicy, matematycy a także humaniści.

Specjalną uwagę zwrócił mówca na głęboki humanizm, jakim przeniknięte są dzieła prof. J. Czekanowskiego. Do wielkich zasług Jubilata zaliczyć także należy Jego sukcesy w zakresie wychowania zastępu wybitnych uczonych.

Prof. J. Czekanowski w krótkim przemówieniu przypomniał zebrany etapy swojej drogi naukowej, scharakteryzował też sylwetki naukowe swoich uczniów.

Na zakończenie uroczystości „Księgę Pamiątkową“ wręczył Jubilatowi prezes Polskiej Akademii Nauk, prof. dr Janusz Groszkowski.

Część organizacyjna sesji poświęcona była dyskusji nad sprawą planowania badań naukowych.

Dyskutanci poddali krytyce dotychczasowe formy planowania, wysunęli też szereg propozycji zmierzających do zastosowania takiego trybu planowania, które byłoby realne i służyło istotnym potrzebom placówek naukowych.

K. Św.

KOMUNIKAT KARKONOSKIEGO PARKU NARODOWEGO W SOBIESZOWIE

Karkonoski Park Narodowy w Sobieszowie, przesyłając w odpisie (w tłumaczeniu na język polski) pismo Krkonošského Narodního Parku w Vrchlabí — Zámek — CSRS, ze swej strony zwraca się z prośbą o nadsyłanie odpowiednich artykułów do wymienionego zbiornika. Nadmienia się, że zamieszczone w zbiorniku artykuły będą honorowane po obowiązujących w CSRS stawkach. Zgodnie z porozumieniem pieniądze zdeponowane będą na odpowiednim koncie wymienionego parku, które można będzie podjąć osobiście lub przez upoważnioną osobę podczas bytności w Karkonoszach po stronie CSRS. Artykuły naszych autorów będą publikowane w języku polskim. Wymagane jest krótkie streszczenie w jednym z języków: czeskim, rosyjskim, niemieckim, francuskim lub angielskim. Życzeniem KPN byłoby, żeby wymieniony „zbiornik” przybrał charakter wspólnego zbiornika czesko-polskiego wydawanego po stronie CSRS. Artykuły można wysyłać bezpośrednio do CSRS na podany adres parku lub za pośrednictwem naszego parku.

OPERA CORCONTICA — ZBIORNIK PRAC KRKONOŠSKÉHO
NARODNÍHO PARKU — CSRS

Karkonosze, najwyższe pasmo górskie środkowej Europy, koncentrowały na sobie od dawna zainteresowania naukowych pracowników, a specjalnie przyrodników z całej środkowej Europy. Jest dużo poważnych prac naukowych z różnych dziedzin nauki o Karkonoszach. Prace te znajdziemy w licznych czasopismach czeskich, polskich i niemieckich. Już dawno odczuwano potrzebę egzystowania regionalnego naukowego czasopisma. Ta sprawa jest specjalnie ważna w dobie dzisiejszej, kiedy na obydwóch stronach Karkonoszy, tak po czeskiej jak i po polskiej dochodzi do intensyfikacji badań naukowo-doświadczalnych.

Zarząd KPN w ramach swoich badań naukowo-badawczych przystępuje, przy czynnej współpracy polskiej strony, do wydawania zbiornika prac naukowych, który nosi nazwę *Opera Corcontica*. W tym zbiorniku będą publikowane wyniki badań naukowo-doświadczalnych, wykonanych na terenie Karkonoszy i jego podgórzu, które wraz z górami stanowi jedną geograficzną całość. Zbiornik obejmuje przyczynki z różnych działów naukowych tak przyrodniczych jak i społecznych (botanika, zoologia, geologia, hydrologia, geografia, leśnictwo, klimatologia, ruch turystyczny, studia z wyzyskania terenu dla sportu, historii, ekonomiki itp.). Pojedyncze egzemplarze zbiornika zamieszczać będą artykuły czeskich, polskich, niemieckich a także innych autorów, którzy zajmują się naukowymi sprawami Karkonoszy. Artykuły będą zaopatrzone w „resumée” — streszczenie w jednym ze światowych języków. Oprócz zasadniczych naukowych artykułów, będą w czasopiśmie umieszczane notatki, jak: sprawy odkrywcze, częściowe rezultaty prac naukowych i badawczych, sprawy życia naukowego w Karkonoszach, regionalnej biblio-

grafii itp. Karkonosze, wyraźna całość geograficzna w środkowej Europie, mają w swojej historii badań naukowych bogatą tradycję. Tutaj powstało szereg prac, które swoim znaczeniem przerosły granicę swego regionu i wyraźnie dopomogły do rozszerzenia wiedzy w różnych działach naukowych, czy to przyrodniczych czy społecznych. Założenie własnego zbiornika, stworzyło dobre perspektywy dla kontynuowania starych tradycji, opartych na pewnych fundamentach współpracy międzynarodowej.

Opera Corcontica ukazywać się będzie corocznie w rozmiarze około 200 stron, z fotografiami i załącznikami geograficznymi.



СОДЕРЖАНИЕ

Ромуальд Э. Клековски — Профессор др Мечислав Богуцки	225
---	-----

I

Влодзимеж Мижайлов — Вопросы происхождения и эволюции паразитизма в свете данных о циклах развития некоторых видов <i>Euglenoidina</i> — паразитов циклопов	229
Крыстына Рыбицка — Значение углеводов для ленточных червей	251
Дионизы Гурны — Катехоловые амины в изменениях равновесия вегетативной системы	265
В. Москва и Я. Ростковска — Биофизические эффекты постоянных магнитных полей	277
Станислав Жарнецки — Явление возвращения лососьевых рыб в родные реки	285
Мариан Стангенберг — Современные взгляды на биологический анализ воды, на направления его развития, применения и будущность	299

II

РЕЦЕНЗИИ

Ванда Бычовска-Смык — St. M. Kurtz: Electron Microscopic Anatomy	311
--	-----

III

НАУЧНАЯ ХРОНИКА

Ян Пиновски — Сравнительная этология птиц как „инструмент” в руках систематика; Ян Пиновски — Степень гибели яиц и птенцов у птиц гнездовиков, выющих открытые гнёзда, а также гнездящихся в дуплах; Станислав Боровски — Значение теории стресса для выяснения механизмов динамики численности мелких грызунов; Мацей Зенкелер — Оплодотворение яйцеклеток в пробирке	313
--	-----

IV

РАБОТА ИНСТИТУТОВ И НАУЧНЫХ КАБИНЕТОВ

Казимеж Петрусевич и Лех Рышковски — Прогресс в работах Международной Биологической Программы	321
Адам Урбанек — Развитие палеонтологии в Варшавском Университете в последнем Двадцатилетии	323

V

СОБРАНИЯ, СЪЕЗДЫ И НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ

К. Съв. — Пленарное заседание II Отделения ПАН	331
--	-----

VI

MISCELLANEA

Сообщение Карковоского заповедника	332
--	-----

CONTENTS

<i>Romuald Z. Klekowski</i> — Professor Dr. Mieczysław Bogucki	225
--	-----

I

<i>Włodzimierz Michajłow</i> — The Problem of the Origin and Evolution of Parasitism in the Light of Data on the Growth Cycles in Certain Species of <i>Euglenoidina</i> (Fork-legged Parasites)	229
<i>Krystyna Rybicka</i> — The Importance of Carbohydrates for Tapeworms	251
<i>Dionizy Górny</i> — Catechol Amines in the Vegetative System <i>Equilibrium Changes</i>	265
<i>W. Moskuwa and J. Rostkowska</i> — The Biophysical Effects of Magnetic Field Constants	277
<i>Stanisław Żarnecki</i> — The Phenomenon of Marked Salmons Return (Family <i>Salmonidae</i>) to Main Rivers	285
<i>Marian Stangenberg</i> — Present-day Views on the Biological Analysis of Water, its Trends of Development, Use and Future	299

II

BOOK REVIEW

<i>Wanda Byczkowska-Smyk</i> — St. M. Kurtz — Electron Microscopic Anatomy	311
--	-----

III

SCIENTIFIC CHRONICLE

<i>Jan Pinowski</i> — A Comparative Ethology of Birds as an „Instrument“ in a Systematist Hands; <i>Jan Pinowski</i> — Egg and Nestlings Mortality in Hollow Nesting Birds and those Making Open Nests; <i>Stanisław Borowski</i> — The Significance of Stress Theory for the Explanation of Numerical Dynamics Mechanisms in Small Rodents; <i>Maciej Zenk-teler</i> — Test Tube Fertilisation of Ovules	313
---	-----

IV

THE WORKS OF SCIENTIFIC INSTITUTES AND RESEARCH CENTRES

<i>Kazimierz Petruszewicz and Lech Ryszkowski</i> — The Progress of Works in the International Biological Programme	321
<i>Adam Urbanek</i> — The Development of Paleontology at the Warsaw University in the last XXth Century	323

V

SESSIONS, MEETINGS AND SCIENTIFIC CONFERENCES

K. Św. — Plenary Session of the Department II of the Polish Academy of Sciences	331
--	-----

VI

MISCELLANEA

A Communiqué of the Karkonosze National Park	332
--	-----

SPIS TREŚCI

Romuald Z. Klekowski — Profesor dr Mieczysław Bogucki	225
---	-----

I

Włodzimierz Michajłow — Zagadnienia powstania i ewolucji pasożytnictwa w świetle danych o cyklach rozwojowych niektórych gatunków <i>Euglenoidina</i> — pasożytów widłonogów	229
Krystyna Rybicka — Znaczenie węglowodanów dla tasiemców	251
Dionizy Górny — Aminy katecholowe w zmianach równowagi układu vegetatywnego	265
W. Moskwa i J. Rostkowska — Biofizyczne efekty stałych pól magnetycznych	277
Stanisław Zarnecki — Zjawisko powrotu ryb łososiowatych do rzek macierzystych	285
Marian Stangenberg — Współczesne poglądy na biologiczną analizę wody, jej kierunki rozwoju, zastosowanie i przyszłość	299

II

RECENZJE

Wanda Byczkowska-Smyk — St. M. Kurtz — Electron Microscopic Anatomy	311
---	-----

III

KRONIKA NAUKOWA

Jan Pinowski — Etologia porównawcza ptaków jako „narzędzie“ w ręku systematyka; Jan Pinowski — Stopień zniszczenia jaj i piskląt u ptaków gniazdowników wijących gniazda otwarte, oraz gnieźdzących się w dziuplach; Stanisław Borowski — Znaczenie teorii stresu dla wyjaśnienia mechanizmów dynamiki liczebności drobnych gryzoni; Maciej Zenkteler — Zapładnianie zalążków w próbówce	313
--	-----

IV

PRACE INSTYTUTÓW I ZAKŁADÓW NAUKOWYCH

Kazimierz Petrusiewicz i Lech Ryszkowski — Postępy prac Międzynarodowego Programu Biologicznego	321
Adam Urbanek — Rozwój paleontologii na Uniwersytecie Warszawskim w ostatnim XX-leciu	323

V

ZEBRANIA, ZJAZDY I KONFERENCJE NAUKOWE

K. Św. — Sesja plenarna Wydziału II P.A.N	331
---	-----

VI

MISCELLANEA

Komunikat Karkonoskiego Parku Narodowego	332
--	-----