

Polskie Towarzystwo Przyrodników
im. KOPERNIKA

KOSMOS

Seria A
B I O L O G I A



ROK X

ZESZYT 5(52)

WARSZAWA 1961

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

POLSKIE TOWARZYSTWO PRZYRODNIKÓW im. KOPERNIKA

ROK X

Seria A BIOLOGIA

ZESZYT 5(52)

K O S M O S

DWUMIESIĘCZNIK



WARSZAWA 1961

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

KOMITET REDAKCYJNY

Jan Dembowski, Kazimierz Petruszewicz, Zdzisław Raabe

Redaktor: *Włodzimierz Michałłow*

Sekretarz: *Zbigniew Pomianowski*

Adres redakcji: Warszawa, Pałac Kultury i Nauki (tel. 3001, wewn. 2074)

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE — WARSZAWA, MIODOWA 10

Nakład 1161 + 139 egz. Ark. wyd. 8,75, ark. druk. 6,875

Papier druk. sat. kl. V, 70 g. B-1

Oddano do składania 22.VI.1961. Podpisano do druku we wrześniu

Druk ukończono w październiku 1961

Zam. 253

S-22

Cena zł 15—

WARSZAWSKA DRUKARNIA NAUKOWA — WARSZAWA, ŚNIADECKICH 8

NIEKTÓRE NOWE FAKTY DOTYCZĄCE EWOLUCJI ROŚLIN KWIATOWYCH

Powstanie na ziemi roślin kwiatowych (okrytozalążkowych, *Angiospermae*) jest ciągle jeszcze jednym z problemów dotychczas nie rozwiązanych. W tym szkicu przedstawie parę wybranych zagadnień z tej dziedziny, budzących dziś szczególne zainteresowanie paleobotaników.

1. Pojawienie się na ziemi roślin kwiatowych przedstawia, tak jak za czasów K. D a r w i n a, ciągle jeszcze niepokojącą zagadkę.

Rośliny kwiatowe tworzą we florze współczesnej grupę panującą, liczącą przeszło 200 000 gatunków w obrębie ok. 10 000 rodzajów i z górą 300 roślin. One to nadają szacie roślinnej ery kenofitycznej piętno nowoczesności, które występuje w przyrodzie tym wyraźniej, im silniej rośliny te dominują nad roślinami nagozalążkowymi, paprotnikami i mszakami. Obecnie wszędzie na ogół spotykamy się z przewagą roślin okrytozalążkowych. Są jednakże obszary, na których dotychczas jeszcze ważną rolę odgrywają nagozalążkowe (*Gymnospermae*) lub paprotniki (*Pteridophyta*). Przykładem mogą być na półkuli północnej lasy szpilkowe strefy subarktycznej, a zwłaszcza tajga syberyjska oraz lasy szpilkowe północnej Kanady; panowanie paprotników, przede wszystkim paproci drzewiastych, spotykamy niekiedy w wyższych piętrach gór strefy tropikalnej, a także we florach wysp strefy przyrównikowej.

Rośliny okrytonasienne uzyskały widoczną przewagę nad nagonasiennymi stosunkowo szybko. Stało się to w czasie górnej kredy, tak że flory starotrzeciorzędowe występują już na całej ziemi w postaci nowoczesnej, tj. z wybitną przewagą okrytonasiennych.

To niewątpliwie prawdziwe twierdzenie oparte jest na składzie bardzo wielu flor kopalnych poznanych dotychczas niemal na całej kuli ziemskiej. Natomiast nie uda się jeszcze odpowiedzieć na następujące trzy pytania: 1° kiedy pojawiły się na ziemi pierwsze *Angiospermae*, 2° z jakiej klasy nagozalążkowych powstały rośliny okrytozalążkowe, 3° gdzie leżało geograficzne centrum ich powstania.

Obecnie istnieją w paleobotanice różne poglądy na czas geologiczny, w którym zjawily się pierwsze *Angiospermae*. Według zapatrywania licznej grupy wybitnych uczonych, głównie anglosaskich i francuskich (Camp 1947, Lawrance 1951, Thompson 1952, Axelrod 1952 i 1959, Thomas 1957, 1958 i in.) zjawily się one na ziemi prawdopodobnie już w okresie permo-tryasu. Krytyczne zbadanie tych rzekomo najstarszych szczątków *Angiospermae* przeprowadzone w ostatnich latach przez Edwardsa (1955) oraz przez grupę amerykańskich paleobota-

ników (Scott, Barghoorn i Leopold 1960) zachwiały silnie rozpowszechnionym mniemaniem o pojawieniu się roślin nasiennych na ziemi już na przełomie er paleo- i mezofitycznej. Co więcej badania te zakwestionowały nawet ich wiek jurajski.

W podręcznikach paleobotanicznych najczęściej przytaczane są następujące kopalne szczątki roślin ze starszych od kredy osadów, jako dowody ich dawnego wieku geologicznego:

a. Liście. Przez Harrisa (1932) znalezione zostały w osadach retyckich wschodniej Grenlandii liczne (ok. 50 okazów) duże (do 15 cm długie) odłamki wyglądające tak jak resztki blaszek liściowych. Otrzymały one nazwę rodzajową *Furcula*. Ich budowa, zwłaszcza nerwacja i szparki w skórce zasadniczo odpowiadają budowie liści roślin dwuliściennych z tym wszakże zastrzeżeniem, że podobne szparki mają również mezofityczne bennetyty i niektóre paprocie nasienne. Przytoczeni wyżej krytycy amerykańscy wysunęli przypuszczenie, że *Furcula* należy zapewne do kompleksu organów towarzyszących nasionom klasy *Pteridospermae*, może do ich liściowatych okryw nasion.

Pod nazwą rodzajową *Propalmophyllum* Liquier (1908) opisane zostały z liasu Francji odłamki liści niewątpliwie podobne do nasad blaszek liściowych (przechodzących w ogonek) palm. Niestety okazy te nie zostały ponownie zbadać krytycznie i istnieje możliwość, że te jurajskie szczątki nie należą do najstarszych palm, lecz — być może — przedstawiają ułamki młodych liści rodzaju *Cycas*, lub należą do bliżej nieznanego mezofitycznych roślin nagozalążkowych z mało jeszcze znanego kompleksu form *Cycadaceae* — *Cycadeoidaceae*.

W roku 1956 opisał R. W. Brown, pod nazwą *Sanmiguelia* Brown z triasu stanu Colorado w Ameryce Północnej, liście morfologicznie uderzająco podobne do liści palmowych. Krytycy amerykańscy (1960) wyrazili przypuszczenie, że przy znanej, bardzo szerokiej skali zmienności cech klasy *Cycadophyta*, *Sanmiguelia* może należeć do tej mezofitycznej grupy roślin nagozalążkowych. Prawdopodobieństwo tego przypuszczenia popiera pośrednio fakt, że zupełnie pewne makroskopowe resztki kopalne palm znane są dopiero z górnej kredy. Również w szczątkach mikroskopowych palm (o ich pyłku) można przyjąć, że na pewno znamy je dopiero z górnej kredy.

b. Owoce. Oskrzydlone owoce opisane w retyku Argentyny pod nazwą *Traxinopsis* Wieland (1935) przedstawiają według Kräusela (1950) zapewne łuski szyszkowe rodzaju *Cycadocarpidium* Nathorst.

c. Drewno. Pod nazwą *Samoxylon* Bose and Sah 1954 = *Homoxyylon* Sahn 1932 znane jurajskie nie posiadające naczyń drewno z Indii, uważane pierwotnie za drewno rośliny dwuliściennej, określone zostało ostatecznie jako drewno wtórne klasy bennetytów, zapewne z pokrewieństwa rodzaju *Williamsonia*.

Snevioxylon Kräusel kopalne drewno z środkowej jury z Niemiec opisane pierwotnie przez odkrywcę (1927), jako drewno należące do *Angiospermae*, zostało następnie przez niego samego uznane za posiadające zarówno *Angiospermae* jak i klasy gniotowców (*Gnetinae*).

d. Pyłek (mikrospory) należący jakoby do roślin okrytozalążkowych, a pochodzący z osadów starszych od kredy, był stosunkowo często opisywany przez różnych autorów.

Rodzaje *Tetraporina* Naumowa i *Triporina* Naumowa były opisane

z osadów dolnokarbońskich zagłębia moskiewskiego (a później także z osadów karbońskich zagłębia dońskiego) jako przedstawiające być może pyłek *Angiospermae*. Tym formom pyłku brak jednakże opisu szczegółów budowy morfologicznej zarówno ich ściany, jak i por, które to szczegóły mają decydujące znaczenie taksonomiczne. Krytycy amerykańscy sądzą, że obydwa te rodzaje „pyłku” karbońskiego przedstawiają — być może — jednokomórkowy glon zielony *Tetraëdron*. W każdym razie nie dowodzą one występowania *Angiospermae* w karbonie.

Pyłek starszy od kredy opisano kilkakrotnie z osadów jurajskich. Chodzi tu najpierw o pyłek zbliżony do starych rodzajów *Castalia* (*Nymphaea*) *Nelumbium* i *Magnolia*, opisany przez Simpsona (1937) z środkowej jury ze Szkocji. Pyłek ten zbadany został niedawno krytycznie przez Hughesa i Coupera (1958) i uznany przez nich za pyłek roślin nagozalążkowych.

Podobnie rzecz się ma z pyłkiem z liasu szwedzkiego, który opisał Erdtman (1940, 1948) i nadał mu nazwę rodzajową *Tricolpites* (*Eucommiidites*). Wykazuje on duże podobieństwo do pyłku starej, monotypowej rodziny roślin dwuliściennych *Eucommiaceae*. Podobny pyłek znaleziono w jurze kaukaskiej i opisano pod nazwami *Tryptycha* i *Monoptycha* (Naimowa 1939). Pod nazwą *Trifossapollenites* opisał Bouse (1959) z najgórniejszej jury (dolna kreda?) brytyjskiej Kolumbii (Ameryka Płn.) pyłek bardzo podobny do *Eucommiidites*.

W Polsce z liasu z Grójca pod Krakowem opisała pyłek podobny do *Tricolpites* (*Eucommiidites*) *Troedssoni* Erdtm. Oszaśtówna (1957). Przez Erdtmana (1948) opisana sporomorfa liasowa *Monosulcites magnolioides* jest podobna do pyłku niektórych gatunków magnolii (np. *Magnolia splendens* i *M. cubensis*), jednakże sam jej odkrywca uznał, że ma ona wiele cech charakterystycznych dla pyłku niektórych cykasów i innych roślin nagozalążkowych znalezionych przez Nathorstą (1908) w liasie południowej Szwecji.

Sporomorfa *Sporjuglandoidites Vishnu-Mittre* (1955) opisana na podstawie jednego tylko okazu z górnej jury w Indiach i porównywana do pyłku z rodziny *Juglandaceae* jest źle zachowana, proste zaś jej otwory mogą być śladami przebić strzępek grzyba przez ścianę zarodnika.

W końcu należy dodać, że przez Pfluga (1953) opisane jurajskie sporomorfy pod nazwami rodzajowymi *Poroplanites*, *Classopollis*, *Circumpollis* i *Canalopollis*, mające podobne otwory kielkowe, jakie występują u *Angiospermae*, zostały, o ile chodzi o *Poroplanites*, uznane przez Potoniego (1955) za spory paproci, o ile zaś chodzi o inne trzy wyżej wymienione rodzaje sporomorf Pfluga to Couper (1955) uznał, że należą one do pokrewieństwa roślin nagozalążkowych.

Z powyższych danych zestawionych w punktach od a—d, a dotyczących zagadnienia występowania na ziemi we florach starszych od kredy szczątków kopalnych roślin *Angiospermae* wynika jasno, że dotychczas nie powiodło się ani w jednym przypadku dowieść bez wątpliwości, iż jakkolwiek z opisanych szczątków roślinnych w rzeczywistości dokumentuje obecność roślin okrytozalążkowych w czasie geologicznym starszym od kredy. Twierdzenie to nie wyklucza oczywiście możliwości istnienia w starszych okresach, zwłaszcza w okresie jurajskim, istnienia na ziemi roślin okrytozalążkowych w postaci bliżej nam jeszcze nieznanых wyjściowych ich typów (*Proangiospermae*). Co więcej, fakt stosunkowo nagłego

pojawienia się *Angiospermae* w kredzie równocześnie we florach kopalnych tego wieku geologicznego rozrzuconych na olbrzymich przestrzeniach kuli ziemskiej sam przez się czyni logicznym postulat, iż *Angiospermae* pochodzą od jakichś klas lub jakiejś jednej klasy *Gymnospermae*, co musiało się odbyć na ziemi już przed kredą, a zatem w okresie jurajskim, a może nawet triasowym. Niemniej omówione tu zagadnienie należy uznać dziś za niewyjaśnione i trudno przewidzieć, jakimi drogami pójdą w paleobotanice dalsze badania, które doprowadzą kiedyś do jego rozwiązania.

2. Hipoteza powstania *Angiospermae* w górach.

Obecnie dość znaczna grupa paleobotaników (Seward 1931, Berry 1945, Arnold 1947, Thomson 1952, Němejce 1956), a zwłaszcza Axelrod 1952—1960 stoją na stanowisku, że *Angiospermae* są historycznie starą grupą roślin, która powstała na ziemi już we wczesnym mezofitikum lub nawet w późnym paleofitikum. Przyjmują oni równocześnie, że przed kredą żyły one tylko w górach strefy tropikalnej, gdzie warunki zachowania się ich w stanie kopalnym były niekorzystne, gdyż — jak wiadomo — w obszarach górskich działa silnie erozja wodna i istnieje trudność powstawania akumulacyjnych wodnych basenów, w których mogłyby zachować się obumarłe szczątki roślin.

Hipoteza Axelroda (tak ją w skrócie będziemy nazywali) dotyczy następujących faktów, które je jednakże tylko częściowo popierają:

1° Ogromną większość szczątków roślin kopalnych różnego wieku geologicznego spotykamy w niżowych położeniach bądź w osadach jeziornych, bądź w starorzeczach. W wyższych górach szczątków takich nie znajdujemy lub też znajdujemy je tylko wyjątkowo w postaci szczególnie odpornych na transport wodny otoczonych odłamków drewna, lub sporomorf, składanych na drugorzędnym łożu.

2° Przykładów na daleki transport wodny nieuszkodzonych liści z wysokich położen górskich do basenów akumulacyjnych położonych u podnóża gór nie znamy, i *a priori* można go wykluczyć. Natomiast znane są przykłady dalekiego transportu wodnego odłamków drewna z gór na niż. Pierwotne drzewa szpilkowe oraz paprocie nasienne, których obfite szczątki znane są z niżowych basenów akumulacyjnych dopiero z górnego dewonu i z karbonu, żyły już wcześniej, tzn. w środkowym dewonie w górach, gdyż w skałach tego wieku geologicznego znajdujemy już zniesione z gór ich otoczone transportem wodnym pnie (Axelrod 1960).

Podobnie pnie *Araucarioxylon* zgromadzone w dużej ilości w Arizonie na wyżynie Colorado napłynęły z pewnością z wodą z odległych gór macierzystych (Daugherty 1941). Analogicznie tłumaczyć należy m. in. fakt, że we florze pliocenkiej w Krościenku (Szafer 1945—1947) spotykamy duże nagromadzenie odłamków drewna i wiele szyszek kilku gatunków świerka (*Picea*), które spławione zostały do małego jeziora położonego u stóp Pienin, z wyższych położen górskich.

Czy można spodziewać się znalezienia kopalnej, makroskopowej flory niżowej i górskiej z triasu lub jury w śródogórskich lub podgórskich basenach akumulacyjnych strefy tropikalnej — oraz czy w takich właśnie punktach (zawsze nader rzadkich i wyjątkowych!) można będzie kiedyś odnaleźć i zbadać najstarsze, przedkredowe rośliny okrytozalążkowe? Na to pytanie odpowie dopiero przyszłość.

3° Już dziś można by się spodziewać częstego znajdowania mikrofossilnych szczątków *Angiospermae* w różnych osadach wodnych starszych

od kredy. Przy wielkich możliwościach dalekiego transportu powietrznego sporomorf, osadzenie znacznych ich ilości (pochodzących zarówno z gór, jak i z niżu) w jednym osadzie wodnym (lub torfowym) wydaje się bardzo prawdopodobne. Zjawisko to obserwujemy obecnie w przyrodzie wcale nierzadko. Tak np. Grayson (1960) znalazł pyłek rodzajów *Quercus* i *Acer* w kilku poziomach warstw mchów, rosnących na bezdrzewnej tundrze w Labradorze. Pyłek *Notophagus* znaleziono w młodych wiekiem profilach torfowych wysp Tristan da Cunha, położonych w centrum basenu południowego oceanu Atlantyckiego (Hafsten 1951), dokąd mogły one dostać się jedynie przy pomocy transportu wietrznego z kontynentu południowej Ameryki, czyli z odległości 4 500 km. Również daleki transport sporomorf wodą płynącą jest znany; np. faktem jest, że obecność pyłku *Alnus* w osadach dolnego biegu rzeki Orinoko można najłatwiej wytłumaczyć przyjmując, że spłynął on tą rzeką z gór, z odległości wynoszącej ok. 500 mil (Scott, Barghoorn, Leopold 1960).

Jak w świetle tych faktów przedstawia się ewentualnie daleki transport sporomorf górskich, przedkredowych *Angiospermae*?

Stwierdzić należy, że pomimo zbadania wielu tysięcy próbek różnego wieku geologicznego metodą analizy pyłkowej, z których liczne pochodzą ze strefy tropikalnej, nie powiodło się dotychczas znaleźć w osadach wieku przedkredowego, pyłku należącego bez żadnej wątpliwości do *Angiospermae*. Fakt ten przemawia przeciw hipotezie Axelroda, chyba że przyjeliśmy iż pierwotne, górskie, przedkredowe rośliny okrytozalążkowe produkowały pyłek nie lotny i zapylane były przez owady lub ptaki, zaś anemogamia *Angiospermae* jest historycznie młoda. Za tak ryzykowną hipotezą nikt jeszcze stanowczo się nie opowiedział (Stebbins 1951). Z drugiej strony pamiętać należy, że chrząszcze pojawiły się już w permie i że dotychczas jeszcze tak niewątpliwie stare rodzaje rzędu *Polycarpicae*, jak *Magnolia*, *Illicium* lub *Calycanthus* zapylane są głównie przez chrząszcze, chociaż ich pyłek jest drobny (17—58 μ), tzn. przeważnie taki, jaki jest właściwy dla roślin anemogamicznych (Dyakowska i Zurzycki 1959). Zresztą w okresie jurajskim istniały już liczne błonkoskrzydłe (*Hymenoptera*) i muchówki (*Diptera*) i one to mogły przyczynić się do wzmocnienia tempa ewolucji kwiatów pierwotnych *Angiospermae* (Carpenter 1955).

Hipoteza Axelroda przyjmuje, iż wyżej uorganizowane i bardziej wyspecjalizowane flory *Angiospermae* zjawily się najpierw w górach, i że później dopiero zeszły one już w postaciach zróżnicowanych w doliny, na wyżyny i na niże, skąd wyparły florę starszą. W rzeczywistości wędrówki stref i pięter roślinnych nie były jednakże jednokierunkowe (z góry w dół), choć były i są zależne przede wszystkim od okresowych zmian klimatycznych. W okresach generalnego ocieplania się klimatu ziemi przesuwają się one na równinach ku biegunom, w górach zaś ku ich szczytom; w okresach ochładzania się klimatu przesuwają się na równinach ku równikowi, w górach ku ich podnóżom. Stojąc na stanowisku generalnej słuszności hipotezy Axelroda trzeba by przyjąć, że zapewne również stare grupy *Lycopsida* i *Sphaenopsida* zeszły z gór w karbonie, oraz że w późniejszym paleofitikum i mezofitikum to samo stało się z klasami roślin nagozalążkowych (*Coniferales*, *Cordaitales* i zapewne *Ginkgoales*). Przepuszczenia takie były wypowiedzane (patrz wyżej).

Warto tu wspomnieć, że wybitny paleobotanik Nemejc (1956) uwa-

za za dowiedziony fakt to, że klasa *Cycadales* istniała na ziemi już w piętrach górnego karbonu, lecz że rozwinęła się ona potężnie i zróżnicowała dopiero w permie, gdy z wyższych stanowisk górskich zeszła w rejony nisko położonych basenów wodnych. Należy jednakże pamiętać o tym, że dalekosiężne przesunięcia roślinności odbywały się i dzisiaj odbywają się nie tylko w kierunku pionowym, lecz również w kierunku poziomym wzdłuż równoleżników (z zachodu na wschód lub odwrotnie) w zależności od zmiennego układu i zasięgów klimatu wilgotnego (morskiego) i suchego (kontynentalnego). Ta okoliczność przyczynia się do dalszego skomplikowania i tak już nader trudnego zagadnienia.

Teza przyjmująca, iż warunki życia w górach były i są szczególnie korzystne dla procesów szybkiej ewolucji i bogatego różnicowania się roślin, jest w zasadzie słuszna, lecz nie może być ona absolutnie słuszna, gdyż — jak to wykazał Good 1947 — nizowa dżungla tropikalna odznacza się olbrzymim bogactwem nyz ekologicznych, wpływających na szybką zmienność ewolucyjną organizmów (por. Szafer 1958). Szybkie tempo ewolucji roślin okrytozalążkowych, polegające głównie na różnicowaniu się i przystosowaniu kwiatów jako organów rozmnażania, oraz powstawania właściwości ekologicznych ich diaspór, a te pozostawały niewątpliwie pod dużym wpływem szybkiej zmienności ewolucyjnej faun owadów i innych zwierząt. Nie jest wykluczone, że właśnie ten czynnik selekcyjny odegrał większy wpływ różnicujący stare formy *Angiospermae*, aniżeli mogły to sprawić bezpośrednie zmiany fizycznych właściwości środowisk życia (a w tym i klimatu). Stebbins (1951) wskazał słusznie na fakt, że w obrębie wielu większych grup systematycznych roślin kwiatowych mają zastosowanie wszystkie sposoby zapylania kwiatów, tzn. przez owady, ptaki, wiatr i wodę. Trudno przypuścić, aby inne właściwości miały pod tym względem najstarsze rośliny okrytozalążkowe.

Z powyższych danych wynika, że nie tylko w górach, lecz również na niżu mogły powstać i rozwinąć się pierwsze rośliny okrytozalążkowe na ziemi pod warunkiem, że klimat był ciepły i wilgotny, tropikalny lub subtropikalny. Jeszcze w dzisiejszej florz roślin kwiatowych wiele z głównych grup systematycznych o pierwotnych cechach w budowie kwiatów, najczęściej występuje w pasie klimatu tropikalnego. Wypowiadano opinię, że współcześnie około 3/4 wszystkich rodzin *Angiospermae* ma cechy wskazujące na ich tropikalne lub subtropikalne pochodzenie. Warto też przypomnieć tu fakt, że niewątpliwie bardzo pierwotne rośliny dwuliścienne, nie mające jeszcze naczyń w drewnie z rzędu *Ranales*, takie jak *Winteraceae*, *Amborellaceae* i *Sarcamdraceae* są związane ściśle z wilgotnym klimatem tropikalnym.

3. Najstarsze flory zawierające szczątki roślin okrytozalążkowych. Według hipotezy Axelroda rośliny kwiatowe, które zeszły z gór na niż w obrębie międzyzwrotnikowego pasa tropikalnego z początku kredy dolnej, później w kredzie osiągnęły wyższe szerokości geograficzne, zaś daleko od równika położone obszary na ziemi opanowały dopiero w górnej kredzie. Pylek *Angiospermae*, który ze względu na łatwość dalekiego transportu powinien teoretycznie najpierw się rozpowszechnić, zjawia się dopiero w osadach dolnokredowych zarówno na półkuli wschodniej, jak i zachodniej ziemi.

W zbadanych 100 próbkach jurajskich oraz dolnokredowych (Wealdu i Aptu) w Anglii i w Szkocji (Couper 1958) nie stwierdzono pyłków

reprezentujących *Angiospermae*. Poszukiwania przeprowadzone w 20 próbach od triasu do jury włącznie w Europie oraz w Ameryce Północnej i Południowej nie wykazały również żadnych sporomorf *Angiospermae* (Scott — według Scott, Barghoorn i Leopold 1960). Podobne badania przeprowadzone w ostatnich latach w triasie Niemiec i Ameryki Północnej nie dały także pozytywnych wyników, tak jak nie dało ich zbadanie próbek z jury Indii, z jury i triasu Grenlandii, równikowej Afryki, Szwecji, Środkowej Europy i wschodniej części Ameryki Północnej (Barghoorn — S. B. i L. 1960).

Grayson i Pierce (1959) zbadali profil w środkowym Texasie obejmujący osady od dolnej kredy (apt) przez maastrich aż po paleocen i wykazali stopniowy zarówno jakościowy, jak ilościowy wzrost pyłku *Angiospermae*: podczas gdy w apcie nie było ich jeszcze zupełnie, to przy końcu kredy liczyły one tam już 75% sumy totalnej wszystkich sporomorf. W Europie środkowej pyłek typowy dla *Angiospermae* zjawiał się dopiero w apcie i w cenomanie. Delacourt i Sprumont (1955) znaleźli pyłek *Angiospermae* dopiero w próbce dolnokredowej (wealden) w Belgii. Tego rodzaju obserwacje — o ile ilość ich wzrosła i obejmie wielkie obszary na całej ziemi — będą mogły z czasem dostarczyć paleobotanicznych danych co do miejsc i czasu pierwszych pojawów pyłku roślin okrytozalążkowych, a tym samym będzie można poznać dokładniej czas, tempo i drogi ich rozpowszechniania się we florze ziemi.

O tym, jakie makroskopowe cechy morfologiczne organów wegetatywnych zwłaszcza owoców i nasion miały najstarsze kredowe rośliny okrytozalążkowe, wiemy bardzo niewiele. Ponieważ w ogromnej przewadze znajdowano liście w stanie kopalnym, przeto z natury rzeczy paleobotanicy porównywu ją je z liśćmi rodzajów współczesnych i nadają im takie nazwy, jak np. *Quercophyllum*, *Juglandiphyllum*, *Ficophyllum*, itp. Tego rodzaju nazwy wprowadzają w błąd, gdyż sugerują, iż kopalne liście znalezione w kredzie istotnie reprezentowały wówczas już istniejące współczesne rodzaje *Quercus*, *Juglans* lub *Ficus* itp., gdy w rzeczywistości nazwy te dotyczą zewnętrznego (konwergencyjnego) tylko podobieństwa liści, co oczywiście nic nie mówi o nieznanym zupełnie cechach ich kwiatów, owoców lub nasion, które ze stanowiska taksonomii kopalnych form są najważniejsze.

Faktem jest, że liście najstarszych, dolnokredowych *Angiospermae* jesteśmy skłonni uważać za przedstawicieli nowoczesnych ich rodzin, a nawet rodzajów. Stebbins (1950) słusznie zauważył, że „łatwo jest dopatrywać się w kształtach liści kredowych form współczesnych rodzajów (a nawet gatunków!) natomiast niepodobieństwem jest uznawać za liście należące do *Angiospermae* takie ich formy, które zgoła nie przypominają form współcześnie żyjących. A przecie one to właśnie mogą być ogniwami pośrednimi, łączącymi cechy dziś od siebie dobrze oddzielonych rodzin lub rodzajów“. Zdaniem tego badacza w okresie wczesnokredowym, w czasie gdy powstawały formy będące przodkami znanych nam współcześnie rodzin *Angiospermae*, ich wzajemny stosunek oraz stopień ich pokrewieństwa był podobny do stosunku, w jakim pozostają dziś do siebie rodzaje i gatunki. Podobne też były w grze wówczas czynniki selektywne.

Steeves (1959) twierdził, że również zespoły pyłku *Angiospermae* właściwe dla starszej, a nawet młodszej kredy, mają wiele cech

morfologicznych, nie znanych w świecie dziś żyjących roślin kwiatowych. Toteż w wielu przypadkach porównanie ich pyłku do rodzin współczesnych jest niemożliwe, zaś w przypadkach gdy przynależność do danej rodziny została ustalona, to zaliczenie ich do określonego, dzisiejszego rodzaju może być bardzo ryzykowne. Wypowiedziano też niedawno twierdzenie (K uyl, Muller i Waterbolk 1955), w zasadzie z pewnością słuszne, że ściśle biorąc dopiero pyłek roślin znany z trzeciorzędu, można identyfikować z pyłkiem wyższych, współczesnych jednostek taksonomicznych (rodzin, rodzajów).

Tę ostatnią uwagę można odnieść również do owoców i nasion z dolnej, a nawet górnej kredy (C h a n d l e r 1954, 1958). Trzeciorzędowe owoce i nasiona roślin okrytonasiennych mają bowiem jeszcze bardzo wiele cech pierwotnych, co wyraża się przede wszystkim u wielu obcych zupełnie współczesnej flory rodzajów.

Następujące zestawienie, uwzględniające głównie nasze flory trzeciorzędowe, przedstawia jasno to zjawisko:

	% wymarłych rodzajów
Eocen (London Clay)	75
Oligocen (Bembridge)	21
Dolny miocen — oligocen (Kamieniec)	24
Górny miocen (Gliwice)	1
Mio-pliocen (Konin)	1
Pliocen dolny (Krościenko)	1
Pliocen środkowy (Mizerna I)	0
Pliocen górny (Mizerna II)	0

W powyższym zestawieniu nazwano rodzaje, których nie można było zidentyfikować ze współczesnymi, rodzajami „wymarłymi”. W rzeczywistości zapewne nie wszystkie one wymarły, lecz miały cechy tak odrębne i pierwotne w stosunku do cech pochodzących być może od nich rodzajów współczesnych, że nie było podstawy do rozpoznania ich wzajemnego pokrewieństwa.

Biorąc pod uwagę wszystko co wyżej powiedziano, dochodzimy do następujących wniosków:

1° Kopalne szczątki roślin okrytonasiennych występują dopiero w spągowych lub nawet środkowych osadach kredowych; przyjmowanie wcześniejszego czasu powstania *Angiospermae* na ziemi — choć teoretycznie możliwe, a nawet prawdopodobne — nie jest dotychczas dowiedzione dokumentami kopalnymi. Hipoteza o powstaniu *Angiospermae* w triasie lub w permie nie jest paleobotanicznie dowiedziona, natomiast popierają ją rozważania morfologiczne i anatomiczno-porównawcze. Należą one jednakże przede wszystkim do zadań filogenetycznej systematyki roślin.

2° *Angiospermae* powstały — być może — w wyższych górach strefy tropikalnej; mogły one jednakże rozwinąć się również na nizinach lub na wyżynach, w klimacie ciepłym i wilgotnym (tropikalnym lub subtropikalnym).

O EWOLUCJI APARATÓW SZCZĘKOWYCH U EUNICIDAE (ANNELIDA, POLYCHAETA)

U dzisiejszych wieloszczetów, w wielu rodzinach, w gardzieli występują chitynowe aparaty żujące. Spotykamy więc szczęki lub pojedyncze zęby u *Aphroditidae* (z wyjątkiem *Hermoninae*), u *Pisionidae*, *Alciopidae*, *Syllidae*, *Nereidae*, *Nephtythidae*, *Glyceridae* i *Eunicidae* (sensu lato). Jednakże tylko u *Eunicidae* uzębienie wykształcone jest w postaci zróżnicowanych aparatów, obejmujących brzuszne mandibule i grzbietowe maxillae — te ostatnie złożone z kilku par szczęk. Ponieważ mandibule wykazują małe zróżnicowanie i bardzo rzadko zachowują się w stanie kopalnym, rozważania niniejsze dotyczyć będą tylko ewolucji szczęk górnych — maxilli. Ogromna większość opisanych dotychczas kopalnych szczęk należy do rodziny *Eunicidae*, chociaż znajdowano również nieliczne szczęki zbliżone do tych, które występują u dzisiejszych *Glyceridae* i *Nereidae*.

Kopalne szczęki wieloszczetów znane są od roku 1856, kiedy to Pander, w pracy poświęconej rybom sylurskim krajów nadbałtyckich, opisał pod nazwą *Aulacodus obliquus* (Eichwald) dwie małe, chitynowe, ząbkowane płytki. Już w roku 1879 Hinde właściwie rozpoznał ich przynależność systematyczną, określając je jako części aparatu szczękowego pierścienic wieloszczetów. W roku 1933 Croneis i Scott dla izolowanych szczęk aparatu żującego wieloszczetów, zachowujących się w stanie kopalnym, wprowadzili nazwę skolekodonty. Skolekodonty są bardzo pospolitymi skamieniałościami, szczególnie w utworach paleozoicznych, natomiast całe, złożone aparaty szczękowe zachowują się w stanie kopalnym niesłychanie rzadko. Ilustracją tego może być fakt, że do roku 1960 opisano, ze wszystkich okresów geologicznych, z całego świata, zaledwie około 10 kopalnych aparatów szczękowych.

*

Na rozległych obszarach północnej Polski rozrzucone są głązy narzutowe, przywleczone tu przed milionem lat ze Skandynawii i terenów dzisiejszego Bałtyku przez lodowiec. Wśród głązów tych przeważają skały krystaliczne, niewielki ich procent stanowią jednakże wapienie wieku ordowickiego i sylurskiego, zawierające skamieniałości morskich zwierząt sprzed około 300—400 milionów lat. W ciągu ostatnich kilkunastu lat wapienne głązy narzutowe były systematycznie zbierane przez prof. Kozłowskiego i jego współpracowników z Zakładów Paleozoologii.

gii PAN i UW, w związku z badaniami nad graptolitami. Setki kilogramów głazów rozpuszczono w kwasach solnym i octowym, wybierając wszystkie chitynowe i fosforanowo-wapienne szczątki organiczne, jakie się w nich zachowały. Jest bardzo interesujące, że skały tego wieku, które by zawierały graptolity i inne skamieniałości w podobnym stanie zachowania, nie odsłaniają się przeważnie na terenach dzisiejszej Skandynawii, skąd przecież ongiś do nas przybyły.

Obok graptolitów, w wapiennych głazach narzutowych występują skolekodonty, stułbiopławy o szkielecie chitynowym, konodonty, hystriksfery, mszywioly, ramienionogi, koralowce *Tabulata* i inne. Skolekodonty są tu bardzo liczne, przy czym z głazów ordowickich, obok tysięcy okazów izolowanych szczęk, wydobyto kilkadziesiąt całych, złożonych aparatów szczękowych, o niespotykanym dotychczas stanie zachowania. Jeżeli wziąć pod uwagę, że liczba dotychczas opisanych całych aparatów, jak wspomniano, nie przekracza dziesięciu, materiał z głazów narzutowych Polski wydaje się mieć zupełnie szczególną wartość. Trzy gatunki z tego materiału, należące do dwóch nowych rodzajów, zostały opisane przez Kozłowskiego (1956). W roku 1959 prof. Kozłowski przekazał autorce pozostałą część materiału, która jest w toku opracowywania. Opublikowano dotychczas (Kielan-Jaworowska, 1961) opisy dwóch rodzajów, które można zaliczyć do *Eunicidae* (sensu lato), które jednak różnią się od wszystkich znanych dotychczas kopalnych i dzisiejszych aparatów szczękowych. Ponieważ opracowanie całości materiału skolekodontów z ordowickich głazów narzutowych musi potrwać pewien czas, autorka uznała za pożyteczne podzielić się z Czytelnikami „Kosmosu” dotychczasowymi obserwacjami nad morfologią kopalnych i dzisiejszych aparatów szczękowych, które rzucają pewne światło na ewolucję tych narządów, jaka zachodziła w ciągu około 400 milionów lat.

*

Większość zoologów specjalistów z tej dziedziny uważa, że aparaty szczękowe nie mają znaczenia jako systematyczna cecha gatunkowa, a rzadko kiedy jako rodzajowa. Wszyscy jednakże są zgodni, że budowa ich daje podstawę dla wyróżnienia większych jednostek taksonomicznych, dobrze charakteryzuje rodzinę *Eunicidae* (sensu lato) i pozwala na wyodrębnienie w obrębie tej rodziny szeregu podrodzin, różniących się budową aparatu szczękowego. Rozpoczynając studia nad skolekodontami autorka uznała za konieczne przeprowadzenie na wstępie obserwacji nad zmiennością szczęk u dzisiejszych *Eunicidae*, uważając, że studia te mogą pozwolić na rozstrzygnięcie zagadnienia, czy można ustalać „dobre gatunki” opierając się tylko na budowie aparatów szczękowych. Wyniki tych obserwacji pozwoliły stwierdzić, że liczba zębów w poszczególnych płytkach aparatu szczękowego może się wahać w dość dużych granicach (np. u *Onuphis eremita* Audouin & Milne-Edwards, *M* (maxilla) II lewa 9—15, *M* II prawa 10—15, *M* III lewa 9—14, *M* IV lewa 4—11, *M* IV prawa 8—12) oraz że w obrębie jednego rodzaju kilka blisko siebie stojących gatunków może mieć aparaty szczękowe praktycznie niemożliwe do odróżnienia. Z drugiej strony, istnieją pewne gatunki (w szczególności w rodzajach jednogatunkowych), w których właśnie budowa aparatu szczękowego pozwala na bezbłędne zidentyfikowanie gatunku. Ogólnie jednak wyniki tych obserwacji mają raczej negatywny charakter i po-

zwalają stwierdzić, że kopalne „gatunki“ wieloszczetów, oparte na aparatach szczękowych, nie są w pełni porównywalne z gatunkami dzisiejszymi i stanowią jednostki o nieco szerszym zakresie, obejmujące prawdopodobnie zazwyczaj kilka „dobrych“ gatunków. Wniosek ten będzie zapewne zaskakujący dla zoologa systematyka, który być może zechciałby odrzucić całą wiedzę o kopalnych wieloszczetach, jako opartą na zbyt fragmentarycznym materiale. Wydaje się jednak, że opracowywanie kopalnych aparatów szczękowych nawet ze świadomością, iż nie odpowiadają one gatunkom dzisiejszym, może dać obraz ewolucji morfologicznej tych narządów, ujętej etapami jednostek taksonomicznych większych niż gatunek. Również krytyczny pogląd na świat skamieniałości pozwala stwierdzić, że aparaty szczękowe wieloszczetów nie stanowią tu wyjątku, gdyż we wszystkich prawie grupach bezkręgowców i kręgowców, zachowujących się w stanie kopalnym, gatunki paleontologiczne oparte na utworach szkieletowych mają z reguły nieco szerszy zakres niż gatunki dzisiejsze.

Trudniejsze jest zagadnienie klasyfikacji izolowanych płytek zębowych. Aparaty szczękowe *Eunicidae* złożone są z wielu szczęk, które były opisywane pod różnymi nazwami rodzajowymi i gatunkowymi, przy czym jedni autorzy przyjmowali system nadawania homologicznym płytkom tych samych nazw rodzajowych, inni zaś przez porównanie z całym aparatem szczękowymi opisywali różne szczęki pod tą samą nazwą rodzajową. Często płytki, różniące się tylko liczbą ząbków, opisywano jako odrębne gatunki, gdy wiadomo że w obrębie gatunku liczba ząbków w poszczególnych płytkach może wahać się w dużych granicach. W ten sposób w literaturze dotyczącej skolekodontów istnieje chaos, którego rozmiary może zilustrować fakt, że Lange (1949), opisując dewoński gatunek *Paulinites paranaensis* Lange, stwierdził, iż poszczególne płytki tego aparatu były opisywane jako 24 gatunki, zaliczane do 10 różnych rodzajów. Ponieważ podobne płytki mogą niekiedy występować w różnych rodzajach, nie można zachowywać prawa priorytetu izolowanych szczęk przy opisywaniu całych aparatów szczękowych. Wydaje się, że najrozumniejszym wyjściem jest stosowanie dla izolowanych szczęk systemu parataksonomicznego, niezależnego od taksonomii stosowanej dla całych aparatów.

Szczęki aparatu maxillarnego dzisiejszych *Eunicidae* umieszczone są w gardzieli na fałdzie skórnym. Mają one kształt gładkich (cegi) lub ząbkowanych szczypców, bądź też mniej lub bardziej zróżnicowanych stożków, opatrzonych na stronie brzusznej otworem prowadzącym do jamy miękiszowej. Przez otwór ten wchodzi do jamy mięśnie, którymi szczeka przyrasta do ścianki gardzieli. (fig. 1). W ordowickich głazach narzutowych, oprócz szczęk w kształcie stożków, występują szczęki, jak się zdaje prymitywniejszej budowy, mające kształt płytki opatrzonej jednym szeregiem ząbków. U takich szczęk cała strona brzuszna jest otwarta i zajęta przez jamę miękiszową, której ujście pokrywa się z zarysem szczęki. Dla tego typu jam miękiszowych, nie występujących dziś, zaproponowano (Kielan-Jaworska, 1961) nazwę jam rozwartych, gdy natomiast szczęki w formie stożków mają jamy miękiszowe silnie lub słabo zakryte. Obok szczęk opatrzonych jednym szeregiem ząbków występują w ordowickich głazach narzutowych szczęki opatrzone dwoma lub trzema szeregami ząbków. Dla tego typu szczęk, nie znanych poza ordowikiem, wprowadzono nazwę szczęk złożonych.

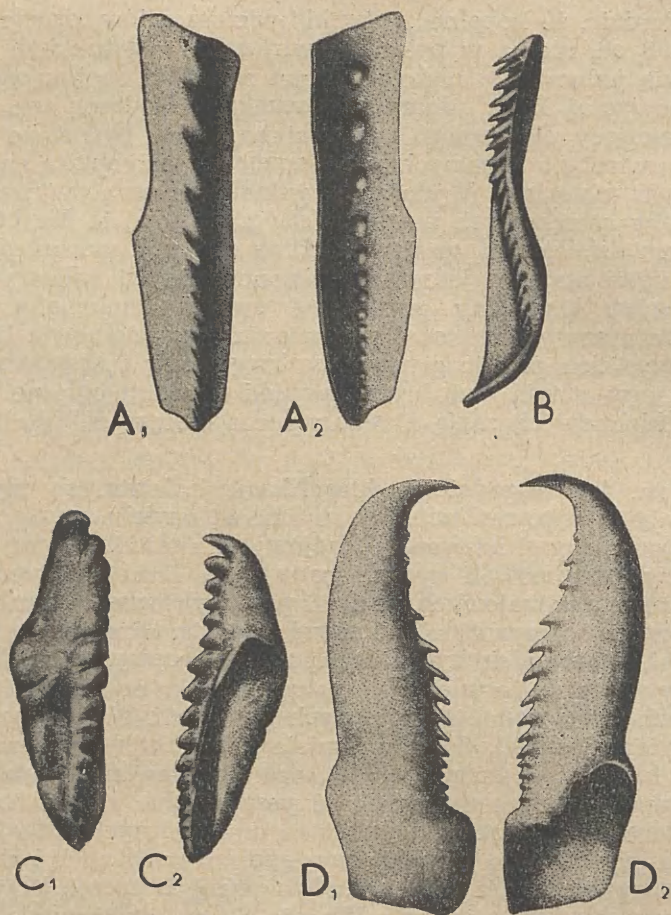


Fig. 1. Przykłady izolowanych szczęk, o różnych typach jam mięsiskowych.

A — *Vistulella kozłowskii* Kielan, prawa M_1 (maxilla 1) o rozwartej jamie mięsiskowej, A_1 od strony grzbietowej, A_2 od strony brzusznej. B — ten sam gatunek, prawa M_2 widziana z boku, jama mięsiskowa o szczelinowatym ujściu, C — *Polychaetaspis wyszogrodensis* Kozłowski, lewa M_1 jama mięsiskowa słabo zakryta, C_1 od strony grzbietowej, C_2 od strony brzusznej. D — *Paulinites paranaensis* Lange, lewa M_1 , jama mięsiskowa silnie zakryta, D_1 od strony grzbietowej, D_2 od strony brzusznej.

U dzisiejszych *Eunicidae*, Ehlers (1864—68) wyróżnił dwa podstawowe typy budowy aparatów szczękowych: 1) typ labidognatyczny — (gr. *labis* — szczypce, *gnathos* — szczeka), charakteryzujący się ułożeniem płytek zębowych w półkole, i 2) typ prionognatyczny — (gr. *prion* — piła), w którym maxillae tworzą równoległe rzędy. Jeżeli, jak to czyni większość systematyków, przypisać *Eunicidae* rangę systematyczną rodziny (a nie nadrodziny, jak przyjmuje Hartman, 1944), to wśród dzisiejszych *Eunicidae* można wyróżnić 6 podrodzin, z których *Onuphinae*, *Eunicinae* i *Lumbriconereinae* charakteryzuje labidognatyczny typ budowy szczęk, a *Arabellinae*, *Lysaretinae* i *Dorvilleinae* — typ prionognatyczny (fig. 2 B - F).

Dorvilleinae różnią się budową aparatu szczękowego od pozostałych podrodzin. U rodzaju *Dorvillea* (fig. 2 F) aparat szczękowy wykształcony jest w postaci 4 szeregów (po 2 z każdej strony) drobnych, poząbkowanych płytek, umieszczonych w liczbie po dwadzieścia kilka w rzędach wewnętrznych i po kilkanaście w rzędach zewnętrznych. U drugiego zaliczanego tu rodzaju *Ophryotrocha* szczęki składają się z podpór, z pary dużych cęgów i 7 par symetrycznych uzębionych płytek, umieszczonych jedna za drugą w dwóch rzędach. Aparaty szczękowe u *Dorvilleinae* różnią się od szczęk w pozostałych podrodzinach tak dalece, że w obecnym stanie badań nie można przeprowadzić homologizacji płytek, dlatego też w rozważaniach niniejszych grupa ta nie może być brana pod uwagę.

Zarówno w typie labidognatycznym, jak i prionognatycznym (pomijając *Dorvilleinae*) szczęki złożone są z tkwiących w szczękach podpór i z 4—6 par płytek zębowych, z których przednie mogą być wykształcone w postaci pojedynczych zębów. Jedynie u *Lumbriconereinae* (fig. 2 D) wszystkie pary szczęk są symetryczne, w pozostałych zaś podrodzinach występuje mniej lub bardziej silnie zaznaczona asymetria aparatów szczękowych, dotycząca bądź braku pewnych płytek z jednej strony, bądź też różnego ich kształtu. Elementy aparatu szczękowego u *Eunicidae* były określane przez różnych autorów różnymi nazwami; najwygodniejsza wydaje się być metoda, przyjęta przez Fauvela (1923), Hartman (1944) i innych, numerowania kolejnych szczęk od tyłu ku przodowi cyframi rzymskimi jako MI (maxillae I) do MVI. Labidognatyczny aparat szczękowy w podrodzinach *Onuphinae* i *Eunicinae* (fig. 2 B, C) składa się z podpór, złożonych z dwóch elementów, z pary cęgów (maxillae I — MI) wykształconych zawsze jako nieuzębione szczypce, szczęk drugiej pary MII wykształconych jako asymetryczne, uzębione płytki, szczęk trzeciej pary MIII wykształconych jako nieparzysta lewa płytka, szczęk czwartej pary MIV stanowiących nieco asymetryczne płytki zębowe (prawa nieznacznie większa niż lewa), szczęk piątej pary MV tworzących małe płytki, opatrzone na ogół jednym tylko ząbkem i wreszcie szczęk szóstej pary MVI stanowiących pojedyncze, małe ząbki, które nie zawsze występują.

U *Lumbriconereinae* MI i MII wykształcone są w podobny sposób jak w wyżej wymienionych grupach, brak jednakże nieparzystej płytki MIII, a jako szczęki trzeciej pary oznaczane są małe, umieszczone z przodu płytki, opatrzone dwoma lub jednym ząbkem, przypuszczalnie nie homologiczne nieparzystej płytce *Onuphinae* i *Lumbriconereinae*. Wreszcie MIV i MV wykształcone są jako pojedyncze zęby, przy czym MV nie zawsze występują.

Prionognatyczny aparat szczękowy składa się z podpór, złożonych z 2 lub 3 elementów i z 5 par uzębionych maxilli (fig. 2 E). Nie występują tu nigdy nieuzębione cęgi jak w typie labidognatycznym. Płytki zębowe umieszczone są tu jedno za drugim, przy czym liczba ząbków na płytkach zmniejsza się ku przodowi i ostatnia para płytek MV wykształcona jest w postaci pojedynczego zęba. Asymetria aparatu szczękowego polega tu na różnym kształcie płytek, przy czym zazwyczaj (np. u rodzaju *Halla*) MI prawa jest znacznie mniejsza niż MI lewa, a MI lewa odpowiada kształtem i wielkością MII prawej.

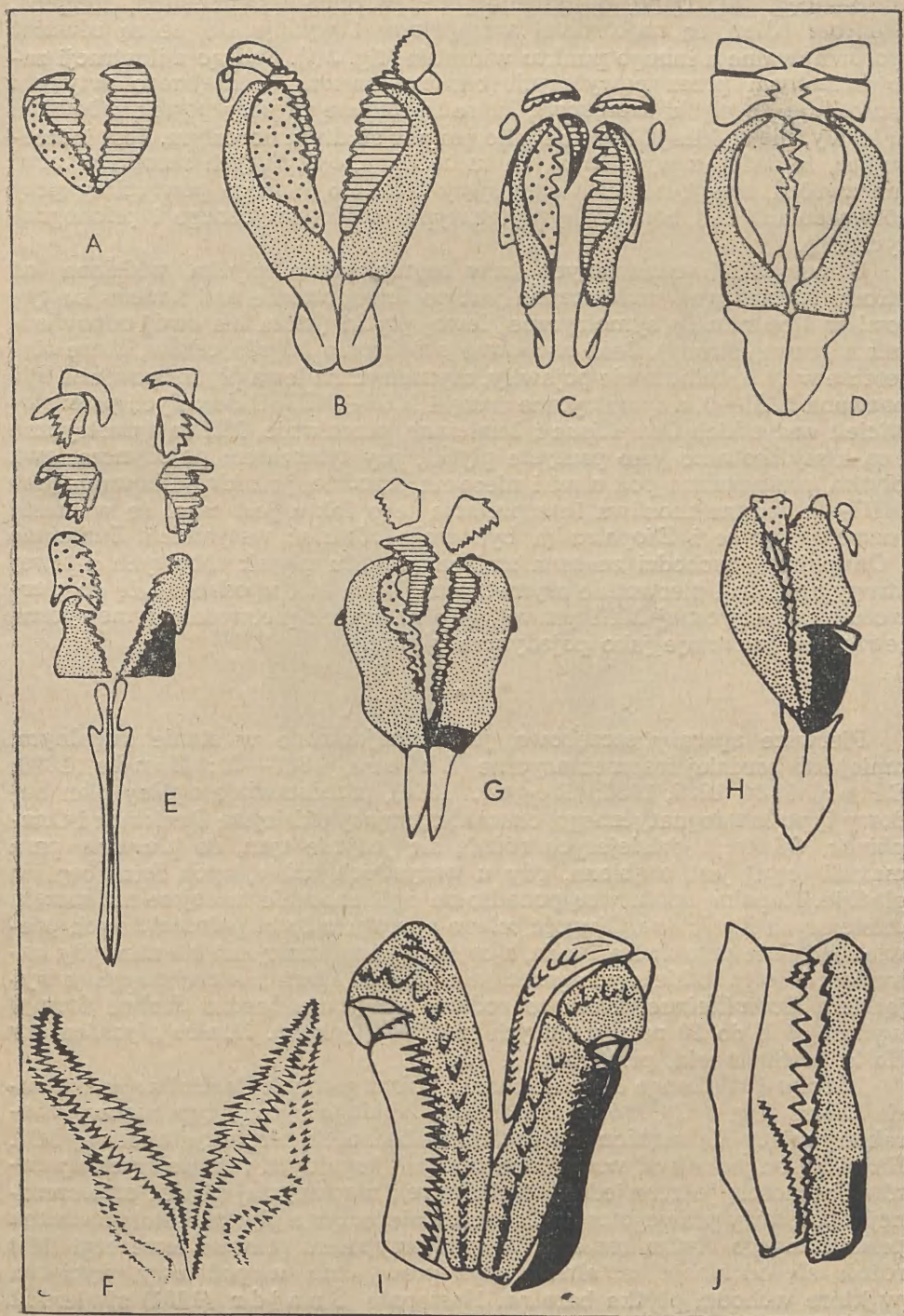
Mimo że znany jest rozwój ontogenetyczny licznych przedstawicieli wieloszczetów, obserwacje nad ontogenezą *Eunicidae*, a w szczególności nad rozwojem ich aparatu szczękowego, są bardzo nieliczne. W większości prac poświęconych rozwojowi bądź też opisom poszczególnych stadiów larwalnych pewnych gatunków *Eunicidae*, autorzy ograniczają się do stwierdzeń, że w stadium trochofory brak jest szczęk, lecz pojawiają się one dość wcześnie u larw opatrzonych zaledwie kilkoma segmentami. Jednakże nikt dotychczas nie skoncentrował się nad zagadnieniem rozwoju szczęk i nie przeprowadził dokładnych obserwacji, dotyczących sposobu pojawiania się i wzrostu poszczególnych płytek oraz zmian, jakim podlegają w procesie ontogenezy.

Jeśli chodzi o szczęki typu prionognatycznego, to przegląd całej literatury dotyczącej ontogenezy *Eunicidae* wskazuje, że nie zebrano dotychczas żadnych danych dotyczących rozwoju szczęk u *Lysaretinae* i *Arbellinae*. Więcej jest danych, dotyczących rozwoju szczęk u *Dorvilleinae*, w szczególności u *Ophryotrocha puerilis*, której embriologii drugiej połowy XIX wieku poświęcili wiele prac (Claparède i Miecznikow, 1869; Korschelet, 1893; Bonnier, 1893a, 1893b i inni). Ponieważ aparat szczękowy *Ophryotrocha* trudny jest do shomologizowania ze szczękami innych *Eunicidae*, dane dotyczące rozwoju ontogenetycznego tego gatunku wnoszą niewiele dla rozwiązywania omawianego tu zagadnienia.

O rozwoju szczęk typu labidognatycznego istnieje nieco więcej danych — choć również niekompletnych. Z badań nad rozwojem *Marphysa* (*Onuphinae*), przeprowadzonych przez Boradaille (1901) i Aiyar (1931) oraz z danych dotyczących rozwoju różnych gatunków *Diopatra* (*Eunicinae*), przedstawionych przez Wilsona (1882) Krohna i Schneidera (1867), Monro (1924), Krishnana (1936), Herpina (1925) oraz przez Allen (1959), wynika, że u wszystkich badanych form następstwo pojawiania się poszczególnych elementów w aparacie szczękowym jest takie samo: pierwsze pojawiają się mandibule, potem MII i MIII, następnie podpory, potem MIV i MV, i wreszcie ostat-

Fig. 2. Przykłady aparatów szczękowych u dzisiejszych i kopalnych *Eunicidae*. Szczęki uznane za homologiczne zakreskowane w ten sam sposób. A—F formy dzisiejsze, G—J formy kopalne.

A — Aparat *Diopatra cuprea* u larwy w stadium 4 segmentów. Maxillae I (cegi) jeszcze się nie wykształciły, występuje nieparzysta lewa M II i parzyste M III (wg Allen, 1959). B — Labidognatyczny asymetryczny aparat *Eunice rubrovittata* lewa M III tworzy płytkę nieparzystą (wg Traedwell, 1921). C — Labidognatyczny asymetryczny aparat *Marphysa sanguinea*, lewa M III nieparzysta (wg Fauvel, 1923). D — Labidognatyczny symetryczny aparat *Lumbriconereis maculata* (wg Fauvel, 1923). E — Prionognatyczny aparat *Arabella geniculata*, pierwsza szczeka z prawej strony uznana za homologiczną płytkę bazalnej kopalnych Paulinitinae (por. fig. G i H), (wg Fauvel 1923). F — Prionognatyczny aparat *Dorvillea rubra* (*Dorvilleinae*) — (wg Traedwell, 1921). G — Labidognatyczny aparat *Paulinites paranaensis* (Paulinitinae), dewon, różniący się od dzisiejszych uzębionymi cęgami i obecnością płytki bazalnej (wg Lange, 1949). H — Labidognatyczny aparat *Polychaetaspis wyszogrodensis* (Paulinitinae), ordowik, różniący się od dzisiejszych uzębionymi cęgami, obecnością płytki bazalnej i zęba interkalarnego. (wg Kozłowski 1956). I — Prymitywny aparat *Visulella kozłowskii*, ordowik, przednia część i podpory nie znane. Charakteryzuje się rozwartymi jamami mięksiszowymi. Prawe szczęki M_2 i M_3 (por. fig. 3), być może homologiczne płytkę bazalnej i zębów interkalarnemu *Polychaetaspis* (fig. H). (wg Kielan-Jaworowska, 1961). J — Szczęki M_1 i M_2 *Mochtyella cristata* w pozycji żującej, ordowik. Jamy mięksiszowe rozwarte, szczęki złożone, prawa z trzema, lewa z dwoma szeregami ząbków. Aparat bardzo prymitywny. (wg Kielan-Jaworowska, 1961)



nie — cęgi *MI*. Dane, otrzymane przez Krohna i Schneidera, Herpina, Monro i Allen, są najbardziej szczegółowe i wydaje się, że są również porównywalne z innego punktu widzenia (fig. 2A). Sądząc z ilustracji zamieszczonych przez powyższych badaczy, autorka niniejszego artykułu wnioskuje, że płytki szczękowe, które są uznane za pary płytek zębowych u larwy, nie są klasyfikowane jako pary w stadium dorosłym. Jest interesujące, że żaden z wymienionych tu badaczy, opisujących szczęki u larw, nie zwrócił uwagi na ten intrygujący fakt, do którego powrócimy przy rozważaniach nad homologią płytek typu labidognatycznego i prionognatycznego.

U wszystkich omawianych larw asymetryczna płytka widziana od strony grzbietowej, umieszczona jest po lewej stronie nad i nieco ku tyłowi w stosunku do symetrycznej lewej płytki (która ma swój odpowiednik z prawej strony). Jeśli zachować oznaczenie *MI* dla cęgów, które się jeszcze w tym stadium nie pojawiły, asymetryczna lewa płytka powinna być nazwana *MIII—0*, a symetryczne szczęki *MIII—MIII*. U dorosłych przedstawicieli wszystkich *Onuphinae* i *Eunicinae*, przeciwnie, *MII* są symetryczne i są klasyfikowane jako parzyste płytki, gdy tymczasem pojedyncza lewa płytka, umieszczona pod nimi i nieco na przodzie, jest klasyfikowana jako *MIII—0*. Jedyna możliwa interpretacja tego faktu jest taka, że w czasie rozwoju *Eunice* i *Diopatra* (a być może również wszystkich *Eunicinae* i *Onuphinae*) zachodzi znaczna zmiana kształtu płytek zębowych z lewej strony aparatu i pierwotnie asymetryczna lewa *MII* upodabnia się do pierwotnie symetrycznej *MIII* prawej, gdy natomiast pierwotnie symetryczna lewa *MIII* pozostaje jako pojedyncza płytka.

*

Pierwsze aparaty szczękowe, jakie znajdowano w stanie kopalnym, mniej lub bardziej fragmentaryczne (Ehlers, 1867—70; Hinde, 1896; Eller, 1934, 1935, 1936; Roger, 1946), przedstawiają ogólny plan budowy typu labidognatycznego, charakteryzujący dzisiejsze *Eunicinae* i *Onuphinae*. Od form dzisiejszych różnią się jedynie tym, że pierwsza para *maxilli* (cęgi) jest uzębiona, gdy u wszystkich dzisiejszych form cęgi są gładkie. Kopalne aparaty są ponadto na ogół znacznie mniejsze niż szczęki dzisiejszych *Eunicidae*. Długość całego aparatu u form paleozoicznych prawie nigdy nie przekracza 1 mm, a często wynosi mniej niż 0,5 mm, gdy natomiast u form dzisiejszych przeciętna długość aparatu szczękowego (z wyjątkiem *Dorivilleinae*, która to rodzina obejmuje bardzo drobne formy) wynosi od 3 do 10 mm, u dużych zaś form, jak np. *Eunice gigantea* czy *Halla parthenopeia*, przekracza 1 cm.

W roku 1949 Lange dobrze zbadał i opisał gatunek *Paulinites paranaensis* Lange, (fig. 2 G), który przedstawia labidognatyczny typ budowy charakteryzujący się uzębionymi cęgami i obecnością nieparzystej lewej *MII*. Różni się on jednak od wszystkich znanych kopalnych i dzisiejszych aparatów obecnością jeszcze jednej, dodatkowej, nieparzystej płytki, umieszczonej u podstawy prawego cęgu. Ta prawa nieparzysta płytka została nazwana przez Langego płytką bazalną. W tym przypadku prawe i lewe cęgi (*MI*) różnią się od siebie kształtem, gdyż prawy ma u podstawy wycięcie, w które wchodzi płytka bazalna. Następnie Šnajdr (1951) stwierdził występowanie podobnych form w utworach ordowickich, sylurskich i dewońskich Czech, a Martinsson (1960) — w sylurze wyspy Gotland.

Aparaty szczękowe tego typu, charakteryzujące się obecnością płytki bazalnej, zostały zaklasyfikowane jako należące do podrodziny *Paulinitinae* Lange w obrębie *Eunicidae* (Lange przypisywał *Paulinitinae* rangę systematyczną rodziny).

W roku 1956 Kozłowski opisał z ordowickich głazów narzutowych Polski trzy doskonale zachowane aparaty szczękowe, określone jako rodzaje *Polychaetaspis* i *Polychaetura*, które również — zdaniem autorki — można zaliczyć do podrodziny *Paulinitinae*. Rodzaje te charakteryzuje obecność dużej płytki bazalnej, przy czym u gatunku *Polychaetaspis wyszogrodensis* Kozłowski (fig. 2 H) z przodu płytki bazalnej występuje jeszcze jeden dodatkowy element, ząb, dla którego autor wprowadził nazwę „ząb interkalarny“. Jeżeli więc u form dzisiejszych największa liczba płytek szczękowych wynosi 6 par, przy czym u *Eunicinae* i *Onuphinae* jedna z nich — lewa — jest nieparzysta, to u form ordowickich można wyróżnić 8 par płytek, w tym 3 nieparzyste, 2 prawe i 1 lewa.

W ordowickich głazach narzutowych Polski, poza wymienionymi wyżej formami, występują jeszcze odmienne typy budowy aparatu szczękowego, z których 2 formy, wydające się mieć największe znaczenie dla rozważań filogenetycznych, zostały ostatnio opisane (Kielan-Jaworowska,

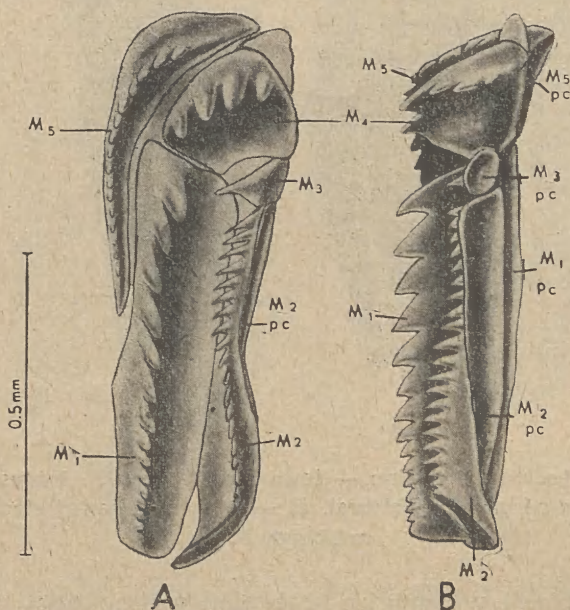


Fig. 3. *Vistulella kozłowskii* Kielan, prawa strona aparatu złożona z 5-u elementów (M_1 — M_5) A — od strony grzbietowej, B — z boku z prawej strony (pc — jama miękiszowa)

1961), jako rodzaje *Mochtyella* i *Vistulella*. Różnią się one od wszystkich znanych kopalnych i dzisiejszych form tak, że nie mogą być zaklasyfikowane ani do typu labidognatycznego, ani do prionognatycznego. U obu rodzajów podpory nie są znane.

Rodzaj *Vistulella* przedstawia silnie asymetryczny aparat szczękowy, złożony z pojedynczych szczęk o rozwartych jamach miękiszowych (fig. 2 I, 3, 4, 5). (Należy przypomnieć, że u wszystkich dzisiejszych form i u ko-

palnych *Paulinitinae* nie występują rozwarte jamy mięsiskowe). Przednia część aparatu złożona jest z drobnych, wtórnie ząbkowanych zębów, które na żadnym okazie nie zachowały się w naturalnym położeniu. Prawa strona aparatu *Vistulella* składa się z 5 elementów, 4 szczęk i 1 zęba. W tylnej części znajdują się dwie równoległe do siebie umieszczone szczęki ¹ M_1 i M_2 , przy czym M_2 umieszczona zewnętrznie przykrywa nieco M_1 od strony grzbietowej. Każda szczeka opatrzona jest podłużnym szeregiem ząbków. Materiał dotyczący rozwoju ontogenetycznego aparatu *Vistulella* jest niewielki, wydaje się jednak, że we wczesnych stadiach rozwojowych (na mniejszych okazach) szczęki M_1 i M_2 są ze sobą zrośnięte i oddzielają się od siebie dopiero w miarę wzrostu. Z przodu M_2 znajduje się pojedynczy ząb, podobny kształtem do przednich zębów M_2 , lecz wyraźnie od nich oddzielony i opatrzony własną jamą mięsiskową. Z przodu M_1 i M_3 znajduje się czworokątna niewielka szczeka, opatrzona jednym szeregiem skośnie

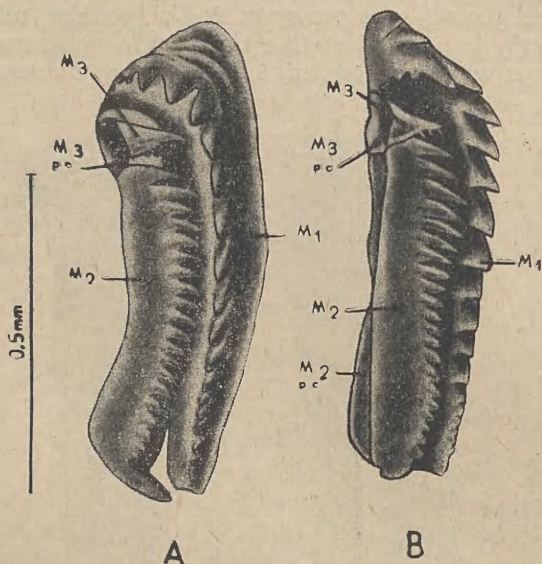


Fig. 4. *Vistulella kozłowskii* Kielan — lewa strona aparatu złożona z 3 elementów (M_1 — M_3), A — od strony grzbietowej, B — z boku z lewej strony (pc — jama mięsiskowa)

biegnących ząbków i wreszcie w przedniej, wewnętrznej części znajduje się wygięta szczeka, obejmująca M_1 i M_4 łukiem od wewnątrz i od góry. Lewa strona aparatu złożona jest z 3 elementów tylko, 2 szczęk i 1 zęba. M_1 jest umieszczona po wewnętrznej stronie i wygina się na zewnątrz w części przedniej. Wielkością i kształtem lewa M_1 odpowiada prawym M_1 , M_4 i M_5 . Na zewnątrz od M_1 znajduje się M_2 , a z przodu M_2 ząb — M_3 , przy czym oba te elementy przykrywają nieco M_1 od strony grzbietowej

¹ Ponieważ przeprowadzone w niniejszym artykule rozważania o homologii szczęk mają charakter wstępny, autorka zdecydowała oznaczyć prowizorycznie szczęki u *Vistulella* i *Mochtyella* cyframi arabskimi, dla uniknięcia pomyłek dotyczących homologii z aparatami dzisiejszymi.

i stanowią lustrzane odbicie tych samych szczęk z prawej strony. Poszczególne elementy prawej i lewej strony połączone są przezroczystą, bardzo cienką błoną chitynową, która zachowała się w stanie kopalnym, dzięki czemu elementy te nie rozpadły się. Ponadto zachowało się kilka mniej lub bardziej fragmentarycznych całych aparatów, zachowujących prawą i lewą stronę w położeniu żującym, które wskazuje na stosunek obu części do

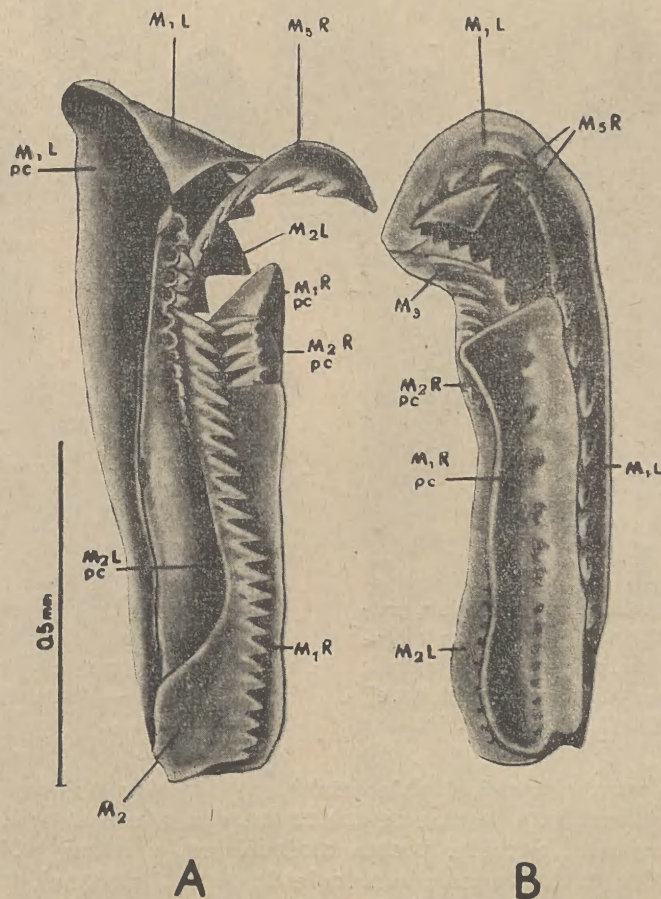


Fig. 5. *Vistulella kozłowskii* Kielan, niekompletny aparat w pozycji żującej, zachowały się z lewej strony wszystkie szczęki M_1 , M_2 i M_3 , zaś z prawej M_1 i M_5 oraz fragment (4 zęby) M_2 . Prawa M_3 i M_4 nie zachowały się. (L — lewa, R — prawa, pc — jama mięsiskowa)

siebie. Z przodu opisanych elementów znajdowały się drobne, wtórnie pozębione zęby, w liczbie kilku, które jednak na żadnym okazie nie zachowały się w swoim naturalnym położeniu i których liczba oraz stosunek do tylnej części aparatu trudne są do ustalenia.

Drugi ze wzmiankowanych tu rodzajów — *Mochtyella* — (fig. 6, 7, 8) stanowi również asymetryczny aparat szczękowy, o rozwartych jamach

miękiszowych, różniący się od *Vistulella* występowaniem złożonych szczęk, to znaczy opatrzonych kilkoma szeregami ząbków. Prawa strona aparatu składa się z jednej złożonej szczęki i jednej prostej, umieszczonej zewnętrznie i przykrywającej nieco szczękę złożoną od strony grzbietowej. Szczęka złożona opatrzona jest trzema szeregami ząbków, z których środkowy, oznaczony jako *a*, biegnie przez całą długość szczęki, szereg *c* biegnie łukiem

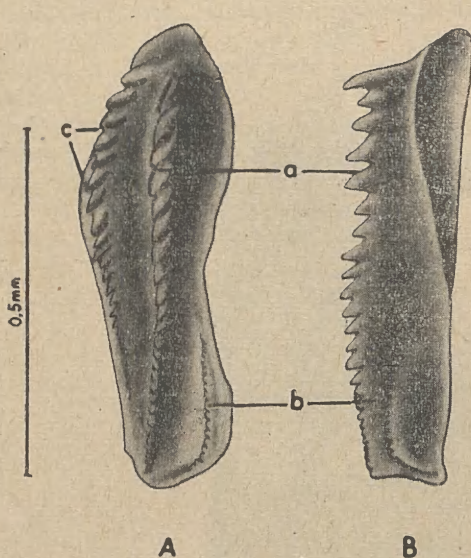


Fig. 6. *Mochtyella cristata* Kielan, prawa M_1 , przedstawiająca szczękę złożoną, opatrzoną trzema szeregami ząbków *a*, *b*, *c*. A — od strony grzbietowej, B — z lewej strony z boku

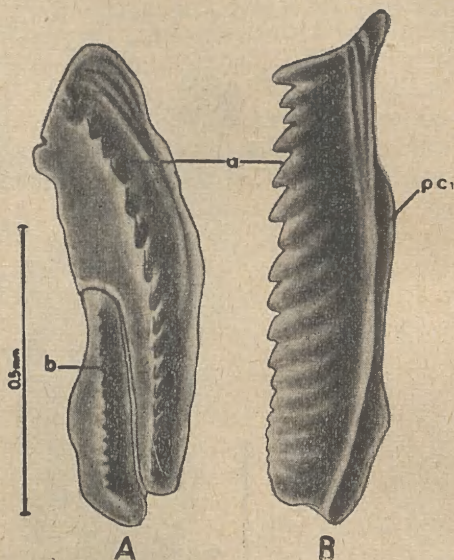


Fig. 7. *Mochtyella cristata* Kielan, lewa M_1 , przedstawiająca szczękę złożoną, opatrzoną dwoma szeregami ząbków *a* i *b*, *pc* — jama miękiszowa

od góry po wewnętrznej stronie szczęki, obejmując połowę jej długości i szereg *b* umieszczony jest na zewnątrz szeregu *a*, równoległe do *a* w tylnej części szczęki. Szczęka prosta złożona jest z kilku wtórnie ząbkowanych zębów, umieszczona równoległe do szczęki złożonej, przykrywając ją nieco od strony grzbietowej. Z lewej strony szczęka złożona opatrzona jest dwoma szeregami ząbków, z których jeden, *a*, biegnie przez całą długość szczęki, i drugi *b*, krótszy, umieszczony jest na zewnątrz od niego, w tylnej części szczęki. Szczęka pojedyncza lewa jest lustrzanym odbiciem tej samej szczęki z prawej strony. Każdy szereg ząbków w szczęce złożonej umieszczony jest na wzniesieniu, w związku z czym jama miękiszowa podzielona jest na 2 lub 3 mniejsze jamy miękiszowe, odpowiadające poszczególnym szeregom ząbków. Rodzaj *Vistulella* występuje w utworach paleozoicznych od ordowiku do dewonu, a występowanie rodzaju *Mochtyella*, opierając się na dotychczasowych znaleziskach, ograniczone jest tylko do okresu ordowickiego.

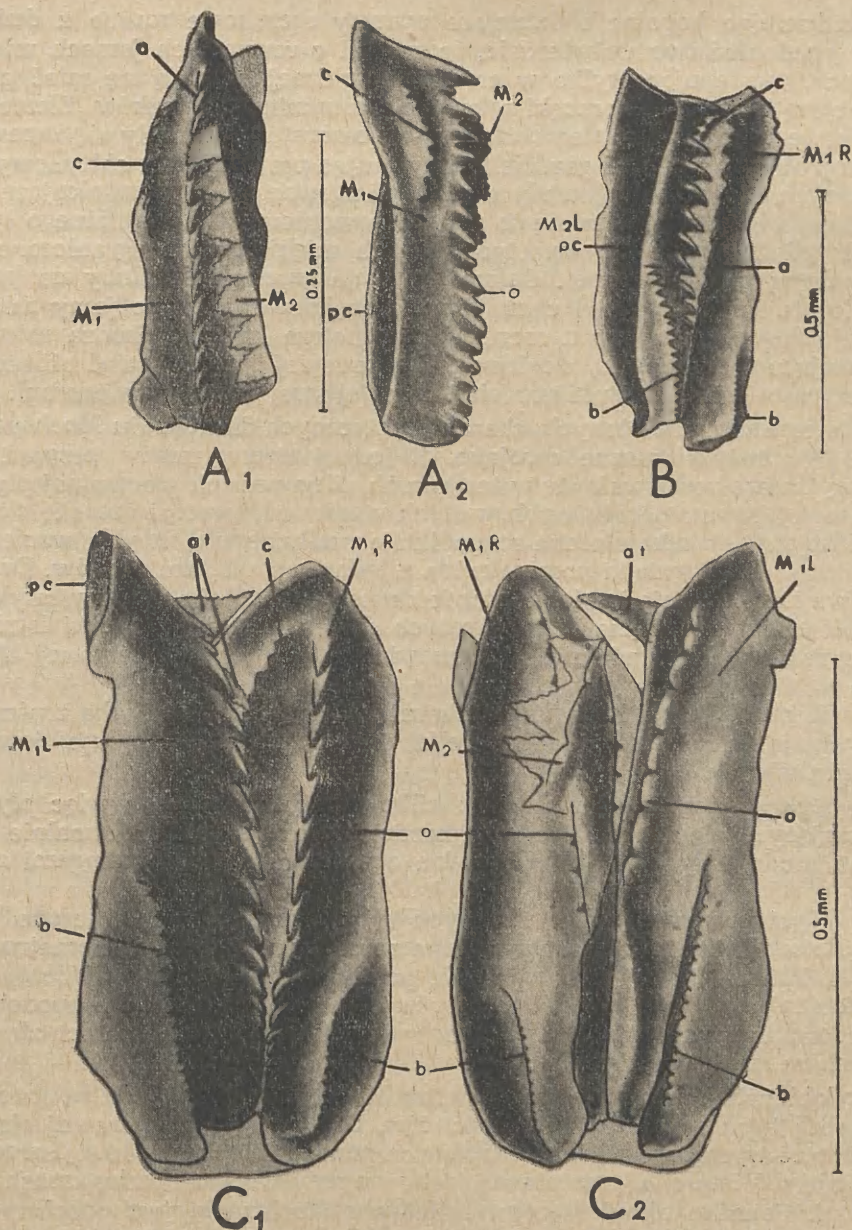


Fig. 8. *Mochtyella cristata* Kielan — kilka niekompletnych okazów w różnym stanie zachowania

A — Prawa strona, szczęki M_1 i M_2 zachowane razem. A_1 od strony grzbietowej, A_2 z boku z lewej strony. B — M_1 prawa i lewa zachowane razem w pozycji żującej. C — Aparat złożony z M_1 prawej i lewej zachowanych razem w pozycji żującej, niekompletnych zębów przednich w nie-normalnym położeniu, oraz fragmentów M_2 zachowanych w jamie miękiszkowej prawej M_1 . C_1 od strony grzbietowej, C_2 od strony brzusznej. (L — lewa, R — prawa, pc — jama miękiszkowa, at — zęby przednie)

Porównując kopalne i dzisiejsze aparaty szczękowe można z dużym prawdopodobieństwem stwierdzić, że szczęki o rozwartych jamach miększowych, występujące tylko w erze paleozoicznej, wydają się mieć pierwotniejszą budowę niż szczęki o kształcie zamkniętych stożków. Elementy szczękowe w gardzieli paleozoicznych wieloszczetów tworzyły się zapewne jako zgrubienia kutikuli gardzieli, przyjmując postać płytek chitynowych, na których następnie pojawiały się fałdy i zgrubienia, przekształcające się w szeregi ząbków. Zgadza się to z występowaniem w czasie różnego typu szczęk, gdyż szczęki o rozwartych jamach miększowych ograniczone są tylko do ery paleozoicznej. Dalsza ewolucja szczęk polegałaby na przekształceniu ich w stożki i cęgi, poprzez częściowe zakrycie jamy miększowej. Tego nowego typu szczęka, do wnętrza której wchodzi mięśnie poruszające ją, ma lepszą ruchliwość i może lepiej funkcjonować niż szczęka przyrastająca do ścianki gardzieli na całej swej dolnej powierzchni.

Istnienie szczęk złożonych, charakterystycznych dla rodzaju *Mochtyella*, może być interpretowane dwojako. Z jednej strony można przyjąć, że ewolucja szczęk odbywała się w ten sposób, iż na prostej, pierwotnej płytce szczękowej powstało kilka ząbkowanych wzniesień, tworząc szczękę złożoną. Następnie szczęka złożona rozpadła się wzdłuż bruzd między wzniesieniami na 2 lub 3 szczęki proste, każda z jednym szeregiem ząbków. Druga możliwa interpretacja istnienia szczęk złożonych jest taka, że powstały one wtórnie drogą zrośnięcia kilku prostych szczęk. Zdaniem autorki istnieje szereg faktów, które zdają się przemawiać za przyjęciem pierwszej hipotezy:

1. W młodych stadiach *Vistulella* szczęki M_1 i M_2 są ze sobą zrośnięte (powtarzają więc stadium *Mochtyella*) i rozdział ich następuje dopiero w miarę wzrostu.

2. Aparat szczękowy złożony z kilku prostych szczęk, a więc płytek poruszających się niezależnie, jest bardziej efektywny funkcjonalnie niż aparat zbudowany jako jedna szczęka, opatrzona kilkoma szeregami ząbków.

3. Występowanie szczęk złożonych typu *Mochtyella* ograniczone jest tylko do ordowiku, gdy aparaty złożone z wielu prostych szczęk przetrwały do dziś. Trudno byłoby udowodnić, że przedstawiony tu rodzaj *Mochtyella* jest formą wyjściową dla *Vistulella*, wydaje się jednak prawdopodobne, że od form o szczękach złożonych mogły powstać formy o aparatach zbudowanych ze szczęk prostych.

Podobieństwa aparatów szczękowych *Mochtyella* i *Vistulella* są znaczne i dotyczą typu asymetrii tych aparatów. U *Mochtyella* w prawej złożonej szczęce występuje większa liczba szeregów ząbków niż w lewej szczęce; podobnie u *Vistulella* — z prawej strony mamy większą liczbę szczęk niż z lewej. Ponadto układ szeregu ząbków u *Mochtyella* jest podobny do układu szczęk u *Vistulella*. Podobieństwa między wymienionymi rodzajami dotyczą również pewnych drobnych szczegółów budowy. Na przykład wzniesienia, na których znajdują się szeregi zębów, oznaczone jako b w prawej i lewej szczęce, u *Mochtyella* są nieco wzdęte i chityna ich jest jaśniejsza i bardziej przezroczysta niż na pozostałych częściach szczęki. Podobnie u *Vistulella* szczęki oznaczone jako M_2 , które zajmują podobne położenie do szeregów b u *Mochtyella*, mają w tylnej części wzdęty kształt, a chityna ich jest jaśniejsza i bardziej przezroczysta niż pozostałych płytek szczękowych. Nieznana jest, niestety, przednia część aparatu szczękowego

Mochtyella i trudno powiedzieć, czy występowały tam jeszcze dodatkowe płytki, ile i w jakiej formie. Budowa aparatów szczękowych *Mochtyella* i *Vistulella* wskazuje, że aparaty szczękowe u *Eunicidae* są pierwotnie asymetryczne, przy czym asymetria przejawiała się u form paleozoicznych w silniejszym stopniu niż u dzisiejszych.

Bardzo interesująco przedstawia się z kolei porównanie aparatu szczękowego *Vistulella* z aparatami form, zaliczanych do podrodziny *Paulinitinae*, w szczególności z gatunkiem *Polychaetaspis wyszogrodensis* Kozłowski (por. fig. 2 I, H). U *P. wyszogrodensis* występują z prawej strony w tylnej części płytka bazalna, z przodu której umieszczony jest ząb interkalarny. Oba te elementy przykrywają nieco cęgi od strony grzbietowej. U *Vistulella* w podobnym położeniu z prawej strony występuje szczęka M_2 , z przodu której umieszczony jest ząb M_3 , przy czym oba te elementy przykrywają szczękę M_1 od strony grzbietowej. Lewe strony aparatów są tu nieporównywalne, gdyż wydaje się, że elementy, odpowiadające lewym szczękom M_1 i M_2 u *Vistulella*, zanikły całkowicie u *Polychaetaspis*. Przednia część aparatu szczękowego *Vistulella* jest mało znana; wydaje się, że składa się na nią szereg płytek, inaczej wykształconych z lewej i prawej strony, jednak mniejszych niż przednie płytki u przedstawicieli *Paulinitinae* i trudnych do porównania.

Kozłowski (1956), opisując ordowickie rodzaje *Polychaetaspis* i *Polychaetura*, zwraca uwagę na fakt, że mimo iż opisane przezeń formy można zaliczyć do typu labidognatycznego, pewne cechy ich budowy zbliżają je do form prionognatycznych. Z tego punktu widzenia aparaty kopalne łączą dwa typy budowy szczęk, między którymi nie ma dziś przejściowych form. Rzeczywiście przednia część aparatu szczękowego *Polychaetaspis* ma zdecydowanie labidognatyczny typ budowy, charakterystyczny dla podrodziny *Eunicinae* i *Onuphinae*. Jednakże u *Polychaetaspis*, jak i u wszystkich *Paulinitinae*, występują uzębione cęgi, których brak jest u dzisiejszych labidognatycznych form, a które charakteryzują typ prionognatyczny, wreszcie, co najważniejsze, u *Paulinitinae* występuje z prawej strony płytka bazalna, która bez wątplenia może być porównana do prawego pierwszego elementu maxillarnego u dzisiejszych prionognatycznych szczęk, np. u rodzajów *Halla* i *Arabella* (por. fig. 2 E, G, H). Tak więc wydaje się, że paleozoiczne *Paulinitinae* można uznać za przodków dzisiejszych labidognatycznych form. Przy powstawaniu szczęk tego typu nastąpił zanik płytki bazalnej i zęba interkalarnego (tam, gdzie on występował) oraz zanik uzębienia na cęgach.

Aparatów typu prionognatycznego nie można wyprowadzać bezpośrednio z *Paulinitinae*, zwłaszcza że w utworach ordowickich, obok *Paulinitinae*, w materiałach opracowywanych przez autorkę występują nie opisane dotychczas aparaty prionognatyczne, bardzo zbliżone do form dzisiejszych. Jednakże budowa *Paulinitinae* wskazuje, że formy prionognatyczne i labidognatyczne mogą wywodzić się od odleglejszych wspólnych przodków. Na pokrewieństwo labidognatycznego i prionognatycznego typu budowy wskazują również omówione powyżej dane, dotyczące rozwoju ontogenetycznego szczęk u form labidognatycznych (por. fig. 2 A i 2 E). Rozpatrzmy dla przykładu prionognatyczny aparat szczękowy u dzisiejszej *Arabella geniculata*. Jeżeli uznać prawą MI za homologiczną płytkę bazalnej, to lewa MI i prawa MII odpowiadałyby parze cęgów. Wówczas z lewej strony MII pozostaje jako płytka nieparzysta, a wszystkie pozostałe szczęki przednie

stanowią mniej lub bardziej symetryczne pary. W typie labidognatycznym u form dorosłych lewa MIII jest płytką nieparzystą, lecz — jak to zostało wykazane powyżej — jest to cecha wtórna, gdyż w rozwoju ontogenetycznym właśnie lewa MII jest płytką nieparzystą, powtarzając cechę, która przetrwała do dziś u dorosłych przedstawicieli typu prionognatycznego.

Wydaje się wreszcie, że symetryczne labidognatyczne aparaty szczękowe dzisiejszych *Lumbriconereinae* (fig. 2 D) mogły powstać wtórnie z aparatów asymetrycznych *Onuphinae* bądź *Eunicinae* drogą zaniku asymetrycznej płytki MIII.

Mimo że materiał paleontologiczny dotyczy aparatów szczękowych wieloszczetów jest bardzo niewielki, porównanie go z wykształceniem tych samych elementów u form dzisiejszych daje obraz ewolucji szczęk, jaka zachodziła w ciągu około 400 milionów lat. Reasumując powyższe rozważania można stwierdzić, że szczęki u pierwotnych wczesno-paleozoicznych wieloszczetów powstały początkowo jako chitynowe zgrubienia kutikuli gardzieli, na których wytworzyły się fałdy, przekształcające się z kolei w szeregi ząbków. Być może drogą rozpadnięcia się tych złożonych szczęk, w których lewa strona była różna od prawej, powstały asymetryczne aparaty szczękowe, zbudowane z prostych szczęk o rozwartych jamach mięksiszowych. Z kolei ze szczęk o rozwartych jamach powstały szczęki w formie uzębionych stożków i cęgów, do wnętrza których wchodziły mięśnie. Tego typu aparaty szczękowe, występujące u paleozoicznej rodziny *Paulinitinae*, charakteryzują się silną asymetrią i obecnością większej ilości elementów niż szczęki dzisiejsze. Drogą kolejnych przekształceń z *Paulinitinae*, czy też z form do nich zbliżonych, powstały aparaty typu labidognatycznego. Budowa *Paulinitinae* również wskazuje, że od form blisko z nimi spokrewnionych wywodzi się także dzisiejszy prionognatyczny typ budowy szczęk. *Paulinitinae* sprzed 300—400 milionów lat, mimo że różnią się w szczegółach od form dzisiejszych, przedstawiają ten sam ogólny plan budowy aparatu szczękowego, wskazując, że *Eunicidae* tworzą bardzo starą i konserwatywną grupę, liczną w erze paleozoicznej, a szeroko rozprzestrzenioną również w morzach dzisiejszych, która przetrwała przez okres około 400 milionów lat, podlegając w tym czasie jedynie bardzo niewielkim zmianom.

LITERATURA

1. Aiyar R. G., 1930. An account of the development and breeding-habits of a brackish-water polychaete-worm of the genus *Marphysa*. „Journ. Linn. Soc.“, 37, 387—403.
2. Allen M. J., 1959. Embryological development of the polychaetous annelid *Diopatra cuprea* (Bosc.). Biol. Bull., 116, 339—361.
3. Bonnier J., 1893a. Sur l'appareil maxillaire des Eunicien. C. R. Acad. Sci. Paris, 116, 524—526.
4. Bonnier J., 1893b. Notes sur les Annélides du Boulonnais. I. *Ophryotrocha puerilis* (Clap. & Metschn.) et son appareil maxillaire. Bull. Sci. France Belgique, 25, 198—226.
5. Borradaile L. A., 1901. On the spawn and young of a polychaete worm of the genus *Marphysa*. Proc. Zool. Soc., V, 714—720.

6. Claparède E. & Metschnikoff E., 1869. *Beiträge zur Kenntnis der Entwicklungsgeschichte der Chaetopoden*. „Zeitschr. Wiss. Zool.“, XIX, 163—205.
7. Croneis C. & Scott H. W., 1933. *Scolecodonta* (Abstract). Bull. Geol. Soc. Amer., 44, 207.
8. Ehlers E., 1864/68. *Die Bornstenwürmer (Annelida, Chaetopoda)*. 2 vol. I—XX + 1—748, Leipzig.
9. Ehlers E., 1867—70. *Über fossile Würmer aus dem lithographischen Schiefer in Bayern*. Palaeontographica, 17, 145—175.
10. Eller E. R., 1934. *Annelid jaws from the Upper Devonian of New York*. Ann. Carnegie Mus., 22, 303—317.
11. Eller E. R., 1936. *A new Scolecodont genus, Ildraites, from the Upper Devonian of New York*. Ibid., 25, 73—77.
12. Eller E. R., 1935. *Annelid jaws from the Hamilton Group of Ontario County, New York*, Ibid., 24, 51—57.
13. Fauvel P., 1923. *Faune de France*. 5. Polychètes errantes. 1—488, Paris.
14. Hartman O., 1944. *Polychaetous annelids. Part V. Eunicea*. Allan Hancock Pacific Expeditions, 10, 1, 1—200, Los Angeles.
15. Herpin R., 1926. *Recherches biologiques sur la reproduction et le développement de quelques Annélides Polychètes*. Bull. Soc. Nat. Ouest, 4^e sér., 1—250.
16. Hinde G., 1879. *On annelid jaws from the Cambro-Silurian, Silurian and Devonian Formations in Canada and from the Lower Carboniferous in Scotland*. Quart. Journ. Geol. Soc. London, 35, 370—389.
17. Hinde G. J., 1896. *On the jaw apparatus of an annelid from the Lower Carboniferous of Halkin Mountain, Flintshire*. Ibid., 52, 448—450.
18. Kielan-Jaworowska Z., 1961. *On two Ordovician polychaete jaw apparatuses*. Acta Palaeont. Pol., VI, 3.
19. Korschelet E., 1893. *Über Ophryotrocha puerilis Clap.-Metschn. und die polytrochen Larven eines anderen Annelides (Harpochaeta cingulata nov. gen. nov. spec.)*. „Zeitschr. Wiss. Zool.“, 57, 224—289.
20. Kozłowski R., 1956. *Sur quelques appareils masticateurs des Annélides Polychètes ordoviciens*. Acta Palaeont. Pol., I, 3, 165—210.
21. Krishnan G., 1936. *The development of Diopatra variabilis (Southern)*, „Zeitschr. Wiss. Zool.“, 143, 513—525.
22. Krohn A. & Schneider, 1867, *Über Annelidenlarven mit porösen Hüllen*. Archiv. Anat. Physiol., 498—511.
23. Lange F. W., 1949. *Polychaete annelids from the Devonian of Paraná, Brazil*. Bull. Amer. Paleont., 33, 134, 1—71.
24. Martinsson A., 1960. *Two assemblages of Polychaete jaws from the Silurian of Gotland*. Bull. Geol. Inst. Univ. Uppsala, XXXIX, 1—8.
25. Monroe, C. C. A., 1924. *On the post-larval stage in Diopatra cuprea Bosc., a polychaetous annelid of the family Eunicidae*. Ann. Mag. Nat. Hist. ser. 9, 14, 193—199.
26. Pander C. H., 1856. *Monographie der fossilen Fische des silurischen Systems der Russisch-Baltischen Gouvernements*. I—X + 1—91, St. Petersburg.
27. Roger J., 1946. *Les Invertébrés des couches à poissons du Crétacé supérieur du Liban*. Mém. Soc. Géol. France, n. sér., 51, 68—70.
28. Šnajdr M., 1951. *On errant Polychaeta from the Lower Paleozoic of Bohemia*. Sborn. Geol. Survey Czechoslov., XVIII, Paleont. 241—296.
29. Wilson E. B., 1881—83. *Early stages of some polychaetous annelids*. Stud. Biol. Lab. Johns Hopkins Univ. Baltimore, II, 271—299.

KONWERSJA GENÓW

Konwersja genów jest zagadnieniem stosunkowo nowym i spornym, wiążącym się z najbardziej podstawowymi pojęciami genetyki. Materiał podany poniżej ma na celu przedstawienie w zarysie niektórych stron tego zagadnienia, którego ostateczne rozwiązanie jest chyba jeszcze dalekie. Określenia „konwersja genów” użył po raz pierwszy Winkler (1930). Od razu na wstępie należy zauważyć, że rozmaici autorzy nadają temu określeniu różne znaczenie oraz że wysunięto szereg już propozycji zmierzających do zastąpienia wyrazu „konwersja” innymi, jak: „copy-choice”, „transmutacja”, „transreplikacja” i inne.

Winkler nazwał konwersją zjawisko polegające na tym, że u heterozygot podczas wytwarzania gamet może zachodzić zmiana czynników dominujących w recesywne lub odwrotnie. Winkler nie odrzucał ogólnie już w owym czasie przyjętej hipotezy crossing-over, ale zwracał uwagę na różnorodność produktów rekombinacji: ta różnorodność odpowiadała wg Winklera pojęciu konwersji, która może zachodzić według różnych schematów. Jeśli zmiana zachodząca w jednym chromosomie wyklucza zmianę w homologue, mamy wtedy konwersję monogeniczną, jeśli dotyczy obu homologicznych chromosomów, konwersja jest digeniczna. Zarówno mono-, jak i digeniczna konwersja może zachodzić w sposób równy lub nierówny w zależności od stosunkowej częstości zjawiska w każdym z homologów, co powoduje różnorodność efektów.

Abstrahując od szczegółów można podstawowe założenia hipotezy konwersji Winklera ująć w następujących dwóch punktach:

1. Allele spotykające się w heterozygotcie mogą wywierać wzajemne na siebie działanie.

2. Istnieje jakiś mechanizm rekombinacji genetycznej różniący się od dotychczas poznanych.

Hipoteza Winklera nie znalazła początkowo oddźwięku: oba jej założenia wydawały się kilkadziesiąt lat temu nie do przyjęcia. Pierwsze z nich interpretowano jako sprzeczne z podstawą mendlowskiej segregacji, prawem czystości gamet, drugie — wydawało się zbędne w okresie, w którym znajdowano wciąż nowe dowody potwierdzające crossing-over.

Sytuacja uległa jednak zmianie, gdy w związku z dalszym, burzliwym rozwojem genetyki nastąpiły głębokie zmiany w jej podstawowych pojęciach. Tak np. w ostatnich latach zmieniło się pojęcie genu. Gen, rozumiany dawniej jako jednostka funkcji, mutacji oraz crossing-over, okazał się podzielny, i to w sposób różny w zależności od tego, czy bierzemy pod uwagę mutacje czy crossing-over. Podobnie głębokim zmianom uległy

wyobrażenia dotyczące genu jako jednostki funkcji. W tych warunkach hipoteza konwersji genów staje się na nowo przedmiotem dyskusji, chwilami gorącej.

Problem sporu polega, po pierwsze, na tym, czy istnieje konwersja, czy stwierdzono fakty nie mieszczące się w dotychczasowych pojęciach, a zatem postulujące istnienie jakiegoś nowego mechanizmu rekombinacji, obok lub zamiast znanych dotychczas, po drugie, jaki może być mechanizm konwersji.

Ponieważ fakty mogące świadczyć za konwersją można było znaleźć najłatwiej przy badaniu nieprawidłowej segregacji, ten kierunek badań omówiony będzie na początku, by przejść następnie do mechanizmu ewentualnej konwersji. Wybrane przykłady odnoszą się prawie wyłącznie do prac, w których obiektem badań były grzyby z grupy workowców.

NIEPRAWIDŁOWA SEGREGACJA

W poznaniu tego zagadnienia decydującą rolę odegrało badanie grzybów, co umożliwiło zastosowanie na dużą skalę analizy tetrad. Jak wiadomo, u workowców (np. *Saccharomyces*, *Neurospora*, *Ascobolus*) mejoza zachodzi w obrębie zamkniętych utworów, worków, które otwierają się dopiero przy dojrzywaniu zawartych w nich czterech lub ośmiu zarodników—askospor. Badając askospory jednego worka bada się tym samym produkty jednej mejozy. Dzięki temu znacznie łatwiej niż przy badaniu zmieszanych ze sobą produktów wielu mejoz można tu stwierdzić odstępstwa od przewidywanej, prawidłowej segregacji.

Gdy bada się askospory z worka mieszańca pochodzącego ze skrzyżowania dwu szczepów grzyba, w ogromnej większości wypadków stwierdza się dla każdej pary obserwowanych cech stosunek 1 : 1. Stosunek ten nie ulega zmianie ani przy rekombinacji genów niezależnych od siebie, ani przy rekombinacji przy sprzężeniu genów, spowodowanej przez crossing-over; zmiana ulega wtedy jedynie rozkład obserwowanych cech pomiędzy askospory. Tak np. jeśli skrzyżowano dwa szczepy oznaczone jako AB i ab, otrzymać możemy następujące trzy typy worków:

Typ I — dwa rodzaje askospor, oba rodzicielskie: AB AB AB ab ab ab ab.

Typ II—dwa rodzaje askospor; oba nierodzicielskie, czyli rekombinacyjne: Ab Ab Ab Ab aB aB aB aB.

Typ III — cztery rodzaje askospor; 2 rodzicielskie, 2 rekombinacyjne: AB AB Ab Ab aB aB ab ab.

W każdym z tych trzech typów stosunek A : a i B : b wynosi 1 : 1. Ten podstawowy stosunek 1 : 1 często jednak bywa zamaskowany na skutek rozmaitych interakcji między genami, np. przy istnieniu genów polimerycznych lub uzupełniających się, przy supresorach itp. Jeśli mamy np. geny polimeryczne, czyli wzajemnie się zastępujące, wtedy, trzymając się użytych powyżej oznaczeń, efekt AB, Ab oraz aB będzie jednakowy i fenotypowy stosunek askospor w workach typu II będzie wynosił 4 : 0, w workach zaś typu III — 3 : 1. Jeśli natomiast działają geny wzajemnie się uzupełniające, tj. takie, w których dla wywołania efektu potrzebne są jednocześnie A oraz B, wtedy w workach typu II stosunek askospor pod względem danej cechy będzie wynosił 0 : 4, w workach typu III — 1 : 3. Dlatego można w zasadzie mówić o nieprawidłowej segregacji dopiero po

sprawdzeniu genotypów, nie ograniczając się do fenotypowego odchylenia od stosunku 1:1.

Oprócz powyżej podanych przykładów maskowania prawidłowego, mendlowskiego stosunku przebieg tworzenia się askospor może ulegać różnym zaburzeniom, nie licząc mutacji, co powoduje odchylenie od stosunku 1:1. Stwierdzano wielokrotnie spontaniczne powstawanie jąder diploidalnych lub polisomicznych oraz nieprawidłowości w przesuwaniu się jąder. Pamiętać należy przy tym, że workowce stanowią bardzo trudny obiekt, jeśli chodzi o obserwacje cytologiczne, toteż dane cytologiczne są nader skąpe. O zaburzeniach chromosomowych wnosi się więc głównie z wyników badań genetycznych.

Do wszystkich możliwości tłumaczących nieprawidłową segregację należy wreszcie dodać ostatnią, ale bynajmniej nie mniej ważną: jest to możliwość popełnienia błędu przy klasyfikacji. Sposobności do popełnienia błędu jest przy analizie tetrad tak wiele, że niepodobna przeceniać wagę tego czynnika.

Reasumując, można więc powiedzieć, że istota zagadnienia polega na tym, czy rzeczywiście stwierdzono fakty nieprawidłowej segregacji nie dające się wytłumaczyć w ramach mendlowskiej segregacji. Przyjrzyjmy się więc odnośnym faktom nieco bliżej.

Lindegren, próbując wytłumaczyć niektóre wypadki nieprawidłowej segregacji u drożdży, nawiązał do hipotezy konwersji Winklera (1949). Na 60 worków pochodzących od mieszańca heterozygotycznego pod względem sześciu par cech otrzymał 3, w których segregacja pod względem zdolności do syntezy adeniny wskazywała na zmianę genu: w dwóch workach stosunek askospor pod względem tej cechy wynosił 3:1, w jednym zaś — 0:4. Takie same nieprawidłowości otrzymywał również przy dziedziczeniu zdolności do fermentacji galaktozy i melibiozy. Wspomniane mieszańce wykazywały natomiast całkowicie prawidłową segregację pod względem wszystkich innych obserwowanych cech. Późniejsze prace Lindegrena i jego współpracowników przyniosły dalsze przykłady przypuszczalnej konwersji, odnoszące się do innych fermentacyjnych zdolności u drożdży (1953).

Wyniki Lindegrena zakwestionował m.in. Winge (1954), podając inną interpretację tych samych nieprawidłowości u drożdży. U drożdży często zachodzi samorzutna poliploidyzacja na skutek nadliczbowej mitozy i następującego po tym połączenia dwóch jąder. Jeśli jedna z czterech diploidalnych askospor jest heterozygotyczna, stosunek dominantów do recesywów wynosi 3:1. Bywa też, że część jąder powstałych przy dodatkowej mitozie ulega dezintegracji, tak że pozostają tylko 4, tworząc zwykle jednojądrowe askospory, ale segregacja cech w takich workach nie musi być prawidłowa. Potwierdzeniem tej ostatniej możliwości jest stosunkowo częste występowanie u drożdży nadliczbowych askospor, np. worków o 5 lub 6 sporach zamiast normalnych, 4-sporowych.

Winge podał też w wątpliwość niektóre obserwacje Lindegrena, dotyczące m. in. segregacji 0:4. Otrzymanie tego rodzaju worków mogło być po prostu wynikiem błędu w metodzie pracy polegającym na nakładaniu się na tej samej pożywce dwu kolejnych pokoleń: analizowane worki mogły wtedy stanowić produkt innej krzyżówki, niż to się przypuszcza, stąd nieoczekiwana segregacja.

W następnych pracach, opublikowanych w 1956 roku, Lindegren (ze współpracownikami) stosuje testy wykluczające poliploidalność, jak mierzenie gęstości zawiesiny komórkowej zawierającej określoną liczbę komórek i obliczanie zawartości azotu w komórce, oraz analizuje dokładnie te cechy, które w workach nieprawidłowych segregują w sposób prawidłowy. Choć argumenty te nie były wystarczające dla odparcia wszystkich zarzutów Wingego i szereg faktów podanych przez Lindegrena uległ podważeniu, to jednak zasługa tego ostatniego w poznaniu problemu nieprawidłowej segregacji jest niewątpliwa. Już wcześniej sygnalizowano, jeszcze przed Winklerem, że zdarzają się wypadki nieprawidłowości (np. Brunswik w 1924 u *Coprinus*), Lindegren jednak pierwszy zwrócił uwagę na przyczyny, dlaczego tak rzadko stwierdza się częste wypadki nieprawidłowej segregacji. „Gdy badacz w eksperymencie genetycznym znajduje nieoczekiwane stosunki liczbowe, analizuje szereg możliwości, o których wiadomo, że mogą spowodować zaburzenia w segregacji; niekiedy udaje mu się wyjść z trudności przez wykrycie czynników polimerycznych, supresorów lub modyfikatorów. Gdy mu się to nie udaje, często odrzuca badany materiał, by zająć się innym, takim, który łatwiej daje się sprowadzić do analizy mendlowskiej.” (1949, str. 20—6).

Być może, że nie bez związku z tym postawieniem problemu przykłady nieprawidłowej segregacji zaczęły się mnożyć. Jeden zwłaszcza z nich, wykryty przez Mary Mitchell, przy zastosowaniu dwu różnych metod ma dotychczas bardzo dużą wartość dowodową (1955). Mitchell badała szczepy *Neurospora* różniące się kilkoma ściśle sprzężonymi mutacjami locus odpowiedzialnego za syntezę pirydoksyny. Szczepy te były przy tym tak dobrane, że po obu stronach wspomnianego locus miały określone wyznaczniki (markery), których układ umożliwiał stwierdzanie po skrzyżowaniu, czy jest to kombinacja typu rodzicielskiego czy też rekombinacja po crossing-over. Przy krzyżowaniu między sobą wspomnianych mutantów otrzymywano w potomstwie pewną liczbę szczepów typu dzikiego, czyli niezależnych od pirydoksyny. Na ogólną liczbę przebadanych 66 959 askospor 103 okazały się typu dzikiego. Można by było sądzić, że rekombinanty te powstały na skutek crossing-over, gdyby nie przeczył temu układ wyznaczników. Aby wytłumaczyć przy pomocy crossing-over stwierdzany w tym przypadku układ wyznaczników, należałoby przyjąć nieprawdopodobne założenie, że podwójny crossing-over między dwoma ściśle sprzężonymi mutantami zachodzi nie mniej często niż pojedynczy.

Zaobserwowanego zjawiska nie można też było tłumaczyć mutacją wsteczną w kierunku typu dzikiego, skoro w licznych próbach selfowania (krzyżowania ze sobą + i - tego samego mutantu) nie otrzymano nigdy typu dzikiego. Fakty te sugerowały jakiś mechanizm rekombinacji, odmienny od crossing-over, mechanizm związany ze zmianą genu. Potwierdzenie tego przypuszczenia przyniosło zbadanie tego samego materiału metodą analizy tetrad. Gdy zanalizowano 585 worków, w 4 znaleziono rekombinanty typu dzikiego. Jest to częstość mniej więcej ta sama, którą stwierdzono analizując askospory w masie, nie w poszczególnych workach. Znalezione rekombinanty nie powstały jednak przez crossing-over, w badanych workach nie znaleziono bowiem podwójnych mutantów, które musiałyby wystąpić przy crossing-over jako odpowiedniki askospor typu dzikiego; wszystkie mutanty w tych workach były mu-

tantami pojedynczymi; efekt był taki, jak gdyby jeden z dwu krzyżowanych mutantów uległ konwersji wracając do typu dzikiego.

Dalsze przykłady szczególnej, niewzajemnej rekombinacji podobnego charakteru przyniosły m. in. prace Romana nad drożdżami (1956). Wszystkie te dane sprawiły, że pojęcie konwersji, choć nadal niejasne i sporne, zostało w jakiś sposób zaakceptowane przez genetykę. Znalazło to między innymi wyraz w dwu sympozjach z 1956 roku: jedno z nich poświęcone było chemicznym podstawom dziedziczenia (*The Chemical Basis of Heredity* — 1956), drugie — mechanizmom genetycznym (*Genetic Mechanisms — Structure and Function* — Cold Spring Harbor Symposium XXI, 1956). Podczas obu tych sympozjów sprawa konwersji była wielokrotnie poruszana (Beadle, H. Mitchell, St. Lawrence, Bonner, Doermann, Spiegelmann, Hotchkiss, Glass, Roman, Lindegren, Stern, Giles i inni).

Wraz z mnożeniem się danych, które można by interpretować jako konwersję, coraz większej wagi nabiera sprawa częstości tego zjawiska: czy jest to zjawisko wyjątkowe, zdarzające się niezmiernie rzadko, czy też prawidłowe, ale wskutek różnych przyczyn bardzo rzadko wykrywane. Tak np. Pontecorvo jest zdania, że rzeczywiście, nie pozornie, wyjątkowa segregacja występuje tak rzadko i daje tak sprzeczne wyniki, że na razie nie należy jej w ogóle brać pod uwagę (1958). Pontecorvo opiera się m. in. na wynikach Stricklanda (1958), który po dokładnej analizie tetrad u *Aspergillus nidulans* na ogólną liczbę 1642 worków znalazł tylko 4 wyjątkowe, takie, co do których możliwość błędu była raczej wykluczona. W jednym z tych czterech worków nieprawidłowa segregacja (1 : 3 lub 3 : 1) dotyczyła jednocześnie dwóch genów, odległość między którymi mierzona częstością crossing-over, była dość duża, wynosiła bowiem 8 jednostek. Dla wytłumaczenia tego przypadku należałoby przyjąć dość ryzykowne założenie, że konwersja może obejmować na raz duży odcinek chromosomu.

Liczne dane mogące wskazywać na konwersję przyniosły prace Rizeta i jego współpracowników nad wprowadzonym przez niego nowym obiektem badań genetycznych, workowcem *Ascobolus immersus* (1960, 1960a). *A. immersus* jest wdzięcznym obiektem dla analizy tetrad: dzięki istnieniu samorzutnych mutantów, które różnią się od formy dzikiej morfologią spor, można, jeszcze przed izolowaniem i badaniem poszczególnych askospor, określać przebieg segregacji. Dzięki temu łatwiej jest przeprowadzać analizę tetrad na bardzo dużą skalę i dostrzec prawidłowości zjawisk występujących rzadko. Rizet stwierdził istnienie szeregu złożonych loci (które nazywa seriami), z których każde jest w jakiś, prawdopodobnie inny sposób związane z wytwarzaniem charakterystycznego dla spor *Ascobolus immersus* brązowofioletowego pigmentu. Askospory mutantów są bezbarwne. Mutanty należące do tej samej serii przy krzyżowaniu między sobą dają, obok ogromnej większości worków o sporach bezbarwnych, nieliczne worki, zazwyczaj jeden lub kilka na tysiąc, w których jedna para spor jest typu dzikiego. Analiza genetyczna tych worków wskazała, że niektóre z nich mogły powstać na skutek crossing-over: obok pary askospor typu dzikiego zawierają bowiem również parę podwójnych mutantów, co wskazuje na wzajemną wymianę części chromatyd. Inne jednak spośród worków zawierających parę spor typu dzikiego wskazują raczej na rekombinację niewzajemną, charakterystyczną dla

konwersji: nie ma w nich podwójnych mutantów. Stwierdzono przy tym prawidłowość pozwalającą przewidzieć, który z dwóch skrzyżowanych mutantów ulega konwersji dając z typem dzikim segregację 1:3, który zaś segreguje normalnie, czyli daje stosunek 1:1. Podobne zjawiska zaobserwował Rizet również przy krzyżowaniu poszczególnych mutantów z formą dziką.

Prace nad *Ascobolus immersus* prowadzone są obecnie również w Zakładzie Genetyki Ogólnej PAN w Warszawie. Otrzymane dotychczas wyniki potwierdzają występowanie rekombinacji charakteru konwersyjnego, przy czym w niektórych wypadkach zjawisko to występuje z wysoką i stałą częstością. Stwierdzono również regularne występowanie pewnej innej nieprawidłowości w segregacji: worków, w których istnieją różnice między askosporami należącymi do tej samej pary.

Powyższe dane dotyczące nieprawidłowej segregacji u grzybów można uważać za mniej lub więcej bezsporny dowód istnienia pewnego nowego typu rekombinacji, zwanego przez część biologów konwersją. Inaczej natomiast przedstawia się sprawa ewentualnego mechanizmu konwersji. Na razie nie może tu być mowy o żadnym mniej lub więcej zgodnym poglądzie; można by nawet powiedzieć, że wraz z uzyskiwaniem nowych faktów sprawa ta komplikuje się coraz bardziej; o ile początkowo punkt ciężkości stanowił mechanizm konwersji badany jako odrębny od *crossing-over*, o tyle w miarę postępu badań coraz więcej danych podważa wszystkie dotychczas przyjęte mechanizmy rekombinacji, w szczególności *crossing-over*. Dlatego omówienie mechanizmu konwersji stopniowo przechodzi w omawianie sprzeczności dotyczących w ogóle rekombinacji.

KONWERSJA I MECHANIZMY REKOMBINACJI

Winkler tłumaczył konwersję w sposób dość jeszcze ogólnikowy: w pewnych warunkach części genu łączą się z genem allelicznym, przy czym zachodzi to jedynie w heterozygotie. Istnieją specjalne geny decydujące o kształcie tych części, o ich łączeniu się oraz rozchodzeniu. Pierwsze poglądy Lindegrena niedaleko odbiegają od interpretacji Winklera (1949, 1953). W diploidalnej zygocie zachodzi swoista, kierowana mutacja, indukowana przez heterozygotyczność. Polega ona na przemieszczeniu substancji dziedzicznej z danego locus do locus homologicznego, co powoduje zmianę allelu dominującego w recesywny lub odwrotnie. Ponieważ konwersja zachodzi z różną częstością u różnych szczepów oraz w różnych loci, należy przypuszczać, że odgrywają tu rolę takie czynniki, jak np. charakter sinapsis, czas jego trwania, stopień zbitości chromosomu w danym locus itp.

Inną hipotezę wysunął Winge, przemawiając zresztą przeciw samej koncepcji konwersji (1955). W heterozygotie może nastąpić *crossing-over* nie tylko pomiędzy odcinkami chromosomu, ale również między częściami genów, wtedy gdy geny mają charakter kompleksowy. Przy takiej wymianie oś chromatydy nie ulega przerwaniu; powstają dwa nowe kompleksy genowe, ale oba różnią się od rodzicielskich, jest to więc coś zupełnie innego niż konwersja.

Pierwsza koncepcja konwersji wysunięta przez M. Mitchell wymaga szeregu założeń (1955). Każdy z dwu krzyżowanych ze sobą mutantów ma obok odcinka zmutowanego, defektywnego, również odcinek normal-

ny, odpowiadający położeniem odcinkowi zmutowanemu drugiego mutantu. Podczas duplikacji chromosomów następuje pewien błąd: u jednego z mutantów odcinek normalny odtwarza się dwukrotnie, podczas gdy defektywny odcinek drugiego z mutantów nie odtwarza się wcale. Od roku 1956 M. Mitchell podtrzymuje koncepcję mutacji jako przyczyny konwersji: jakieś nie poznane dotąd właściwości diploidalnej heterozygoty wpływają na zwiększenie się częstości mutacji prowadzącej od mutantu do formy dzikiej. W obu powyższych koncepcjach Mary Mitchell konwersja wiąże się z jakimś zdarzeniem zachodzącym w okresie bardzo bliskiego kontaktu między homologicznymi chromosomami.

Hipotezę mutacji podtrzymuje również H. Mitchell, który stwierdził u *Neurospora* jednoczesne występowanie konwersji oraz crossing-over (1956). Gdy poddawał badane szczepy działaniu szoku termicznego, częstość crossing-over nie ulegała prawie zmianie, częstość konwersji natomiast znacznie wzrastała, co przypomina wyniki otrzymywane przy indukowaniu mutacji. Mitchell zwraca uwagę na biochemiczne środowisko genu: enzymy oraz łatwo rozpuszczalne związki o niewielkim ciężarze cząsteczkowym mogą być przenoszone z jednego locus do drugiego. Być może, że w metabolizmie genowym reakcje związane z przenoszeniem odgrywają dużą rolę: wpływając na zmianę struktury i funkcji genu mogą się ujawniać jako konwersje.

Zbliżone nieco poglądy wypowiada Catcheside, mówiąc, zresztą, nie o konwersji, lecz o działaniu genu (1956). Zwraca uwagę na produkty działania genu, które nazywa plasmidami. Efekt wywoływany przez plasmidy zależy również od cytoplazmatycznego środowiska. Zmutowany gen wytwarza inne plasmidy niż gen przed mutacją, ale zmiana w środowisku cytoplazmatycznym może tak wpłynąć na kompleks plasmidów, że następuje reaktywacja efektu genowego zmienionego wskutek mutacji.

Ostatnio Lindegren wysunął nową koncepcję konwersji idącą dalej, ale w tym samym kierunku co koncepcje Mitchella i Catcheside'a (1961). System genowy składa się z trzech części: receptora w chromosomie, efektora w cytoplazmie oraz transmitora. Receptorem jest białko mieszczące się w locus na powierzchni chromosomu. Białko to swą wewnętrzną powierzchnią przylega do DNA; o układzie białka decyduje układ nukleotydów. Ponieważ jednak zewnętrzna powierzchnia białkowego receptora jest jego powierzchnią funkcyjną, mogą tu następować pewne nieznaczne odchylenia od układu przekazywanego przed DNA. Może też następować przemieszczanie się całego receptora z jednego locus do locus homologicznego chromosomu. Objawia się to jako konwersja.

Bonner tłumaczy konwersję jako mutację wsteczną: zwykle mutacje są często skutkiem powstawania dodatkowych wiązań między cząsteczkami, z których zbudowany jest chromosom. Podczas sinapsis te dodatkowe wiązania mogą ulec zerwaniu, następuje mutacja wsteczna, powrót do normy (1956).

Roman podaje ważki argument przeciwko interpretowaniu konwersji jako mutacji (1956). Wszystkie badania nad mutacjami, zarówno samorzutnymi jak i indukowanymi, wskazują zgodnie na niezmierną rzadkość, jeśli nie zupełny brak powtarzalności tych samych zdarzeń mutacyjnych. Właściwie każdy mutant powstaje w nieco inny sposób. W badanych przez

siebie drożdżach Roman stwierdzał identyczność szczepów wyjściowych ze szczepami pochodzącymi z worków nieprawidłowych, interpretowanych jako powstałe na skutek konwersji.

Dużą rolę w kształtowaniu się poglądów na konwersję odegrały prace Lederberga nad rekombinacją u bakterii *Escherichia coli* (1955). Na podstawie otrzymanych wyników Lederberg wysunął hipotezę nowego mechanizmu rekombinacji: chromatyda, która powstaje jako kopia lub negatyw wzorca, to jest chromatydy wyjściowej, może zmieniać wzorzec w trakcie swego formowania się i odtworzyć się częściowo nie według wzorca własnego, lecz według wzorca homologa. Byłby to więc jak gdyby wybór dokonany przez kopię, copy-choice. Rekombinacja zachodząca w taki sposób nie wymaga odpowiadających sobie produktów tej samej mejozy, jakich wymaga crossing-over.

Model Lederberga odpowiadał licznym wynikom otrzymywanym u bakterii i fagów, w których stwierdzono brak wzajemności rekombinatów; jeśli chodzi o te organizmy, jest to obecnie prawie ogólnie przyjęty model rekombinacji.

Model Lederberga tłumaczył również wyżej opisane przypadki nieprawidłowej segregacji tetrad 1 : 3 oraz 3 : 1, toteż dawał podstawę hipotezie konwersji. W związku z tym zaczęto zamiast konwersja używać określenia copy-choice, a niektórzy poszli jeszcze dalej, jak np. Freese (1957), używając konwersja zamiast copy-choice. Wobec tego, że jednocześnie istniały bardzo liczne dowody świadczące za crossing-over u grzybów i innych organizmów wyższych, oparte na doświadczeniach genetycznych, wydawało się, że różnice poglądów znikną, gdy przyjmie się jednocześnie istnienie dwu różnych mechanizmów rekombinacji, a mianowicie: crossing-over tylko u organizmów wyższych, copy-choice zaś u wszystkich organizmów. Tego zdania jest np. Westergaard, który uznaje copy-choice za podstawowy mechanizm rekombinacji u fagów i bakterii; ten sam mechanizm u organizmów będących na wyższym szczeblu ewolucyjnego rozwoju występuje już jedynie jako relik, podstawowym zaś mechanizmem dla tych ostatnich jest crossing-over (1960).

Do zgody jednak nie doszło. Przede wszystkim wielu biologów jest zdania, że musi istnieć jeden wspólny dla wszystkich organizmów żywych mechanizm rekombinacji. Westergaard żartobliwie nazywa tych biologów „generalicjonistami“, przeciwstawiając ich ewolucjonistom, do których siebie zalicza. Tak np. Pontecorvo (1958) i Pritchard (1960) uznają copy-choice za jedyny, ogólnobiologiczny mechanizm rekombinacji. Według Pontecorvo niewzajemność rekombinacji nie jest bynajmniej nieodłącznym atrybutem copy-choice, przeciwnie, można sobie łatwo wyobrazić takie copy-choice, przy którym nie tylko jedna z dwóch nowopowstających chromatyd zmienia swój wzorzec, ale że staje się to jednocześnie z obiema, i to w analogicznych punktach: otrzymamy wtedy w tej samej mejozie dwa odpowiadające sobie produkty rekombinacji, mimo braku crossing-over.

Główna trudność polega jednak nie na różnicy poglądów, czy istnieje jeden czy też kilka mechanizmów rekombinacji. Ważniejsze są wątpliwości dotyczące samego mechanizmu: odpowiednie dane genetyczne nie zawsze są zgodne z danymi cytologicznymi, a przejście z poziomu badań chromosomów na poziom badania cząstek DNA, z których chromosomy są

w jakiś sposób zbudowane, ujawnia dalsze sprzeczności. Tak np. okazało się, że jeśli wyobrażenia o copy-choice oraz o crossing-over odpowiadają prawdzie, dwa te procesy musiałyby zachodzić w różnym czasie. Według do niedawna ogólnie przyjętej teorii Darlingtona (1935) crossing-over może zajść dopiero po ustawieniu się homologicznych chromosomów w pary i po ich duplikacji, a więc nie wcześniej niż w pachytenie. Copy-choice natomiast, związane z samym procesem odtwarzania się, musi zachodzić w tym okresie, w którym zachodzi synteza DNA. Wyniki badań radioautograficznych, przy użyciu znaczonych pierwiastków, zgodnie wskazują, że synteza DNA zachodzi jedynie podczas pewnej określonej części cyklu podziałowego. Według Taylora (1957) synteza DNA u *Tradescantia* kończy się przed zygotenem. Stosując naświetlanie promieniami jonizującymi w różnych okresach cyklu podziałowego udało się przez odróżnianie pęknięć chromosomowych od momentu, w którym pękają obie już chromatydy, uchwycić moment duplikacji chromosomów; u lilii stwierdzono, że duplikacja chromosomów i synteza DNA zachodzą w tym samym czasie (Mitra 1958). Z powyższego wynikają dwa, trudne do przyjęcia wnioski: copy-choice zachodzi w czasie syntezy DNA we wczesnej profazie, tj. wtedy gdy chromosomy jeszcze nie koniugują ze sobą; crossing-over zachodzi podczas koniugacji chromosomów w późnej profazie i nie jest w czasie związane z syntezą DNA.

Powyższą trudność rozwiązuje Pritchard (1960) w sposób następujący: Istnieje jeden tylko mechanizm rekombinacji, którym jest copy-choice. Obserwowane w badaniach cytologicznych łączenie się chromosomów w pary jest zjawiskiem wtórnym, już we wczesnej profazie następuje ściśle stykanie się ze sobą homologicznych chromosomów — odbywa się ono jednak na nielicznych tylko odcinkach, tzw. rejonach „skutecznego łączenia się w pary“ (effective pairing). Tam właśnie zachodzi rekombinacja, i to wielokrotna. Hipoteza Pritcharda może też tłumaczyć często obserwowane fakty tzw. negatywnej interferencji. Badanie rekombinacji między ściśle sprzężonymi genami zdawało się wskazywać na to, że gdy na danym odcinku nastąpiła jedna wymiana, prawdopodobieństwo dalszych wymian na tym samym odcinku nie tylko się nie zmniejsza, ale się zwiększa. Fakty te stają się zrozumiałe, jeśli przyjmie się za Pritchardem istnienie określonych odcinków chromosomów, w których następuje rekombinacja. Należy przypomnieć, że przed Pritchardem bardzo podobną hipotezę wysunął Freese (1957) nazywając ją hipotezą „przełączania“ (switch). W obrębie określonych odcinków szczególnie intymnej asocjacji między chromosomami nowo powstające chromatydy mogą nie tylko jeden, lecz wiele razy zmieniać wzorzec, „przełączać się“ z chromosomu wyjściowego na chromosom homologa, przy czym to przełączanie nie musi być wzajemne, co tłumaczy odchylenia od prawidłowej segregacji. Natomiast poza rejonami przełączania się chromatyda zawsze powstaje według jednego tylko wzorca, gdyż każdy wzorzec może jednocześnie utworzyć jedną tylko kopię: tam rekombinacja jest zawsze wzajemna.

Istnieje jednak inna jeszcze trudność przy przyjmowaniu copy-choice za mechanizm rekombinacji. Z danych genetycznych wynika, że w rekombinacji mogą brać udział dwie, trzy lub wszystkie cztery chromatydy. Przy copy-choice rekombinacja możliwa byłaby jedynie między dwiema nowo powstającymi chromatydami, tylko one bowiem mogą zmieniać wzo-

rzec, chromatydy wyjściowe zgodnie z tym modelem zachowują swoją integralność. Potrzebne więc staje się dodatkowe założenie jakiegoś mechanizmu, który by podzielił między wszystkie chromatydy rekombinacje zaistniałe między dwiema spośród nich. Być może, że tu właśnie w grę wchodzi klasyczny crossing-over z postulowanym przy nim przerywaniem i łączeniem się wszystkich czterech chromatyd.

Taylor próbuje rozróżnić crossing-over i copy-choice w związku ze swoim modelem struktury chromosomu (1957). Według Taylora chromosom składa się z białkowego szkieletu, do którego podwójne łańcuchy cząsteczek DNA przyczepione są boczenie, jednym z dwu łańcuchów. Crossing-over zachodzi w białkowym szkielecie chromosomu, obejmując dlatego zawsze całe łańcuchy DNA, copy-choice zaś zachodzi w obrębie łańcuchów. W ten sam mniej więcej sposób odróżnia Stadler crossing-over od konwersji (1959).

Rizet na podstawie wspomnianych powyżej prac nad *Ascobolus immersus* postuluje istnienie w chromosomie jednostek liniowych, w obrębie których rekombinacja ma zawsze charakter konwersji (typu copy-choice); crossing-over zaś zachodzi tylko między tymi jednostkami. Ze względu na stwierdzoną biegunowość Rizet nadaje tym jednostkom nazwę polaronów.

W modelu chromosomu wysuniętym przez Freese'a (1958), podobnie jak u Taylora, największe prawdopodobieństwo rekombinacji wzajemnej jest w miejscach wiązania poszczególnych drobin DNA, natomiast „przełączanie” następuje w obrębie DNA. W modelu Freese'a nie ma łańcuchów bocznych, łańcuchy DNA łączą się ze sobą końcami za pośrednictwem cząsteczek wiążących, tworząc jedną długą nić, która składa się na skutek tego, że cząsteczki wiążące agregują ze sobą.

Ostatnia wreszcie sprawa, którą należałoby zasygnalizować, wiąże się z replikacją DNA. Zgodnie z hipotezą Watsona i Cricka z 1953 roku replikacja cząsteczki DNA zaczyna się od rozkręcenia podwójnego łańcucha, po czym każda połówka tworzy swój nowy, odpowiadający sobie łańcuch. W ten sposób w nowo powstałej cząsteczce DNA jeden z łańcuchów jest „stary”, drugi — „nowy” i replikacja jest na pół konserwatywna (semiconservative). Badania Meselsona i Stahla prowadzone na *Escherichia coli*, jak również badania Taylora i innych nad mitozą roślin wyższych stwierdziły na pół konserwatywny sposób replikacji chromosomów; dawało to większą podstawę dla porównywania chromosomu do podwójnej spirali DNA. Pritchard (1960) zwraca jednak uwagę na to, że na pół konserwatywna replikacja nie zgadza się z danymi genetycznymi: przy rozchodzeniu się łańcuchów przed ich odtwarzaniem się musiałyby stosunkowo często występować takie tetrady, w których byłoby więcej niż cztery rodzaje produktów mejozy. W badaniach nad workowcami oznaczałoby to różnice między askosporami tej samej pary — zjawisko takie występuje jednak w rzeczywistości bardzo rzadko.

Wyniki rekombinacji odpowiadają raczej takiemu modelowi replikacji, w którym nowo powstały chromosom składa się z dwóch „nowych” połówek, chromosom zaś wyjściowy z dwóch „starych” połówek: byłaby to więc replikacja konserwatywna. W tej sytuacji Pritchard widzi dwie możliwości: a) replikacja w mejozie jest inna niż w mitozie, mianowicie konserwatywna; b) replikacja w mejozie jest przeważnie na pół konserwatywna, ale jest konserwatywna tam, gdzie zachodzi rekombinacja. Ta ostatnia możliwość wiąże się z modelem Penrose (1957), który prze-

widuje, że w rozmaitych segmentach chromosomu proces replikacji może zachodzić w sposób konserwatywny lub na pół konserwatywny.

Powyższy szkicowy przegląd w części jedynie obrazuje całą złożoność problemów związanych z mechanizmem rekombinacji, problemów, których rozstrzygnięcie nastąpić może dopiero w przyszłości.

LITERATURA

1. Brunswik H., 1924. *Untersuchungen über die Geschlechts — und Kernverhältnisse bei der Hymenomyzetengattung Coprinus*. Bot. Abh. 5.
2. Bonner D. M., 1956. *Mutation in Saccharomyces*. Cold Spring Harb. Symp. XXI.
3. Catcheside D. G. — 1956, *Genes, their nature and function* Comp. Rend. Lab. Carlsberg, 26.
4. Darlington C. D., 1935. *The time, place and action of crossing-over*. J. Genet. 31.
5. Freese E., 1957. *Über die Feinstruktur des Genoms im Bereich eines pab locus von Neurospora crassa*. Zeitsch. ind Abst. Vereb. 88.
6. Freese E., 1958. *The arrangement of DNA in the chromosome*. Cold Spr. Harb. Symp. XXIII.
7. Lederberg J., 1955. *Recombination mechanisms in bacteria*. J. Cell. Comp. Physiol. 45, suppl. 2.
8. Lindegren C. C., 1949. *The Yeast Cell, its Genetics and Cytology*.
9. Lindegren C. C., 1953. *Gene conversion in Saccharomyces*. J. Genet. 51.
10. Lindegren and others — 1956, *Genetic analysis of the clones from a single-tetrad of Saccharomyces showing non-mendelian segregation*. Genetica 28, 1—24.
11. Lindegren C. C., 1961. *A hypothesis concerning the mechanism of gene action*. Nature. 4769.
12. Mitchell H. K., 1956. *Crossing-over and gene conversion in Neurospora*, The Chemical Basis of Heredity.
13. Mitchell M. B., 1955. *Aberrant recombination of pyridoxyne mutants of Neurospora*. Proc. Nat. Acad. Sci. 41.
14. Mitchell M. B., 1956. *A consideration of aberrant recombination in Neurospora*. Comp. Rend. Lab. Carlsberg, 26, 1/25.
15. Mitra S., 1958. *Effects of X-rays on chromosomes of Lilium longiflorum during meiosis*. Genetics 43.
16. Pontecorvo G., 1958. *Trends in genetic analysis*.
17. Pritchard R. H., 1960. *The bearing of recombination analysis at high resolution power on genetic fine structure in A. nidulans and the mechanism of recombination in higher organisms*. Microbial Genetics.
18. Rizet G. et al., 1960. *Sur un Ascomycète intéressant pour l'étude de certains aspects du problème de la structure du gène*. Comp. Rend. Ac. Sci. France 250.
19. Rizet G., Lissouba P., Mousseau J., 1960a. *Les mutations d'ascospores chez l'Ascomycète Ascobolus immersus et l'analyse de la structure fine de gène*. Bull. Soc. Franc. Physiol. Veget. 6. (w druku).
20. Roman H., 1956. *Mutation in Saccharomyces*. Cold Spring Harb. Symp. XXI.
21. Stadler D. R., 1959. *Gene conversion of cysteine mutants in Neurospora*. Genetics 44.

22. Stricland W. N., 1958. *Abnormal tetrads in Aspergillus nidulans*. Proc. Roy. Soc. B.
23. Taylor J. H., 1957. *The time and mode of duplication of chromosomes*. Am. Nat. 91.
24. Westergaard M., 1960. *Chemical mutagenesis as a tool in macromolecular genetics*. Abh. deutsch. Akad. Wiss. Berlin. 1.
25. Winge Ö. and Roberts C., 1954. *Causes of deviations from 2:2 segregations*. Comp. Rend. Lab. Carlsberg, 25, 11.
26. Winge Ö., 1955. *On interallelic crossing-over*. Comp. Rend. Lab. Carlsberg, 25, 13.
27. Winkler H., 1930. *Die Konversion der Gene*.

Edyta Kołataj

MECHANIZMY OBRONNE U ROŚLIN (II)

ODPORNOŚĆ SWOISTA

Wszystkie omówione w poprzednim artykule mechanizmy, substancje i ciała obronne znajdują się stale w organizmie roślinnym niezależnie od stanu jego zdrowotności. Mają one za zadanie zlokalizować ewentualną infekcję, lecz nie zawsze są w stanie skutecznie obronić przed chorobą zaatakowany organizm roślinny.

Reakcja odpornościowa jest to zmiana organiczna, zachodząca wewnątrz gospodarza na skutek zakażenia, która może być bardziej lub mniej swoista w stosunku do danego zarazka. Reakcje odpornościowe mogą być spontaniczne lub sztucznie wywołane (indukowane). Odporność naturalna — czyli zdolność do samodzielnego reagowania na infekcję, jest cechą wrodzoną i może ujawniać się z różnym nasileniem. Gdy przebiega w stopniu normalnym, nazywana bywa „normergiczną“, gdy nasilenie jej jest podwyższone, mówimy, że przebiega w stopniu przekroczonym i nazywana jest „hyperergiczną“.

Reagowanie na infekcję (reakcja odpornościowa przeciwinfekcyjna) polega na tym, że skierowane jest przeciwko samemu zarazkowi, którego zaatakowany organizm stara się zniszczyć lub osłabić. Należą tu między innymi tzw. reakcje plazmatyczne, polegające na reagowaniu niektórych roślin na obecność w nich *Bact. tumefaciens*, w wyniku czego powstają na różnych częściach rośliny charakterystyczne narośle. Przykładem spontanicznej reakcji przeciwinfekcyjnej o przekroczonym stopniu działania jest reakcja nekrogena. Pod nekrozą rozumiemy zlokalizowaną śmierć części organizmu: tylko komórki lub tkanki. Prześledzić ją można przy zakażeniu ziemniaków przez grzybek chorobotwórczy *Synchytrium endobioticum*. Samo zakażenie zarówno wrażliwych, jak i odpornych odmian przebiega jednakowo. Przy zakażeniu odmian wrażliwych pomiędzy pasażem a gospodarzem ustala się stan wzajemnej „zgodliwości“ i chociaż między nimi odbywa się walka, mimo to tolerują się nawzajem. W takim układzie choroba rozwija się dalej, powstają duże narośle rakowate, składające się z sąsiednich rozrosłych, lecz nie zakażonych tkanek. Inny zupełnie obraz rozwija się przy zakażeniu tym grzybem odmian odpornych. Wówczas gospodarz i pasożyt nawzajem się nie znoszą, a więc ich stosunek staje się parazytyczny. Gospodarz w odpowiedzi na zakażenie grzybem rozwija silną reakcję tkankową, która kończy się obumieraniem zakażonych komórek. Taka reakcja nekrogena wywiera podwójnie niekorzystny wpływ na pasożyta: 1) ciała nekrogenne działają na niego szkodliwie

i 2) obumieranie komórek gospodarza powoduje śmierć pasożyta, który może się rozwijać tylko w żywych komórkach rośliny. W rezultacie dochodzi do przerwania procesu zakażenia.

Do przeciwinfekcyjnych reakcji zaliczamy też sztucznie wywołaną (indukowaną) reakcję o normalnym stopniu nasilenia. Reakcje gospodarza na zakażenie nie zawsze prowadzą do lokalizacji infekcji. Najczęściej wprowadzony zarazek działa alarmująco na roślinę, która „uruchamia” odpowiedni mechanizm obronny zależnie od warunków, w jakich się znajduje i w jakich zaszła infekcja. Czasami jednak zarazek może roślinę osłabić lub aktywować jej zdolność obronną, np. *Synchytrium endobioticum*. Zetknięcie się z zarazkiem powoduje pewne zmiany w tkance, przez pobudzenie działania danej tkanki lub całego organizmu. W takim stanie organizm roślinny powinien by (przez analogię ze zwierzętami) zachować podwyższoną gotowość do obrony przeciwko powtórnemu zakażeniu.

Do immunizacji dojść może w roślinie na skutek działania samego zarazka lub produktów jego przemiany materii. Liczni badacze próbowali uczulać rośliny różnymi antygenami i niektóre z tych prób powiodły się. M.in. Much i Nyren (1930, 1931, cyt. wg Gäumanna 1945) kulturę wazonową pomidorów zaszczepili prątkami gruźlicy i po dwóch tygodniach otrzymali reakcję aglutynacji *in vivo*. W wyciśniętym soku reakcji tej jednak nie stwierdzili. Zachodzi więc pytanie, czy w badaniach tych autorów nie ma pomyłki; być może, iż istniejące jeszcze przed zakażeniem przeciwciała brali oni za aglutyniny. Takie same wątpliwości mieć można co do badań Stickla (1927, cyt. wg Gäumanna 1945), który wprowadził bakterie tyfusu do liści tulipanów, potem je z nich wyosobnił i stwierdził odmienność ich morfologii i reakcji serologicznych. Brown zabijał temperaturą 60°C hodowlę *Bact. tumefaciens* i wszczepiał ją potem do wiązek naczyniowych chryzantem i róż. Po pewnym czasie rośliny te zakażał tym samym, ale żywym szczepem. Rośliny, którym dano uprzednio zabite bakterie, były w pewnym stopniu uodpornione i wytwarzały po tym zabiegu narośle dopiero po trzech tygodniach, podczas gdy rośliny kontrolne reagowały szybciej i brodawkowały już po 14 dniach. Wpływ zabitej szczepionki (wakcyny) w tym przypadku był więc oczywisty.

Gheorghiu (1932, 1933, cyt. wg Gäumanna 1945) usuwał z *Pelargonium zonale* (Willd.) 2—3 cm pasek epidermy i bezpośrednio na tkance miękkiszowej umieszczał na przeciąg 12—18 dni watę nasyoną zabitymi temperaturą 60°C bakteriami *Bact. tumefaciens*. Po upływie miesiąca młode części rośliny próbowano bezskutecznie zakazić tym samym szczepem, podczas gdy w roślinach kontrolnych, nie poddawanych temu zabiegowi, powstawały narośle. Tak wywołana zdolność obrony przed zakażeniem *B. tumefaciens* utrzymywała się przez okres trzech miesięcy. Kalajew, powtarzając to doświadczenie, nie stwierdził jednak działania zabitej szczepionki (wakcyny).

Zoja i Leemann (1925) umieścili ziarna pszenicy w wyciągu wodnym z kultury grzyba *Helminthosporium sativum* do czasu ich wykiełkowania i w ten sposób otrzymali roślinę już uodpornioną na tego pasożyta. Następnie zakazili pszenicę koniadam tego grzyba i okazało się, że obrona przeciw niemu utrzymywała się przez kilka tygodni. Podobną reakcję obronną wywołał Nobecourt (1928, cyt. wg Gäumanna 1945) za pomocą ekstraktów z *Botrytis cinerea* i *Bacillus carotovorus*.

W badaniach Kaliaeva, Smirnowej i Krawczenki (1935, cyt. wg Gäumanna 1945) nad nasionami fasoli uodpornionymi przez *Botrytis cinerea* wykazano, że przeżywało 42% spośród nasion uodpornionych i tylko 4% nasion zakażonych *B. cinerea*, a nie uodpornionych uprzednio wyciągiem z tego grzyba.

Przypuszczano, że zdolność obrony przed chorobą uodpornionych roślin (przeżywało ponad 40% osobników uodpornionych na zakażenie *B. cinerea*) polega nie na reakcji antygen-przeciwciała, lecz jedynie na ubocznym działaniu zarazków, mianowicie na przesyceniu tkanek roślinnych produktami przemiany materii pasożyta. Przy tym produkty te mogą działać trująco również na samego pasożyta.

Roślinne organizmy zdolne są zapewne do bardziej lub mniej swoistych reakcji obronnych, lecz dotychczas z powodu dużych metodycznych trudności zagadnienie to nie zostało ostatecznie wyjaśnione; wiadomo tylko, że biorą w nim udział takie ciała, jak aglutyniny, lizyny, ciała przeciwwirusowe (Gäumann 1945, Domański 1958, Taysum 1958, Krüpe i Ensgraber 1950, Farkasz i Kiral 1956, Tetry 1953, Moritz i Rohn 1956, Stapp 1958, Rubin i Arcichowska 1948).

Jak wiadomo, sam zarazek nie jest jedynym czynnikiem zagrażającym zdrowiu i życiu rośliny, gdyż w związku z jego obecnością w organizmie zaatakowanym powstają i nagromadzają się produkty przemiany materii zarazka, szczególnie toksyny pasożyta i zabójcze substancje gromadzące się podczas rozkładu własnych tkanek żywiciela. Obronne reakcje przeciw toksynom objawiać się mogą w natężeniu normalnym lub w stopniu przekroczonym. W wypadku pojawienia się toksyn w organizmie roślinnym powstaje tkanka odgraniczająca ognisko zakażenia od zdrowych części rośliny (czyli tzw. tkanka demarkacyjna), która może powstawać zarówno w liściach, jak w gałązkach czy też korzeniach.

Na przykład gdy konidia pasożytniczego *Clasterosporium carpophilum* wnika przez skórę lub szparki oddechowe do wnętrza liścia śliwy, wydają grzybnie, która rozrasta się w nim we wszystkich kierunkach. Po 38 godzinach od chwili infekcji makroskopowo nie zauważa się jeszcze żadnych zmian w liście, jednak przy użyciu mikroskopu można stwierdzić duże zmiany komórek otaczających szparkę oraz stwardnienie i zbrązowienie ich ścianek. Z biegiem czasu w sąsiednich komórkach giną całkowicie chloroplasty, bardziej odległe komórki mają chloroplasty skurczone i o barwie jasnozielonej. Po 56 godzinach ognisko infekcji jest już 1—2 mm krążkiem, widocznym okiem nieuzbrojonym. Grzybnia wnikała do tkanki gąbczastej i w sąsiadujące wiązki przewodzące i w rurki sitowe. Niektóre komórki tkanki gąbczastej są zdegenerowane. Pasożyt powoduje w liściach rozpad chloroplastów sięgający aż do tkanki palisadowej. Po czterech dniach obumarłe komórki tworzą brązową plamę, otoczoną jasnym kręgiem komórek o zniszczonych chloroplastach. Między 4 i 8 dniem zaczynają się ujawniać tkankowe reakcje obronne w odległości wynoszącej około 20 komórek od miejsca infekcji, wąski rąbek komórek zaczyna nabrzmiewać wzdłuż całej szerokości liścia; komórki zaczynają na siebie napierać, że przestrzenie międzykomórkowe zanikają i jednocześnie też zanikają chloroplasty, plazma gęstnieje, jądra się nieco powiększają. Mimo stanu chorobowego komórki zaatakowane i sprawiające wrażenie obumarłych nabierają znów zdolności dzielenia się. Przez tkankę odgraniczającą ognisko zakażenia nie

mogą już przedostawać się substancje odżywcze do zniszczonej części liścia. W wyniku tego części te nie mogą przekazać w głąb swych toksycznych produktów metabolizmu i zakażone części tkanek przy dodatkowym zagłóceniu szybko obumierają. Po jakimś czasie martwe części uszkodzonych tkanek tracą już nawet mechaniczne połączenie z liściem i odpadają. Przykładem nadmiernie silnej reakcji antytoksycznej jest działanie „demarkacyjne”, czyli izolowanie miejsca zakażenia od części zdrowych za pomocą wydzielanych gum. W wielu wypadkach tego rodzaju reakcje nie dają pełnej obrony i pomimo ich wystąpienia choroba rozszerza się nadal. Podobne łańcuchy reakcji o nietoksycznym charakterze powstają np. u buka na skutek działania temperaturą -30° oraz w przypadku zablźniania się uszkodzonych gałęzi. Wytworzenie się gum może być też skutkiem dostania się powietrza do naczyń, niezależnie od obecności substancji zabójczych.

Typową ochronę z pomocą gum możemy oglądać u śliwy, wiśni i u innych drzew owocowych. Gatunki śliwy *Victoria* wytwarzają tylko nieznaczne ilości gum ochronnych i wskutek tego najczęściej padają ofiarą zakażeń. Rodzaje z gat. *Pershore* rzadziej chorują, gdyż na podniecie czynnika infekcyjnego odpowiadają natychmiastową reakcją lokalną i tworzą dookoła ogniska infekcji osłonkę, która więzi trujące substancje (Brooks 1928).

Najczęściej przy zakażeniach wirusowych obroną rośliny jest tolerancja wywołana poprzednim kontaktem z danym zarazkiem. W tym przypadku infekcja wygasa nie tak, jak przy działaniu substancji zobojętniających zarazki, lecz przez przerwanie łańcucha reakcji zachodzących w zaatakowanym organizmie roślinnym. Tolerancja wywołana obecnością np. wirusa utrzymać się może przez dziesięć generacji pochodzących od osobnika zakażonego, który pozostaje biernym jego nosicielem. Ta cecha tolerancji nie będzie przenoszona przez nasiona, lecz tylko na drodze wegetatywnej przez (zrazy i wysadki). Gdybyśmy zdrowy zraz dali na „tolerancyjną” podkładkę, to gałązka ta da początkowo objawy np. „plamistości”, wywołanej przez wirusa, który wniknął do niej z tolerującej go podkładki. Przy dalszym rozwoju zraz również nabierze cech tolerancyjności. Przy tym jeśli pozornie zdrowego nosiciela wirusa poddamy superinfekcji przez wstrzyknięcie szczepu, którym dany organizm jest już zakażony, to roślina nie wykaże żadnej reakcji.

U roślin istnieją jeszcze inne formy odporności, działające również skutecznie. W pewnych wypadkach zachodzi tzw. „ucieczka w nieznanne” („Flucht in das Nichtwissen”). Polega to na tym, że organizm jak gdyby nie przyjmuje do wiadomości obecnej w nim infekcji lub też zachowuje się w stosunku do tego czynnika jak gdyby tolerancyjnie. Ta forma obrony podobna jest do tolerancji indukowanej.

Ciekawe doświadczenia zostały wykonane nad biernym uodpornieniem roślin. Podczas sztucznie wywołanej czynnej immunizacji antygen wprowadzony do uodpornionego organizmu wywołuje powstawanie przeciwciał. Przy biernej immunizacji wprowadza się już gotowe przeciwciała pochodzące z innego organizmu po jego wyzdrowieniu. W zależności od tego, czy wprowadzona surowica pochodzi od gatunku obcego czy też pokrewnego danemu organizmowi, powstająca odporność u rośliny może być heterologiczna (np. uzyskana odporność u roślin przez wprowadzenie zwierzęcych płynów zawierających przeciwciała) lub homologiczna (uodpornienie rośliny za pomocą roślinnych przeciwciał).

W fitopatologii bierną immunizację wywołuje się z pomocą zarówno przeciwciał roślinnych, jak i zwierzęcych. Z wykonanych doświadczeń w tym kierunku ciekawa jest praca Carbone i Arnaud i (1930, cyt. wg G ä u m a n n a 1945). Uzyskali oni surowicę króliczą przeciw *B. tumefaciens* o wysokim mianie, którą następnie wsysały odcięte łodyżki pelargonii. U tych ostatnich stwierdzono w wyniku tego całkowitą odporność na tę chorobę. Również Kaljaev (1935) zaobserwował ochronne działanie surowicy króliczej przeciw infekcji *B. tumefaciens* i jej działanie gojące na powstałych już naroślach. Na podstawie tych doświadczeń wydaje się, że u niektórych roślin bierna immunizacja heterologiczna jest możliwa.

Pełne sprzeczności są jednak badania z homologicznymi przeciwciałami pochodzenia roślinnego. Zachodzi pytanie, czy utrzyma się w nich działanie ochronne polegające na czynnym krążeniu przeciwciał, przechodzących z odpornej lub uzdrowionej podkładki na badaną gałązkę z zarażeniem i z powrotem. Wiadomo, że w ten sposób krążą takie substancje, jak glikozydy, alkaloidy, połączenia białkowe, a także wirusy, np. przy wirusowej chorobie gruzelkowatości buraków cukrowych substancje ochronne wędrują z podkładki do zraza. Jednak dotychczas ogłoszone wyniki prac o uodpornieniu biernym przy zakażeniach bakteriami lub grzybami (tj. bakteriozach i mykozach) są prawie zawsze negatywne. Jedynie tylko Wormald i Grubb zauważyli, że jabłonie cechują się utajoną odpornością przeciwko *Bact. tumefaciens*. Przy chorobach innych roślin, np. przy raku ziemniaczanym (wywołanym przez *Synchytrium endobioticum*) i przy chorobliwym mącznieniu ziemniaków (wywołanym przez *Phytophthora infestans*), nie osiągnięto ich biernego uodpornienia. Świadczy to o tym, że substancje ochronne mogą być przez nie wytwarzane, jednak ich wędrówka jest utrudniona lub niemożliwa.

Przy zakażeniach wirusowych często może występować odporność interferencyjna (tj. jeśli zakażenie jednym szczepem bakterii wywoła odporność rośliny na inny szczep). Stwierdził ją po raz pierwszy Salma n. Zjawisko to może nastąpić również w przypadku zakażenia zarazkami innego typu niż wirusy. Bernard zakaził storczyk grzybem nie-zjadliwym *Rhizoctonia repens* (Bern.), po czym zakażone rośliny stały się odporne na zakażenie grzybem zjadliwym *Rhizoctonia lanuginosa* (Bern.). Odporność interferencyjna ma charakter lokalny i odporne na powtórzoną infekcję są tylko te komórki, do których przeniknęły strzępki grzyba atakującego.

Według Kunickiego-Goldfingera (1956) reakcje obronne u roślin są zbliżone do reakcji spotykanych u bezkomórkowców. Niektóre rodzaje reakcji zachodzących u roślin są pokrewne reakcjom obronnym występującym u zwierząt wyższych, np. układ mechaniczno-anatomiczny, obrona antybiotyczna, tolerancja i reakcje plazmatyczne. Człowiek neutralizuje w całym swym organizmie toksyny bakteryjne, podczas gdy roślina często tylko lokalizuje „barierami” komórkowymi.

Opierając się na wyżej opisanych doświadczeniach można wysnuć następujące wnioski. Reakcje obronne u roślin mają bardzo często charakter lokalny, natomiast u zwierząt wyższych z reguły wkrótce po zakażeniu — nawet zlokalizowanym — może się rozwijać stan ogólnej odporności. Nabyta zdolność obronna u zwierząt wyższych może trwać długo, natomiast u roślin wywołany przez chorobę stan obronny przeważnie koń-

czy się z chwilą zniknięcia infekcji. Skuteczność reakcji obronnych jest tu niedostateczna dla uzyskania pełnego wyzdrowienia. Niska zdolność roślin do reakcji obronnych wiąże się ze słabą siłą działania antygenów pasożytów roślinnych i, z drugiej strony, ze słabą zdolnością reagowania organizmu roślinnego, co wypływa ze swoistego rozmieszczenia różnych składników w komórce. Podczas gdy zwierzęce są całkowicie wypełnione plazmą, komórki roślinne (z wyjątkiem merystematycznych) mają tylko cienką, przylegającą do błony warstwę plazmy i przeważnie 9/10 ich wnętrza stanowi wodny roztwór soli. A więc tylko ta warstewka plazmy może reagować na pasożyta. Od rośliny nie można więc oczekiwać ogólnych reakcji będących odpowiednikiem humoralnych reakcji obronnych ciała zwierzęcego czy ludzkiego. Roślinie brak jest przenośnika substancji w postaci zamkniętego systemu krążenia będącego odpowiednikiem układu obiegowego krwi i limfy. Roślinom brak jest również tej odporności, którą mają zwierzęta dzięki fagocytom oraz swoistej odporności serologicznej, ale za to silniej niż u zwierząt rozwinęła się w nich zdolność reagowania za pomocą nekrozy i odcinania się organizmu od lokalnego ogniska zakażenia. Czynnikiem pewnej samoobrony u roślin jest także zrzucanie jesienią lub co kilka lat liści, igieł lub nawet gałązek i umieszczonych w nich zarazków. Organy asymilacyjne tworzące się na nowo mogą więc być wolne od poprzedniego zakażenia.

Omówiono wyżej niektóre tylko przyczyny, tłumaczące dlaczego rośliny żyjące w tak bliskim kontakcie z drobnoustrojami potrafią się oprzeć wielu zakażeniom. Chociaż różni badacze interesują się tymi zagadnieniami, nie są one dotychczas całkowicie rozwiązane. Nie mamy jeszcze pełnego obrazu nabywania i oddziaływania odporności w świecie roślinnym. Nie zbadano jeszcze dokładnie, jakie substancje składają się na przeciwciała roślinne, która część rośliny je wytwarza, jak przebiega ich rozwój w roślinie itp.

Wiele ciekawych spostrzeżeń z dziedziny odporności roślin zachęca do dalszych wnikliwych badań, które mogą przynieść wiele korzyści dla całokształtu gospodarki roślinnej.

Autorka składa serdeczne podziękowania dr B. Miczyńskiej za Jej cenne rady i wskazania podczas przygotowania niniejszego opracowania.

Z Zakładu Mikrobiologii Ogólnej
UMCS w Lublinie

LITERATURA

1. Doerr R., 1949. *Die Immunitätsforschung*, Bd. IV „Antikörper“, Wien.
2. Domański R., 1958. O podstawach fizjologicznych odporności u roślin. „Kosmos“, z. 1, s. 41.
3. Farkasz G. Ł., Kiral Z., 1956. *Izuczenije enzimologii bolnowo rastienia w swiazi s ustojcziwostju ewo k mikroorganizmam*, Izwiestja Akademii Nauk SSSR“, Nr 5, s. 47.
4. Gäumann E., 1945. *Pflanzliche Infektionslehre*, Basel.

5. Krüpe M., Ensgraber A., 1950. *Untersuchungen über Natur der Phytoaglutynine in chemischer, immunochemischer und pflanzenphysiologischen Sicht*, „Plante“, 50 — 4, s. 371.
6. Kunicki-Goldfinger W., 1956. *Immunologia porównawcza*, „Kosmos“, z. 3. s. 63, zeszyty problemowe.
7. Moritz O., Rohn H. L., 1956. *Untersuchungen über den Problem der serologischen Reaktionen der Fernreaktionen*, „Plante“, Bd. 47, s. 16.
8. Rubin B. A., Arcichowskaja E. W., 1948. *Biochemiczeskaja charakteristika ustojczivosti rastienij k mikroorganizmam*. Leningrad.
9. Schmidt H., 1952. *Fortschritte der Serologie*, „Pflanzeneiweiss“, s. 45.
10. Söding M., 1959. *Über das Verhalten von Bakterien in lebenden Blättern*, Archiv für Mikrobiologie, Nr 34, s. 103.
11. Stapp C., 1958. *Pflanzenpatogene Bakterien*, Hamburg.
12. Taysum D. H., 1958. *A Possible Basis of Phyto-immunity*, „Nature“, vol.181, s. 174.
13. Tetry, 1953. *Phytoaglutynine specifique anti-A₁*, Comt. Rend., 237, s. 1566.
14. Zabłocki B., 1959. *Zarys immunologii*, Warszawa.

Włodzimierz Michajłow

NIEKTÓRE METODOLOGICZNE PROBLEMY PARAZYTOLOGII EWOLUCYJNEJ *

Rozważając niektóre problemy metodologiczne kierunku nauk parazytologicznych, który można by nazwać ewolucyjnym, natknąłem się na trudności natury ogólnej. Polegają one na braku wyraźnego sprecyzowania i sformułowania, na czym polega problematyka metodologiczna w naukach biologicznych w ogóle, jak również w tej szczegółowej dziedzinie wiedzy biologicznej. Jeżeli staniemy na gruncie sformułowania T. Kotarbińskiego, który określa metodologię szczegółową jako dziedzinę rozważań nad klasyfikacją nauki i odrębnością ich poszczególnych rodzajów, to widać, jak trudno tak wyróżnione zagadnienia oddzielić od problemów metodologii ogólnej, która ma, w myśl intencji tegoż autora, traktować o ogólnych metodach pracy naukowej, o uzasadnianiu twierdzeń, o sposobach konstrukcji systemów naukowych.

Jasne jest, że jeżeli będziemy się zajmować szczegółowym ustaleniem metod pracy nad materiałem przyporządkowanym do parazytologii, a tym bardziej biologii w ogóle, to natychmiast zetkniemy się z zagadnieniami ogólnymi i trudno będzie przeprowadzić granicę pomiędzy rozważaniami metodologicznymi natury szczegółowej i ogólnej.

Z drugiej strony, problemy metodologiczne wiążą się często bezpośrednio z problematyką ontologiczną, to jest nauką o rzeczywistości oraz o powiązaniach funkcjonalnych i genetycznych elementów tej rzeczywistości. Gdy chcemy mówić o metodach poznawania tych powiązań, trudno się uchylić od rozważań nad ich istotą. A więc także granica pomiędzy metodologią i ontologią w praktyce wydaje się nieostra.

Sądzę, że nie zawsze problemy metodologiczne dadzą się tym bardziej oddzielić od zagadnień gnoseologicznych, które dotyczą dróg poznawania świata w sposób konkretny, a nie ogólny. Poruszając problematykę metodologiczną biologii, jakże często sięgnąć musimy do zagadnień teorii-poznawczych.

Trzeba zarazem przyznać, że zespół problemów, którymi zajmuje się metodologia poszczególnych nauk, rzeczywiście istnieje i mimo że się nie da rygorystycznie odgraniczyć od innych pokrewnych zagadnień, odgrywa wielką rolę w rozwoju całokształtu nauk przyrodniczych oraz w ich szczegółowych gałęziach.

* Artykuł opracowany na podstawie referatu wygłoszonego w dn. 12. V. 61 r. na zebraniu zespołu biologicznego Komisji Ewolucjonizmu PAN.

Wydaje się, że znaczenie badań metodologicznych polega na tym, że przyspieszają one zasadniczo rozwój poszczególnych dziedzin wiedzy. Na dowód tego twierdzenia można przedstawić wiele przykładów z historii nauki. Badania metodologiczne pozwalają, tam gdzie idzie o wysiłki i prace badawcze indywidualnie podejmowane, działać w sposób bardziej ekonomiczny. Wydaje się, że szeroko pojęta ekonomika badań naukowych stanie się w niedługim czasie odrębną dziedziną naukoznawstwa, która będzie miała poważne znaczenie praktyczne. Nie rozwijając tego tematu jako zbyt obszernego poprzestaniemy tu na stwierdzeniu, że uznane i powszechnie stosowane założenia metodologiczne umożliwiają dokonywanie syntezy pracy wielu autorów, gwarantując porównywalność ich wyników. Przy badaniach zespołowych i kompleksowych, jeżeli idzie o uzyskiwanie wyników, gdy chodzi o konfrontację różnych metod postępowania badawczego zaczerpniętych z różnych dziedzin wiedzy, o ich skoordynowanie i nakierowanie na uzyskiwanie jednoznacznej odpowiedzi na postawione pytania, prawidłowe założenia metodologiczne mają wręcz decydujące znaczenie. Ponieważ zespołowe i kompleksowe metody badań są obecnie w przyrodoznawstwie coraz szerzej stosowane i z czasem staną się — obok indywidualnych wysiłków badawczych — główną metodą postępowania, dziś już można przepowiadać wzrost wagi i znaczenia problematyki metodologicznej w niezbyt już odległej przyszłości. Jednakże celem tego szkicu nie są rozważania teoretyczne na temat metodologii, jej zakresu, granic i powiązań z innymi działami wiedzy. Pragnąłbym jedynie, przyjmując za rzecz pewną, że istnieje jakiś zespół problemów metodologicznych o niespornym zakresie i że są to problemy istotne i ważne dla nauk biologicznych, podać kilka przykładów zagadnień należących — zdaniem moim — do tej dziedziny rozważań, a wiążących się z jednym konkretnym działem biologii, a mianowicie z ewolucyjną problematyką parazytologii.

Najpierw można więc wyodrębnić grupę problemów związanych z ustaleniem przedmiotu i zakresu ewolucyjnego kierunku w parazytologii i wyznaczeniem jego miejsca w systemie nauk. Czy to zadanie jest warte trudu? Sądzę, że tak. Choć wszystkie systemy i klasyfikacje nauk są z natury rzeczy tymczasowe (a więc także w pewnym stopniu sztuczne), ich porządkowanie i doskonalenie, dokonywane co pewien czas, nie jest chyba zajęciem jałowym, gdyż stanowi pewnego rodzaju podsumowanie przebytego etapu ogólnego postępu nauki, stanowi odskocznię dla dalszych wysiłków, choćby nawet w ich wyniku systemy te ulegały gruntownej i szybkiej zmianie.

Aby mówić o problematyce parazytologii ewolucyjnej, musimy kilka słów powiedzieć o tym, czym jest współczesna parazytologia w ogóle, i odpowiedzieć na pytanie, czy istnieje potrzeba wyodrębniania tej dziedziny wiedzy jako odrębnego działu przyrodoznawstwa?

Charakterystycznym rysem parazytologii jako nauki biologicznej jest to, że rozważa ona i bada zjawisko biologiczne, które nazywamy pasożytnictwem. Tym się ona różni od zoologii czy botaniki, gdyż nie jest nauką o pasożytach, lecz o pewnym typie stosunków pomiędzy organizmami. Parazytologia różni się od ekologii (choć nie wszyscy ekologowie to uznają) tym, że rozpatruje pewne tylko stosunki szczególnego typu zachodzące pomiędzy organizmem pasożytniczym i jego żywicielem. Zjawisko to tak rozpowszechnione (obecnie tylko w świecie zwierzęcym

szacuje się — zapewne w sposób bardzo ogólny — liczbę gatunków pasożytniczych na około 10% całego świata zwierzęcego), iż zasługuje na wyodrębnienie i badanie swoistymi metodami, adekwatnymi do cech charakterystycznych tego zjawiska.

Można stwierdzić, że głównym obiektem badań parazytologów jest układ „pasożyt — żywiciel“, jako swoista jednostka biologiczna. Określenia zakresów różnych działów parazytologii wiążą się z tym, jaki jest skład tych układów.

Są to cztery możliwości. W skład układu „pasożyt — żywiciel“ może wchodzić zwierzę jako pasożyt i zwierzę jako żywiciel. Dla uproszczenia wypadnie nam wtedy mówić o dziedzinie zoooparazytologii.

Znane są następnie układy, w których pasożytem jest zwierzę, zaś żywicielem roślina. Można wtedy mówić o zoofitoparazytologii.

Znamy także układy, w których zarówno pasożytem, jak i żywicielem są rośliny. Naukę o pasożytnictwie tego typu można wyodrębnić pod nazwą fitofitoparazytologii.

Zdarzają się w przyrodzie także układy, w których roślina jest pasożytem, zaś zwierzę żywicielem, mogą one być obiektem badań fitozoo-parazytologii.

Tak się składa, że większość parazytologów zajmuje się właśnie zoooparazytologią. Jest to zrozumiałe, ponieważ rekrutują się oni przeważnie spośród zoologów, a więc specjalistów, którym nieobcy jest zarówno organizm żywiciela, jak i pasożyta.

Rzadziej natomiast zajmują się parazytologowie fitozoooparazytologią. Oczywiście trzeba tu wyodrębnić rozległą dziedzinę, gdzie pasożytem jest bakteria, zaś żywicielem zwierzę lub człowiek. Dziedzina ta jest intensywnie uprawiana przez bakteriologów.

Pozostałe typy układów są słabo zbadane, choć niektóre nauki stosowane, np. fitopatologia, bezpośrednio stykają się z nimi. Brak ogólnobiologicznego podejścia do nich sprawia, że trudno nawet dziś wnioskować, czy istnieje jakieś ogólne, liczne i specyficzne prawidłowości dla układów wszystkich typów, czy też są one w tak dużym stopniu uzależnione od obu części składowych, iż są nieliczne i ograniczone.

Nie możemy wskutek tego stanu rzeczy dziś już odpowiedzieć na pytanie, czy szeroko pojęte pasożytnictwo jest zjawiskiem biologicznym jakościowo jednolitym czy też nie, choć wiele argumentów i danych przemawia za odpowiedzią pozytywną. Nie jest również zbadany problem, w jakim stopniu skład układu „pasożyt — żywiciel“ rzutuje się na różnorodne prawidłowości, które rządzą istnieniem takich układów w ogóle.

Także wiele innych pytań pozostawiamy bez odpowiedzi, ponieważ nie mamy dostatecznych materiałów. Poprzestajemy na stwierdzeniu, że olbrzymie działy szeroko pojętej parazytologii leżą jeszcze odlego, jeśli chodzi o ich syntetyczne, biologiczne opracowanie.

W obrębie parazytologii wyróżniane są trzy tradycyjne kierunki: parazytologii ogólnej, parazytologii weterynaryjnej i parazytologii medycznej. Różnice pomiędzy nimi nie polegają właściwie na odmiennych obiektach badań, ponieważ te pokrywają się co najmniej częściowo, lecz na tym, że parazytologia ogólna wysuwa inne zadania na plan pierwszy skupiając się na poszukiwaniach ogólnych danych lub uogólnianiu danych zdobytych przez inne działy, a naświetlających pasożytnictwo jako zjawisko biologiczne, podczas gdy parazytologia weterynaryjna i medyczna wysu-

wają na czoło zagadnienia profilaktyki i leczenia człowieka i zwierząt gospodarczych.

Przy tym podziale jest jasne, że kierunek parazytologii ewolucyjnej jest najbardziej zbliżony do parazytologii ogólnej. Powstaje pytanie, czy więc się z nią nie pokrywa, czy warto o nim odrębnie mówić. Nie chodzi oczywiście o sztuczne tworzenie nowych gałęzi czy działów istniejących nauk. Wydaje się jednak, że gdy postawimy sprawę tak, że wskutek nakierowania uwagi na problemy, które można określić jako organicznie związane z ewolucyjnym kierunkiem parazytologii — nauka będzie mogła zdobyć nowe dane czy idee, znać można będzie zajmowanie się tym kierunkiem za pożyteczne i potrzebne. Sądzę, że tak właśnie jest. Brak bowiem w obrębie parazytologii ogólnej problemów, w których ewolucyjne podejście jest konieczne ze względów metodologicznych, co oznacza, że rozwiązanie tych problemów nastąpi wówczas, gdy oprócz powszechnie stosowanych metod zastosuje się także inne, specyficzne właśnie dla problematyki ewolucyjnej i stosowane w obrębie ewolucjonizmu. Dzieje nauki ostatnich dziesięcioleci wykazały, jak płodne bywa takie przenoszenie metod z jednej dziedziny nauki do innej pod warunkiem, że jest metodologicznie uzasadnione i obwarowane odpowiednimi rygorami. Te same dzieje uczą nas, jak opłakane są skutki takiego przenoszenia w sposób bezzasadny i metodologicznie wadliwy (np. gdy chodziło o tzw. socjaldarwinizm).

Chciałbym obecnie przytoczyć kilka przykładów dla ilustracji tezy o słuszności stosowania metod ewolucyjnych w określonych działach parazytologii. Mogłby ktoś powiedzieć, że zajmując się zoozooparazytologią stosujemy zarazem automatycznie ewolucyjne podejście do poszczególnych grup systematycznych pasożytów, że obowiązani jesteśmy zajmować się ich filogenezą, że jednym słowem nie robimy tu nic nowego.

Wydaje się, że takie twierdzenie jednak nie jest słuszne. Poznanie filogenezy poszczególnych grup systematycznych nie wystarcza parazytologom. Z punktu widzenia parazytologii ewolucyjnej należy rozpatrzyć nie tylko historię żywiciela i pasożyta, lecz także samego układu „pasożyt — żywiciel” jako jednostki biologicznej i przedmiotu działania doboru naturalnego. Pod tym względem obiekt zainteresowań jest tu odmienny od tego, na który zwrócona jest uwaga zoologa czy botanika.

Chciałbym tęzę tę zilustrować przykładem zaczerpniętym z dziedziny badań mi bliskich. Dotyczy on danych odnoszących się do przedstawicieli pewnego rodzaju tasiemców, a mianowicie *Triaenophorus*, obejmującego trzy gatunki, przy czym dwa spośród nich żyją w tym samym żywicielu, to jest w szczupaku (*Esox lucius*). Trzeci gatunek żyje w Ameryce Północnej i występuje w innym żywicielu (ryba *Stizostedion vitreum*). Tak się składa, że badania nad rozwojem *Triaenophorus* są szeroko na świecie prowadzone jako mające duże znaczenie gospodarcze, gdyż pasożyt ten powoduje poważne straty w gospodarce rybnej. Stąd też posiadamy obfite dane na ten temat w skali światowej.

Oczywiście, mając przed sobą dobrze wyodrębniony rodzaj z trzema dobrze wyróżnionymi gatunkami (a tak właśnie jest w przypadku *Triaenophorus*), możemy sobie zadać pytanie: w jaki sposób i dla jakich przyczyn te gatunki się wyodrębniły? Jakie czynniki grały tu dominującą lub wyłączną rolę? Jak wiemy, kopalnymi szczątkami pasożytów dysponujemy w bardzo niewielkiej skali, kopalnych tasiemców nie znamy w ogóle.

Aby wyjaśnić, na czym polegają trudności interpretacji danych aktualnych w zastosowaniu do zjawiska pasożytnictwa, możemy użyć takiego zabiegu. Była wyżej mowa o liczebności pasożytów zwierzęcych. Nie mamy powodu przypuszczać, że ten stan rzeczy zaistniał w końcowym etapie rozwoju świata zwierzęcego, raczej możemy sądzić, że stosunek liczebności pasożytów i zwierząt wolno żyjących w większym czy mniejszym zakresie istnieje od dość dawna.

Wyobrażamy sobie fantastyczną sytuację, że w wyniku jakiegoś kataklizmu przechowały się szczątki wszystkich pasożytów, a nie zachowały się żadne szczątki żywicieli. Mielibyśmy obraz tak bardzo intrygujący, że żaden ewolucjonista nie umiałby wytłumaczyć faktu powstania owych dzwicznych organizmów, ani też wytłumaczyć faktu ich rozmieszczenia na kuli ziemskiej. Sytuacja faktyczna jest odwrotna, paleontologia może bowiem dostarczyć danych dotyczących wyłącznie żywicieli. Wskutek tego mamy stan taki, jakby właśnie pasożyty nie istniały w przeszłości w ogóle, co oczywiście nie jest możliwe. Czyli mamy właściwie jakby negatyw poprzednio stworzonego obrazu.

Czy ten obraz jest (bez znajomości dziejów pasożytów) zrozumiały we wszystkich szczegółach? Wprawdzie o wiele więcej możemy powiedzieć o rozwoju świata zwierzęcego nie wiedząc nic o dziejach pasożytów, lecz jakiś procent prawdy dotyczący ewolucji świata zwierzęcego nam się jednak przy tym wymyka, gdyż czynnik takiej wagi, jak pasożytnictwo, nie mógł pozostawać bez wpływu na przebieg ewolucji zwierząt. W świetle tych rozważań ewolucyjnoparazytologicznych powrócimy do konkretnego układu „żywiciel — pasożyt”. Ze względu na istnienie ścisłego związku między pasożytem i żywicielem — w danym wypadku związku między rodzajem *Triaenophorus* i szczupakiem — wydaje się on ugruntowany i dostatecznie stary.

Możemy w tym przypadku posługiwać się tym wyimaginowanym drugim obrazem, nie dysponujemy bowiem danymi na temat rozwoju ściśle z nim związanego pasożyta.

W tych przypadkach parazytologia mówi o paralelizmie rozwoju (który nie zawsze u pasożytów i żywicieli występuje) i o specyficzności filogenetycznej, wyróżnianej obok specyficzności fizjologicznej czy ekologicznej.

Jak w świetle znanych dziś faktów wygląda filogeneza pasożyta, o którym mówimy?

Według Lawlera i Scotta (1954) Darlington zwraca uwagę na to, że chociaż obecnie szczupak jest szeroko rozpowszechniony w całej północnej Holarktyce, to w Ameryce Północnej nie znaleziono jego przodków; występują oni w oligocenie i miocenie Europy. Rodzaj *Palaeosox* został znaleziony w eocenie Europy, a więc centrum powstania szczupaka należy szukać właśnie na tym terenie. Ten rodzaj jest jedynym znanym rodzajem kopalnym rodziny *Esocidae*, podobnie jak jedynym żyjącym jest rodzaj *Esox*. Jest to jeden — i tylko pośredni — argument za ścisłym paralelizmem rozwoju szczupaka i jego pasożyta z rodzaju *Triaenophorus*. Zwraca jednak uwagę fakt, że wszystkie dziś znane gatunki rodzaju *Esox* są żywicielem tasiemców z rodzaju *Triaenophorus*. Więc gdy uznamy istnienie paralelizmu rozwoju pasożyta i żywiciela za wysoce prawdopodobne, w tym przypadku powstaje problem paralelizmu już nie filogenetycznego, lecz geograficznego. Przychylając się do koncep-

cji europejskiego pochodzenia szczupaka, biologowie amerykańscy przytaczają taki argument: szczupak jest jedną z nielicznych ryb słodkowodnych Arktyki, których tolerancja na zimno umożliwiła szybkie rozpowszechnienie w tej krainie. Występowanie tego gatunku na Syberii i na Alasce przemawia na rzecz jego rozpowszechniania się poprzez i za pośrednictwem pomostu łączącego kiedyś Azję i Amerykę, a mianowicie przez drogi rzeczne, którymi szczupaki mogły się tam przedostawać. Wydaje się, że także powstanie rodzaju *Triaenophorus* odbyło się na terenie Eurazji. Mało jest przecież prawdopodobne, by gatunki rodzaju *Triaenophorus* przesuwały się już po rozpowszechnieniu szczupaka szlakami jego wędrówek, i to właśnie w kierunku odwrotnym do wytyczonych przez żywiciela. Przy takim, jak się wydaje, niedorzecznym ujęciu sprawy, jeden z trzech gatunków *Triaenophorus*, o więc amerykański *T. stizostedionis* musiałby wymrzeć w Azji i Eurazji, podczas gdy wszystko wskazuje, że powstał on najpóźniej i już na terenie Nearktyki. Przytoczone argumenty pochodzą od parazytologów amerykańskich zajmujących się problemem pochodzenia rodzaju *Triaenophorus*. Możemy jednak snuć także dalsze rozważania. Wiadomo, że szczupak zaraża się na ogół masowo tam, gdzie tylko występuje *Triaenophorus*, i że intensywność i ekstensywność inwazji jest bardzo duża. Nie powoduje ona jednak liczebnych strat w populacjach, a obfita nawet inwazja nie wyniszcza pojedynczych okazów szczupaka. Istnienie znacznej specyficzności pasożyta względem żywiciela i słaba jego zjadliwość może być uważana za dowód starożytności układu pasożyt — żywiciel, gdy się założy, że układ ten staje się coraz bardziej zrównoważony w miarę oddalania się od okresu jego kształtowania się. Czy to jest założenie słuszne? Nie mając wiele bezpośrednich dowodów, musimy ograniczyć się do rozważania teoretycznego.

Jest oczywiste, że pasożyt i żywiciel są przedmiotem działania selekcji, i doboru naturalnego, rozumianych w sposób klasyczny. Negatywna selekcja pasożytów będzie działała na nie w kierunku utrwalenia w potomstwie przeżywających osobników takich cech, jak oporność i odporność na działanie soków trawiennych żywiciela i innych reakcji obronnych, jak wykorzystanie warunków w jego jelicie bez doprowadzenia do zagłady żywiciela, która by oznaczała także zagładę pasożyta. Negatywna selekcja żywicieli będzie eliminowała osobniki, które wskutek inwazji pasożyta ulegają zagładzie, zanim dojdzie do rozrodu. Może to mieć miejsce w przypadku osłabienia i zmienności indywidualnej oporności nabytej, co powoduje skutki letalne. Gdyby selekcja działała niejako oddzielnie na pasożyta i żywiciela, mielibyśmy ogromną przewagę ryb odpornych, nie ulegających inwazji tasiemca. Gatunek szczupaka prosperuje jednak pomimo masowej inwazji, zwłaszcza gatunku *Triaenophorus nodulosus*. Wynika stąd, że selekcja działa w kierunku zmniejszenia do minimum strat powstałych wskutek nieuniknionej działalności pasożyta, a więc działa w kierunku zrównoważenia ich wzajemnych stosunków. Łatwo więc można zauważyć, że dobór naturalny działa w kierunku utrwalania nie tylko pewnych właściwości pasożyta i żywiciela jako odrębnych gatunków, lecz także układu „pasożyt — żywiciel“ jako jednostki biologicznej pewnego rodzaju.

Jeżeli to rozumowanie jest słuszne, to pewne zrównoważenie układu, w obrębie którego istnieje zaawansowana adaptacja partnerów, jest dowodem tego, że związek ich trwa dostatecznie długo, a układy o takich właści-

wościach muszą być odpowiednio stare. Takie stwierdzenie wywołać może gwałtowną reakcję ze strony parazytologów medycznych i weterynaryjnych, których głównym zadaniem jest niszczenie szkodliwych pasożytów i dla których każdy pasożyt jest szkodnikiem i wrogiem. Sądzę, że jest to — nawiasem mówiąc — jeden z głównych powodów braku głębszych rozważań na ten temat w tradycyjnej parazytologii. Trzeba jednak stwierdzić, że tego rodzaju rozumowanie ewolucyjne przeniesione w sferę praktyki medycznej czy weterynaryjnej nie powinno demobilizować tych, którzy walczą z pasożytami człowieka i zwierząt. Po pierwsze — obecność pasożyta na pewno zmniejsza wartość zwierzęcia gospodarczego i obniża te jego właściwości, które są potęgowane przez dobór sztuczny, najczęściej zupełnie odmienne od właściwości powstałych w warunkach doboru naturalnego. Po drugie — człowiek i zwierzę gospodarcze są to gatunki młode, wchodzące w skład układów nowych, nie ustabilizowanych, będących przedmiotem silnego działania doboru naturalnego wskutek wielkiej zjadliwości patogenicznej pasożytów. Wreszcie — po trzecie — trzeba brać pod uwagę także to, że wskutek ruchliwości cywilizacyjnej człowieka oraz innych przyczyn (np. transport itp.) zarówno człowiek, jak i hodowane przez niego zwierzęta są bardzo silnie narażone na ataki ze strony nowych pasożytów, tworzących z nimi młode, silnie niezrównoważone układy. Pomijając wszakże ten moment uboczny (ale dla parazytologii praktycznej nader ważny) chciałbym wrócić do sugestii, która wydaje mi się słuszna, że w odniesieniu do układu „*Triaenophorus* — szczupak” wyraźne zrównoważenie między jego składnikami doprowadzić musi do wniosku, iż układ ten powstał w pierwotnej ojczyźnie szczupaka, Europie.

Przytoczyłem te dane, aby zademonstrować jeden ze sposobów ewolucyjnego postępowania w dziedzinie parazytologii i aby podkreślić, że tego rodzaju rozumowanie nie obowiązywałoby ani zoologów, którzy zajmowaliby się rybami, ani zoologów, którzy zajmowaliby się tasiemcami, albo wreszcie parazytologa o innym kierunku zainteresowań (np. tzw. parazytologa rybackiego, którego zadaniem jest zwalczanie pasożytów ryb).

Druga cecha szczególna ewolucyjnego kierunku parazytologii, może być to, że obowiązuje tu nieco inny sposób zarówno gromadzenia danych, jak i wyciągania wniosków, niż to przyjęto dotychczas w parazytologii ogólnej. W parazytologii ogólnej wiele miejsc zajmują na przykład rozważania na temat przystosowania pasożytów do obranego przez nich trybu życia.

Mówi się dużo o różnych urządzeniach zewnętrznych czy wewnętrznych służących do utrzymania się na organizmie żywiciela. Można znaleźć bardzo ładne zestawienie poczynione na temat urządzeń czepnych w postaci haków i zobaczyć narysowane obok siebie typy urządzeń występujących u pierwotniaków, przywr, tasiemców. Z drugiej strony, można uszeregować inne serie przystosowań, gdzie haki zupełnie nie wchodzą w grę, tak np. jak u nicieni, gdzie umocowanie pasożyta w żywicielu oparte jest na innych zasadach. Niektórzy parazytologowie wyciągają stąd wnioski, że oto w ten sposób doskonalili się w systemie naturalnym układ narządów czepnych, co wynika niejako sugestywnie z takich zestawień.

Oczywiście takie zestawienia wartości ewolucyjnej nie mają żadnej, ponieważ wchodzą w grę grupy, o których wiemy, że filogenetycznie są od siebie bardzo odległe i przechodziły do pasożytniczego trybu życia w różnym czasie i różnymi drogami, że pasożytnictwo jest zjawiskiem

nie tylko polifiletycznym, lecz i poligenicznym (Michajłow 1960). Mamy tu najczęściej do czynienia z analogią i homologizować tego rodzaju twory możemy tylko wówczas, gdy mamy skądinąd gruntowne dowody pokrewieństwa i wspólnego pochodzenia ich nosicieli.

Sądzę, że ewolucyjny kierunek w parazytologii cechuje także nieco odmienny krąg zagadnień, narzuconych przez pojęcia zaczerpnięte nie tyle z parazytologii, co z ewolucjonizmu.

Jeden z przykładów, którymi pragnę zilustrować tę tezę, dotyczy filogenezy wszołów (*Mallophaga*). Zajmowało się tą sprawą wielu autorów. Co do pochodzenia wszołów od *Corrodentia*, które utraciły skrzydła, uwiadamia się na ogół zgodność wśród entomologów. Natomiast prowadzona była szeroka dyskusja na temat, czy wszoły jako pasożyty powstały najpierw na ptakach, a następnie przeniosły się na ssaki, czy też procesy te zachodziły równocześnie lub przebiegały odwrotnie? Wydaje się, że większą jasność wniosły do tej sprawy badania Kellera (1957), parazytologa o nastawieniu ewolucyjnym, który opierając się na własnych badaniach i badaniach innych autorów zastosował do rozwiązania zagadnień kryteria zarówno parazytologiczne, jak i ewolucyjne.

Wszystkich rozważań na ten temat nie będę tu przytaczał, ponieważ są one dość specjalne, wspomnę jedynie, że Keller posłużył się tzw. indeksem różnicowania, tj. policzył gatunki wszołów występujące na określonej liczbie gatunków ssaków i ptaków. Uzyskał on dane następujące: indeks różnicowania u wszołów na ptakach wynosi 1,5 — to znaczy, że 2700 gatunków wszołów występuje na ogół na 1800 gatunkach ptaków.

Odnosnie do ssaków odpowiedni indeks wynosi 0,8. Nie są to oczywiście dane rozstrzygające, lecz zestawiając je z innymi danymi, uzyskanymi na innej drodze, dochodzi Keller do wniosku, że wszoły wcześniej opanowały ptaki, a potem część ich rozprzestrzeniła się na ssaki, co było zresztą związane z poważnymi przemianami ich budowy. Dalsze różnicowanie polegało nie tylko na opanowywaniu nowych gatunków żywicieli, lecz także przystosowywanie się do określonych nisz ekologicznych na powierzchni ich ciała. Wspominam o tym, ponieważ wydaje mi się, że badania tego rodzaju wykraczają poza to, co można nazwać „obowiązkami“ parazytologów i zoologów i nie mogą być prowadzone metodami czysto parazytologicznymi, bez użycia metod ewolucyjnych.

Drugi przykład dotyczy tzw. zjawiska retardacji. Polega ono na tym, że tam, gdzie występuje paralelizm rozwoju żywicieli i pasożytów, obserwuje się jakby pewne ewolucyjne opóźnienie różnicowania filogenetycznego pasożytów. Gdy żywiele jakiejś wąskiej grupy pasożytów są różnicowane na rodziny, to na podstawie danych parazytologicznych można wykazać, że towarzyszące im pasożyty są różnicowane w stopniu mniejszym i tworzą jednostki systematyczne niższego rzędu, które jakby nie „zdażyły“ dostatecznie daleko odejść od swych przodków. W wielu przypadkach zjawisko to, bardzo zresztą jaskrawe i o szerokim zasięgu, bez ewolucyjnego podejścia do sprawy musiałoby uchodzić uwadze badacza.

Przejdę obecnie do sprawy specyficznych metod badań parazytologii ewolucyjnej, którymi ona w jakimś stopniu różnić się powinna od innych działów parazytologii. Wydaje się, że jedną z tych metod jest metoda aktualizacji. Jest to właściwie jedyna metoda dla parazytologii, która chce dowiedzieć się czegoś o przeszłości pasożytów. Polega ona na próbach przenoszenia metod badania procesów zachodzących w obrębie układów

„pasożyt — żywiciel“ i otrzymanych wyników na czasy minione, wychodząc z założenia, że w przeszłości procesy te musiały przebiegać w sposób podobny (choć nie identyczny, rzecz prosta). Używam tu miana metody aktualizacji, jak to czynią geologowie, gdy na podstawie procesów zachodzących współcześnie na Ziemi, wnioskuje o procesach, jakie miały na niej miejsce w przeszłości.

Przy zastosowaniu tej metody, zmierzającej do odtworzenia minionych stosunków w układach „pasożyt — żywiciel“, trzeba brać pod uwagę, że układ taki ma pewne właściwości, które warunkują jaskrawy i szybki przebieg zjawisk, w porównaniu z tym, co obserwuje się u organizmów swobodnie żyjących. W parazytologii mamy bowiem do czynienia z organizmami, dla których środowiskiem życia jest drugi organizm, który ulega zmianom ewolucyjnym i sam zależny jest od zmian ekologicznych własnego środowiska (środowisko drugiego rzędu względem pasożyta). Pewną cechą specyficzną jest także to, że możliwość oddziaływania pasożyta na środowisko pierwszego rzędu, a więc organizm żywiciela, jest chyba bez porównania większa od wpływu, jaki wywiera organizm wolno żyjący na swój biotop i biocenozę.

Wydaje się, że dlatego też w parazytologii istnieje duża możliwość przeprowadzenia eksperymentów, które by stanowiły przyczynek dla rozwoju problematyki ewolucyjnej. W szczególności taką dziedziną są stosunki pomiędzy gatunkami i stosunki wewnątrzgatunkowe. Istnieje możliwość ich badania na drodze eksperymentalnej w stosunkowo krótkim czasie.

W parazytologii możemy szybko i łatwo rejestrować stosunki tak między osobnikami należącymi do tej samej populacji i gatunku, jak i pomiędzy poszczególnymi gatunkami, które składają się na zespół wszystkich pasożytów przebywających w danym żywicielu (parazytocenoza).

Przy eksperymentach można uwzględnić metody inwazji dwu gatunków, można stosować koinwazję równoczesną i następczą, następnie reinwazję, czyli ponowną inwazję po uwolnieniu żywiciela od pasożyta itd.

Obserwacje tego rodzaju, może stosunkowo jeszcze nieliczne, wskazują jednak na istnienie zarówno stosunków antagonistycznych, które można łatwo na tym materiale wykazać, jak i stosunków synergetycznych, obok często spotykanych stosunków neutralnych.

Pomocą tu może być prowadzenie hodowli indywidualnych zarażonych żywicieli należących do gatunków o przezroczystych powłokach ciała, co umożliwia rejestrowanie zmian zachodzących w populacji pasożytów, a także każdego osobnika pasożytów. Robimy takie obserwacje na widłonogach, na małżoraczkach, częściowo można takie obserwacje przeprowadzać także na niektórych ślimakach posiadających przezroczystą skorupkę.

Być może w stosunku do organizmów, które nie posiadają przezroczystych powłok, jakieś perspektywy otwiera stosowanie metod izotopowych.

Z tego, o czym wspomniałem przytaczając rozważania dotyczące rodzaju *Trienophorus*, wynikało, że klasyczna metodyka, jaką posługuje się ewolucjonizm od czasów Haeckla, tj. metoda potrójnych paralelizmów, we wszelkich rozważaniach parazytologii ewolucyjnej jest tylko częściowo zastosowalna. Brak danych paleontologicznych może być tylko częściowo i z pewnym tylko powodzeniem zastąpiony przez dane odnoszące się wyłącznie do żywiciela, w stosunku zaś do pasożyta opierające się na metodzie aktualizacji.

Mówiąc o metodach należałoby może uwzględnić takie spośród nich,

które opierają się na wykorzystaniu powiązania pasożyta ze środowiskiem życia jego żywiciela. Można by posłużyć się jeszcze jednym przykładem dotyczącym rodzaju *Trienophorus*. Jak wspominałem, dwa gatunki tego rodzaju są związane z rozprzestrzenieniem się szczupaka na świecie. Jeden z nich — to *Trienophorus nodulosus* rozpowszechniony w północnej części Holarktyki. W Ameryce Północnej, wg zestawień autorów, notowany on był w szczupakach jezior i rzek Kanady oraz Stanów Zjednoczonych. Zwrócono uwagę na to, że granica występowania pasożyta przebiega od 42 do 67 stopnia szerokości północnej, i że południowa granica zasięgu tego gatunku nieco przekracza tylko izotermę lipcową 70°F. Granica ta zyskała nazwę linii Kennedy'ego. Linia Kennedy'ego jest pojęciem, którym cestodologia amerykańska operuje często i szeroko.

Zwraca uwagę fakt, że południowa granica występowania *T. nodulosus* przebiega w Ameryce znacznie bardziej na północ niż południowa granica występowania szczupaka, jest więc rzeczą pewną istnienie obszarów, gdzie szczupak jest wolny od pasożyta. Na terenie Europy i Azji granice występowania *T. nodulosus* nie są tak ściśle ustalone. W Kazachstanie są obszary, gdzie granica ta przebiega tak, że na południu szczupaki są już wolne od pasożyta. W związku z tym zagadnienie staje się szersze, tj. czy granice występowania tego pasożyta wszędzie się pokrywają z południową granicą jego żywiciela czy nie?

Pełnej odpowiedzi na to pytanie w tej chwili nie mamy, lecz wydaje się rzeczą prawdopodobną, że są takie obszary, gdzie warunki środowiskowe drugiego rzędu uniemożliwiają występowanie gatunku *T. nodulosus* mimo obecności żywiciela-szczupaka. A więc środowisko II rzędu ma tu jakieś znaczenie. Czy jego czynniki wpływają bezpośrednio na dojrzały organizm pasożyta, czy też chodzi o wpływ na formy larwalne? Wszystkie dane wskazują na to, że chodzi o wpływ temperatury na dojrzewanie płciowe doskonałej postaci tasiemca. Wobec tego mamy tu przykład powiązania pasożyta nie tylko z organizmem żywiciela, lecz także z jego zależnością od środowiska, w którym przebywa żywiciel.

Problematyka ewolucyjna parazytologii narzuca określone rygory metodyczne w odniesieniu do prowadzonych badań parazytologicznych. Z tego punktu widzenia możemy wysnuć liczne i uzasadnione zarzuty pod adresem wykonawców wielu prac o pasożytach. Nie chodzi przy tym o takie kardynalne zaniedbania, jak niewłaściwe i niedokładne określenie przynależności systematycznej żywiciela i zwrócenie uwagi wyłącznie na pasożyta. Bardzo często badacze ograniczają się do podania (i dobrze, gdy prawidłowego!) gatunku żywiciela, ale nie sposób jest z wielu prac dowiedzieć się, jaki był stopień zaawansowania rozwoju pasożyta. Wobec istnienia nie tylko żywicieli głównych, lecz także pomocniczych, fakultatywnych, rezerwuarowych wyciąganie jakichkolwiek wniosków z tak niepełnych danych jest wręcz niemożliwione.

Jest rzeczą dowiedzioną, że na inwazję i na przebieg rozwoju pasożyta wpływa płeć i wiek żywiciela, brak tych danych uniemożliwia racjonalne wykorzystanie danych innych.

Stwierdzono też wpływ pory roku, a więc wpływy fenologiczne na rolę i pozycję żywicieli wobec pasożytów. Żywiciel, który w jakiejś porze roku łatwo ulega inwazji, w innych porach może być żywicielem niewłaściwym, złym. Brak danych zebranych w ciągu całego roku uniemożliwia wyciągnięcie wniosków np. o ekologicznej roli żywiciela.

Wykazano także, że oddziaływanie pewnych czynników środowiska na embrionalne bądź larwalne postacie pasożyta w krótkich okresach czasu, gdy prowadzą one życie swobodne, może mieć skutek odroczony i ujawnia się wówczas, gdy organizm przechodzi do trybu życia pasożytniczego. Stąd wniosek, że badania terenowe muszą się wiązać z badaniami eksperymentalnymi, bo gdy tych czynników się nie uwzględnia, mamy często do czynienia z „nagimi” listami pasożytów, które właściwie nie mają żadnej wartości. Przy próbach ich syntezy trzeba ogromną większość badań przerabiać na nowo, uwzględniając kryteria gwarantujące uzyskanie wyników pewnych, porównywalnych.

Ostatnią uwagę pragnę poświęcić wzajemnym powiązaniom pomiędzy ewolucyjnym działem parazytologii a ewolucjyzmem jako częścią biologii ogólnej.

Na tym obszarze dociekań powinna dochodzić do głosu problematyka podyktowana przez oba działy biologii.

Rozważania filogenetyczne i cały problem filogenezy są problematyką, która do parazytologii przechodzi z ewolucjonizmu, lecz są także działy, w których ewolucjonizm bez parazytologii byłby bezwładny, omijał zjawiska lub interpretował je niewłaściwie (np. zjawisko retardacji parazytologicznej). Jeżeli chodzi o problematykę najbardziej obiecującą w tym dziale, to obejmuje ona, jak sądzę, zagadnienia wzajemnego oddziaływania pasożytów i żywicieli, przy czym chodzi o ich ujęcie w kategoriach nie tylko morfologicznego czy patogenicznego opisu, lecz także w kategoriach fizjologicznych i biochemicznych i o ich potraktowanie z punktu widzenia ewolucji układów.

Myślę, że zagadnienie selekcji i doboru naturalnego również powinny być badane na materiale parazytologicznym. Sądzę, że sprawa stosunków wewnątrz- i międzygatunkowych populacji pasożytów w parazytocenozach różnorodnego pochodzenia (badania terenowe i eksperymentalne) otwiera dziedzinę bardzo obiecującą. Staralem się przykładowo pokazać kilka jaskrawych ilustracji metodologicznych zagadnień ewolucyjnej parazytologii i chciałbym zakończyć te rozważania uwagą, że niezależnie od tego czy potrzebne jest wyodrębnienie tej dziedziny wiedzy, czy też kierunków myślenia, jest rzeczą bezspornie ważną dla potrzeb parazytologii jako całości liczenie się z koniecznością uwzględniania potrzeb metodologicznych, o których mówiłem, we wszystkich badaniach z zakresu parazytologii, jeśli mają służyć celom szerszym. Wydaje mi się, że wówczas będzie istniał między tym kierunkiem parazytologii a parazytologią, jako całością, stosunek analogiczny do tego, jaki powinien istnieć pomiędzy ewolucjonizmem, jako szczytową syntezą biologii, a szczegółowymi naukami biologicznymi.

LITERATURA

1. Keller, S., 1957. *Über die Descendenz und Differenzierung der Mallophagen*. Z. f. „Parasitenkunde“, B. 18, nr 2.
2. Lawler, G. H. i Scott, W. B., 1954. *Notes on the Geographical Distribution and the Hostes of the Cestoda Genus Triaenophorus in North America*. „J. Fisch. Res. Bd.“, Canada, 11 (6).
3. Michajłow, W., 1960. *Pasożytnictwo a ewolucja*, PWN.

ANTROPOLOGICZNY SPÓR WOKÓŁ POJĘCIA RASY

W lipcu 1950 roku w miejscowości Cold Spring Harbor, koło Nowego Jorku, odbyło się międzynarodowe sympozjum antropologiczne na temat „pochodzenia i ewolucji człowieka” (Origin and Evolution of Man). Mimo tradycyjnie brzmiącego tytułu sympozjum to miało charakter niezwykle, a to dlatego, że zarówno w jego przygotowaniu, jak i w obradach aktywny udział wzięli — obok antropologów — liczni genetycy (m.in. Dobzhansky, Dunn, Kemp, Neel, Stern, Demerec, Buzzatti-Traverso), a także teoretycy taksonomii (i to tej miary co Mayr i Simpson). Było to pierwsze w dziejach antropologii, na tak dużą skalę zakrojone, robocze spotkanie antropologów z genetykami — i na tym właśnie polegało jego znaczenie. W tym samym roku, 1950, ukazała się głośna książka amerykańskiego immunologa i genetyka, W. Boyda, pt. *Genetics and the Races of Man*. Otóż zarówno sympozjum w Cold Spring Harbor, jak i książka Boyda stały się niejako inauguracją nowego etapu w dziejach antropologii fizycznej; zasygnalizowały one, że idee „nowej systematyki”, które z początkiem lat 40 zaczęły rozpowszechniać się na terenie biologii (głównie w zoosystematyce i paleontologii), przeniknęły już i do nauki o człowieku.

Myśl przewodnia większości referatów i wypowiedzi dyskusyjnych wygłoszonych na sympozjum, a zarazem i naczelna teza książki Boyda da się streścić następująco: Tradycyjna antropologia fizyczna, zwłaszcza antropologia rasowa, znalazła się w impasie. Od wielu lat nie zajmuje się prawie niczym innym jak tylko jałowym klasyfikowaniem osobników ludzkich na „typy morfologiczne”; stała się zbiorem twierdzeń w najlepszym razie niedowiedzionych, czasem niesprawdzalnych, czasem jawnie fałszywych, a czasem wręcz niedorzecznych; znalazła się w kolizji z nowoczesną genetyką, z ekologią, z ewolucjonizmem. A przyczyna tego kryzysu tkwi w stosowaniu przez antropologię przestarzałych koncepcji taksonomicznych, a w szczególności przestarzałej, typologicznej koncepcji rasy. Jedynym wyjściem z impasu jest przewyciężenie typologicznego sposobu myślenia i oparcia się na nowej, proponowanej przez genetykę populacyjną koncepcji rasy — mianowicie rasy pojmowanej nie jako typ, lecz jako ewoluująca populacja mendelistyczna.

Ten program „przestawienia się na nowy tor” znalazł wśród antropologów krajów zachodnich licznych zwolenników i został w ciągu minionego 10-lecia w zasadzie zrealizowany. Jeżeli porównać prace opublikowane w czołowych periodykach antropologicznych np. w roku 1960 z pracami publikowanymi na tych samych łamach lat temu 10 lub 15 — widać wy-

rażną różnicę zarówno w tematyce, jak i w sposobie opracowywania materiałów i interpretowania wyników. W sporze między „populacjonistami“ i „typologami“ górę wzięły racje tych pierwszych. I choć echa tego sporu w antropologii światowej jeszcze pobrzmiwają — jest on już w chwili obecnej sporem w zasadzie rozstrzygniętym. W Polsce natomiast nabiera on aktualności dopiero teraz. Wiąże się to ze specyficzną sytuacją, jaka wytworzyła się na terenie antropologii w naszym kraju. Polska bowiem wydała najsilniejszą szkołę typologii antropologicznej na świecie. W tej właśnie szkole typologiczna koncepcja rasy uzyskała postać najpełniejszą, pod względem teoretycznym najbardziej wykończoną, wyczelowaną i konsekwentną. Tradycje tej szkoły są u nas potężne, autorytet wielki, a dorobek i poglądy od wielu lat szeroko popularyzowane. Nic więc dziwnego, że kierunek „populacjonistyczny“ w antropologii nie napotkał na gruncie polskim entuzjastycznego przyjęcia i jest — jak dotąd — w dużej mierze ignorowany.

Jakie są teoretyczne podstawy typologii antropologicznej — w szczególności w ujęciu szkoły polskiej? Jakie argumenty wytoczono przeciwko temu kierunkowi? Co nowego proponują „populacjoniści“ i jak uzasadniają swoje propozycje? Artykuł niniejszy jest próbą udzielenia, w wielkim skrócie, odpowiedzi na powyższe pytania.

TEORETYCZNE PODSTAWY TYPOLOGII ANTROPOLOGICZNEJ

Typologiczna koncepcja rasy streszcza się w czterech następujących tezach:

1. Z punktu widzenia morfologii — rasa jest to zbiór wszystkich osobników odznaczających się pewną szczególną kombinacją niektórych cech morfologicznych — mianowicie tych cech, które przyjęto uważać za diagnostyczne, czyli ważne. Za takie cechy diagnostyczne uważają typolodzy kształt głowy, twarzy, i nosa (wyrażone odpowiednimi wskaźnikami ilorazowymi), barwę oczu i włosów oraz wzrost. Typologiczne definicje poszczególnych ras utworzone są z rozmaitych kombinacji tych właśnie cech. Na przykład pod nazwą „rasa nordyczna“ rozumie się zbiór wszystkich wysokorosłych, jasnookich blondynów, o wydłużonych głowach, wąskich twarzach i wąskich nosach. Osobnik, który w jakichkolwiek z wymienionych cech nie odpowiada temu kanonowi — nie należy do rasy nordyckiej, i odwrotnie, każdy osobnik, który mu odpowiada — do tej rasy należy. Jak widać, z pojęcia rasy usuwa się tu wszelkie kryteria niemorfologiczne, np. geograficzne, etniczne itp. Do jednej rasy zaliczeni być mogą osobnicy pochodzący z zupełnie różnych populacji, jeśli tylko są oni dostatecznie podobni do przypisanego tej rasie kanonu cech. Z drugiej zaś strony do różnych ras zaliczeni być mogą nawet członkowie jednego rodzeństwa.

2. Z punktu widzenia taksonomii — rasę tak pojmowaną uważa się za realnie istniejącą jednostkę systematyczną szczebla niższego niż gatunek (species).

3. Z punktu widzenia genetyki — rasa w powyższym znaczeniu jest zbiorem osobników homozygotycznych ze względu na cechy diagnostyczne. Osobnicy ci ustawicznie pojawiają się, nawet w panmiktycznych populacjach, a to na skutek mendelistycznego rozszczepiania się mieszańców.

4. Z punktu widzenia statystycznej struktury populacji — podstawą pojęcia rasy jest (rzekoma) asocjacja cech typologicznych w populacji, tzn.

taka szczególna kombinacja cech, która w populacji występuje jakoby znacznie częściej, niż by tego należało oczekiwać przy założeniu niezależnego (przypadkowego) kojarzenia się cech.

Jako równoznaczników tak rozumianego terminu „rasa“ używa się często terminów „element rasowy“, „typ rasowy“, lub „typ czysty“. To ostatnie pojęcie ma swoje przeciwstawienie w pojęciu „typu mieszanego“, będącego wytworem skrzyżowania dwóch typów „czystych“.

Tak więc, wedle powyższej koncepcji, pojęcie rasy może być stosowane tylko do osobnika, nie zaś do populacji. Populacja nie jest rasą, lecz mieszaniną ras (typów), mieszaniną o ściśle określonym składzie. Przez skład rasowy rozumiemy listę wszystkich występujących w danej populacji typów rasowych, z jednoczesnym podaniem częstości ich występowania w odsetkach. Głównym celem typologii jest właśnie porównywanie składów rasowych różnych populacji ludzkich (zwłaszcza grup etnicznych) i wnioskowanie z tego o pokrewieństwach, nawiązaniach, domieszkach, dawnych migracjach itp. Procedura taka oparta jest na przekonaniu, że typy rasowe nie są konwencjami, będącymi wytworem umysłu systematyka, lecz że istnieją w populacjach realnie i dadzą się w sposób obiektywny i jednoznaczny wyróżnić; tzn. każda populacja rozpada się na podgrupy złożone z osobników do siebie podobnych, przy czym podgrupy te nie „stapiają się“ jedna z drugą, lecz oddzielone są od siebie uchwytynymi granicami, i — nawet w warunkach panmiksji — utrzymują stale, na przestrzeni setek pokoleń swą odrębność. To rzekomo utrzymywanie się spoistych zespołów cech typologicznych ma być spowodowane tym, że cechy te nie są pod względem genetycznym wzajemnie niezależne, lecz jakoś ze sobą spowinowaczone, złączone jakąś wewnętrzną więzią, skutkiem czego wykazują silną tendencję do nierozdzielania się w procesie dziedziczenia i na ogół nie tworzą rekombinacji. Krótko mówiąc: obiektem dziedziczenia są nie pojedyncze cechy typologiczne, lecz kompleksy tych cech, czyli typy.

Wyłania się jednak pytanie: Na czym polega owa hipotetyczna więź między cechami typologicznymi? Co sprzega je w zespoły? Genetyka zna dwa różne mechanizmy kompleksowego przekazywania cech potomstwu: jednym jest plejotropia, czyli działanie jednego genu na wiele cech równocześnie, drugim — sprzężenie (linkage), czyli lokalizacja szeregu genów w jednym chromozomie. Otóż obydwie te koncepcje próbowano przeszczepić na grunt antropologicznej typologii — i obydwie bez powodzenia.

HIPOTEZA PLEJOTROPII

Na założeniu plejotropii oparta jest klasyczna hipoteza Czekanowskiego (1930, 1948), wedle której cały zespół cech typologicznych osobnika wyznaczany jest przez jeden tylko locus. Ten locus mogą zajmować rozmaite geny (allelomorfy). Na przykład istnieje gen nordyczny A powodujący występowanie całego właściwego nordykowi kompleksu cech jednocześnie: wysoki wzrost, jasne włosy itd. Istnieje też gen laponoidalny L, który wywołuje u osobnika krótkogłowość, niski wzrost, ciemne włosy, i parę innych cech, określanых łącznie jako typ laponoidalny. Homozygota AA jest „czystym nordykiem“, natomiast heterozygota AL jest „mieszanicem nordycko-laponoidalnym“, wykazującym w fenotypie pośredniość cech, ale wytwarzającym gamety „typologicznie czyste“, A i L.

Hipoteza ta zakłada więc, że dziedziczenie typu antropologicznego przebiega wedle najprostszego schematu Mendla. Skoro tak, to rozkład częstości genotypów typologicznych w populacji wykrzyżowanej powinien być zgodny ze znanym prawem Hardy'ego - Weinberga $(p_1A_1 + p_2A_2 + \dots + p_nA_n)^2 = 1$, gdzie $p_1, p_2, \dots, p_n$ oznaczają, odpowiednio, częstości allelomorfów $A_1, A_2, \dots, A_n$. Ponieważ Czekanowski przyjął, że w populacjach europejskich obecne są 4 różne allelomorfy typologiczne — A, E, H, L — więc prawo powyższe zapisał w postaci czwórmianu $(p_1A + p_2E + p_3H + p_4L)^2 = 1$. Z równania tego, znanego pod nazwą prawa licznosci typów, wynika natychmiast, że $\sqrt{p_1^2 AA} + \sqrt{p_2^2 EE} + \sqrt{p_3^2 HH} + \sqrt{p_4^2 LL} = 1$, czyli suma pierwiastków kwadratowych z obserwowanych częstości typów „czystych“ powinna być równa lub bliska jedności — jeżeli hipoteza o plejotropii jest prawdziwa.

Otóż fakty nie potwierdzają tych oczekiwań. Suma powyższa okazuje się z reguły znacznie mniejsza od jedności (por. np. W a n k e, 1952). Innymi słowy — osobników, których można uznać za „typologicznie czystych, jest w populacjach ludzkich za mało, skutkiem czego faktyczny rozkład fenotypów silnie odbiega od teoretycznego rozkładu Hardy'ego - Weinberga. Jakie są przyczyny tych rozbieżności? Teoretycznie rzecz biorąc istnieją trzy różne możliwości wytłumaczenia niedoboru homozygot w populacji mendelistycznej: albo 1) krzyżowanie nie jest losowe, lecz negatywnie wybiórcze (negative assortative mating), albo 2) działa selekcja naturalna skierowana przeciwko homozygotom, albo 3) dana cecha nie jest dziedziczona w sposób prosty, tzn. w wyznaczaniu jej bierze udział więcej niż jedna para genów, i wówczas rozkład częstości genotypów nie da się opisać kwadratem wielomianu, lecz wielomianem stopnia wyższego. Liczne względy (na których szczegółową dyskusję nie ma tu miejsca) kazałyby mniemać, że w odniesieniu do zespołów cech typologicznych — zdecydowanie najbardziej prawdopodobna jest interpretacja trzecia. Przynależność typologiczna ludzi nie jest — jak to postulował Czekanowski — dziedziczona jak cecha monogeniczna, lecz w sposób bardziej skomplikowany.

Dodajmy nawiasem, że czyniono próby poprawienia matematycznej struktury prawa Czekanowskiego zastępując drugi wykładnik potęgowy — trzecim. Formuła otrzymuje wtedy postać $(p_1A + p_2E + p_3H + p_4L)^3 = 1$. Zabieg ten, rzecz jasna, zmniejsza oczekiwane częstości typów czystych i daje tym samym lepszą zgodność z częstościami obserwowanymi faktycznie. Łatwo jednak zauważyć, że przekształcenie powyższe oznacza w gruncie rzeczy nic innego jak rezygnację z hipotezy o monogenicznej naturze typu antropologicznego — a więc rezygnację z tej właśnie hipotezy, którą przekształcenie to miało ratować. Co gorsza, jest ono po prostu pozbawione sensu genetycznego, gdyż wielomiany opisujące rozkład genotypów w populacji nie mogą być, z oczywistych względów, potęgowane wykładnikiem nieparzystym (Bielicki, 1959). Przykład powyższy jest jedną z wielu ilustracji tego, jak dalece typolodzy w swych koncepcjach oderwali się od genetyki (nawet od genetyki klasycznej), i jak głęboko zabrnęli w spekulacje pozbawione zupełnie treści biologicznej.

Przykładem z tego samego cyklu są fatalne nieporozumienia wynikłe z zastosowania do typologii pojęcia sprzężenia (linkage).

HIPOTEZA SPRZĘŻEN GENETYCZNYCH

Według tej hipotezy zespół cech typologicznych wyznaczony jest nie przez jeden gen, lecz przez kilka genów sprzężonych, tj. ułożonych we wspólnym chromozomie (m. in. Mydlarski 1939, Wierciński 1958). Jak wiadomo, sprzężenie genów prowadzi również, podobnie jak plejotropia, do kompleksowego dziedziczenia cech, ponieważ segregacji w czasie mejozy podlegają nie poszczególne geny, lecz całe chromozomy, dzięki czemu geny umieszczone w jednym chromozomie przekazywane są z reguły łącznie. Tak więc typy antropologiczne byłyby to — w powyższym ujęciu — grupy cech genetycznie sprzężonych.

Niestety, i ta hipoteza nie wytrzymuje krytyki. Po pierwsze, jest niedowodzona: mimo prób czynionych w tym kierunku, żadnego sprzężenia między tradycyjnymi cechami typologicznymi nie stwierdzono (por. Howells i Słowy 1956). Dodajmy tu od razu, że istnienie takiego sprzężenia „wykryli” wprawdzie niektórzy typolodzy (np. Wierciński 1958), jednakże wyniki tych autorów trzeba uznać za pozbawione wartości, gdyż metoda, za pomocą której je otrzymano (badanie zgodności typologicznej między rodzicami i potomstwem) w ogóle nie nadaje się do wykrywania sprzężeń (Bieliński 1961). Po drugie — stosowanie koncepcji linkage do pojęcia typu antropologicznego prowadzi nieuchronnie do poważnych trudności natury teoretycznej. Rzecz w tym, że gdyby nawet cechy typologiczne były naprawdę sprzężone genetycznie, to i tak rezultatem tego nie byłoby istnienie typów antropologicznych w populacjach. Geny sprzężone są bowiem ustawicznie (tzn. w każdym pokoleniu) rozłączane przez crossing over, skutkiem czego w panmiktycznej populacji grupy cech sprzężonych nie mogą się na dłuższą metę utrzymać. Prędzej czy później wytwarza się w populacji stan tzw. równowagi crossing over, kiedy to wystąpią wszystkie możliwe kombinacje i rekombinacje genów — i to w takich proporcjach liczbowych, że np. test chi-kwadrat nie wykaze żadnej asocjacji między wyznaczanymi przez te geny cechami. (Gdyby np. barwa włosów była genetycznie sprzężona ze wzrostem, wówczas w populacji wzrost niski będzie się kojarzył z jasnymi włosami równie często co wzrost wysoki itd.). Struktura populacji będzie taka, jak gdyby cechy te dziedziczone były całkiem niezależnie.

Jeżeli zatem podstawą pojęcia typu antropologicznego ma być asocjacja cech w panmiktycznej populacji, to próba wyjaśnienia genetycznej natury typów hipotezą sprzężenia nie ma w ogóle sensu. Sprzężenie genów powoduje asocjację cech tylko w rodzinach, nie w populacjach.

GŁÓWNE WADY TYPOLOGICZNEJ KONCEPCJI RASY

Z powyższych uwag wynika, że teoria typu antropologicznego, zbudowana na założeniu kompleksowego dziedziczenia cech, jest genetycznie bezpodstawna. Mechanizm dziedziczenia tradycyjnych cech typologicznych nie jest znany. Wiadomo jednak, że cechy te wykazują w populacjach rozkłady ciągłe, jednowierzchołkowe, i o dość dużych wariacjach oraz że nie wykazują wyraźnego rozszczepiania. Fakty te pozwalają mniemać, że są to cechy poligeniczne, tj. że każda z nich wyznaczana jest przez co najmniej 2 niezależne pary genów działających kumulatywnie. Rzeczy-

wistość zdaje się więc w tej dziedzinie wyglądać całkiem inaczej, niż to sobie wyobrażali twórcy typologii.

Bezpodstawność genetyczna nie jest jedynym mankamentem typologicznej koncepcji rasy; drugim, równie poważnym, jest jej zdecydowanie abiologiczny charakter. Abiologizm typologii polega głównie na tym, że odrywa on pojęcie rasy od teorii ewolucji i nadaje mu sens czysto statyczny. Typy rasowe są niezmiennie zarówno w czasie, jak i przestrzeni. Ta przesłanka, jeśli nie wypowiedziana otwarcie to zakładana milcząco, tkwi u podstaw wszystkich systemów typologicznych. Stąd właśnie owo dopatrywanie się stale tych samych, odwiecznych typów rasowych w populacjach rozmaitych epok — od czasów współczesnych aż do młodszego paleolitu włącznie; stąd też wszelka zmienność populacji ludzkich w czasie pojmowania jedynie jako przesunięcia w składzie rasowym, tj. jako zmiany we wzajemnym ustosunkowaniu się ilościowym wiecznie tych samych, raz na zawsze ustalonych elementów — typów.

Ignorowanie problematyki ewolucyjnej skazuje typologię na zupełną bezradność wobec jednego z kluczowych zagadnień antropologii, mianowicie zagadnienia rasogenezy. Jak trafnie zauważył Garn (1957), koncepcja stałości zróżnicowania rasowego prowadzi nieuchronnie do logicznego impasu. Bo jeśli rasy są niezmiennie — to w jaki sposób mogły one powstać? Aby rozwiązać ten dylemat, wystąpiono z koncepcją tzw. genetycznej stabilizacji mieszańców (Czekanowski 1930, Mydlarski 1939, Henzel i Michalski 1956). Wedle tej koncepcji nowe rasy (typy) „czyste“ mogą powstawać w wyniku krzyżowania się ras już istniejących: np. mieszańce AB, będące produktem krzyżówek $AA \times BB$, przestają w pewnym czasie zachowywać się jak „normalne“ heterozygoty — tj. przestają ulegać rozszczepianiu — i ulegają „stabilizacji“, tworząc tym samym nowy typ „czysty“ CC; z kolei ten nowy typ może sam brać udział w dalszym wytwarzaniu „ustabilizowanego mieszańca“ DD — np. według schematu: $CC \times AA = AC \rightarrow DD$; itd. Takie „stabilizacje genetyczne“ miały się w historii ludzkości powtarzać wielokrotnie prowadząc w ostatecznym wyniku do powstania kilkunastu lub kilkudziesięciu typów rasowych wyróżnianych obecnie.

Cała ta teoria wydaje się nieporozumieniem. Po pierwsze — nie istnieje żaden znany mechanizm genetyczny, który by heterozygotę AB mógł stopniowo przeobrazić — tylko na skutek powtarzających się krzyżowań $AA \times BB$ — w homozygotę CC. Po wtóre, gdyby nawet zjawiska takie zachodziły, to i tak nie dałoby się nimi naprawdę wyjaśnić rasogenezy. Wszak „stabilizujący się mieszańcy“ musieli sami być wytworem jakichś ras czystych uprzednio już istniejących, te zaś rasy wytworem jeszcze innych itd. W końcu więc jakieś wyjściowe typy rasowe musiały jednak powstać na drodze mechanizmu innego niż krzyżowanie. Wobec takiego właśnie dylematu stanął Czekanowski (1930, 1948), który przyjął, że wszystkie obecnie istniejące typy rasowe dadzą się wyprowadzić, drogą krzyżówek, z trzech „pra-typów“: nordycznego, laponoidalnego i sudańskiego. Tajemnicą jednak pozostało, jaka mogła być geneza tego najstarszego poziomu zróżnicowania ludzkości... Ponieważ nie można ciągnąć tego łańcucha krzyżówek wstecz w nieskończoność, trzeba by w każdym razie przyjąć, że owe 3 typy wyjściowe powstały jakoś całkiem inaczej niż wszystkie pozostałe. Sztuczność takiego przypuszczenia jest rażąca.

W koncepcji „genetycznej stabilizacji mieszańców“ odnajdujemy więc znów — podobnie jak w przypadku „trzeciego wykładnika potęgowego“ i w przypadku badania „grup sprzężeniowych“ — sytuację niezmiennie dla typologii antropologicznej charakterystyczną: za murem zrozumiałej dla innych biologów „terminologii specjalistycznej“, pod osłoną groźnie brzmiącego (i na ogół budzącego respekt) żargonu matematycznego — wytworzyli sobie niektórzy antropolodzy starannie izolowany azyl, na którym konstruować można bezkarnie i przez wiele lat, najbardziej fantastyczne teorie i najosobliwsze systemy twierdzeń. Kontrola tej twórczości ze strony reszty biologów jest utrudniona brakiem wspólnego języka. Ale wystarczy te teorie oczyścić z warstwy neologizmów i przełożyć na jasny, jednoznaczny język genetyki — a natychmiast ujawniają się zawarte w nich nieporozumienia, wewnętrzne sprzeczności, i pomieszanie pojęć.

Najbardziej chyba rzucającą się w oczy wadą systemów typologicznych jest ich całkowita arbitralność i związany z tym subiektywizm postępowania badawczego. Rzecz w tym, że — wbrew twierdzeniom typologów — w populacji wykrzyżowanej nie ma żadnych naturalnych statystycznie uchwytnych granic między poszczególnymi typami rasowymi. Granice, które wytyczono, mają charakter sztuczny i konwencjonalny. Najlepszą tego ilustracją są zaciekle spory toczone od wielu lat na temat definicji typów: np. krótkogłowy i wąskonosy blondyn to „subnordyk“, czy „jasny dynar“; czy „subnordyk“ może mieć wskaźnik głowy poniżej wartości 81, czy też powinien być krótkogłowy; czy górna granica zmienności wskaźnika głowy u typu nordycznego wynosi 83 czy 85 itp. Nawet samo istnienie niektórych typów jest przedmiotem zawziętych dyskusji, gdyż tam gdzie jedni dostrzegają „czysty“ typ rasowy, inni widzą tylko mieszańca jakichś dwóch innych typów. Na przykład w populacjach Europy środkowej I. Michalski (1949) dostrzega obecność co najmniej 6 typów, W. Kocka (1958) — 5, zaś J. Czekanowski (1948) — tylko 4. W poglądach na strukturę typologiczną populacji pozaeuropejskich panuje jeszcze większy zamęt. Wszystkie te spory są dość jałowe, bo klasyfikację grupy ludzkiej na typy przeprowadzić można na dowolnie wiele sposobów, w zależności od takich czy innych upodobań klasyfikującego.

W związku z tym wysoce subiektywne jest także pojęcie składu typologicznego populacji. Subiektywizm jest tu jeszcze dodatkowo spotęgowany możliwością wyboru takiej czy innej metody rachunku. W użyciu są co najmniej 4 różne metody obliczania składu, a każda w paru wariantach. Wszystkie te metody prowadzą do różnych wyników liczbowych. Ostatecznie skład typologiczny jest nie tyle obrazem rzeczywistej struktury populacji co funkcją metody użytej do jego obliczenia.

FAKTYCZNY SENS POJĘCIA TYPU ANTROPOLOGICZNEGO

Pojęcie typu antropologicznego wywodzi się bezpośrednio z pojęcia grupy etnicznej lub regionalnej. XX-wieczna typologia zrodziła się, jak wiadomo, z tzw. syntez kartograficznych, polegających na tym, że nakładano na siebie mapy poszczególnych cech i na tej podstawie wyróżniano pewne swoiste rejony antropogeograficzne — tj. takie obszary, na których rozpatrywane cechy układały się w kombinacje szczególnie charakterystyczne. Takie właśnie rejony, wyróżnione kiedyś w Europie przez R i p-

Ie'y'a i Denikera, dały początek pojęciu typu. Ślady takiego etnolub geograficznego pochodzenia widać już choćby w samej nomenklaturze typologicznej (np. typ pigmejski, sudański, australoidalny, berberyjski, ajnoidalny, armenoidalny, laponoidalny itp.). Typy antropologiczne nie są w gruncie rzeczy niczym innym jak tylko zgeneralizowanym opisem morfologicznym niektórych populacji (lub grup populacji) ludzkich. Opis taki nie zawsze pokrywać się musi ze średnią (w sensie matematycznym) charakterystyką morfologiczną danej grupy. Zazwyczaj polega on na wyabstrahowaniu cech dla danej grupy najbardziej charakterystycznych, najsilniej rzucających się w oczy, a następnie na utworzeniu z tych cech jednej kombinacji „kanonicznej“, typowej. Tak właśnie — w oparciu o pewne szczególnie wyróżniające się swą morfologią populacje ludzkie — tworzyło się i tworzy definicje typów „czystych“. Śladem tego jest fakt, że definicje owe ułożone są z reguły z ekstremalnych wartości poszczególnych cech: extrema wszak najbardziej bije w oczy.

W tak rozumianym pojęciu typu nie kryje się jeszcze nic bałamutnego: jest to po prostu dość prymitywny i niedokładny, ale za to łatwy i obrazowy sposób opisu właściwości morfologicznych populacji. Fałsz zaczyna się dopiero wówczas, gdy się usiłuje to pojęcie absolutyzować i ekstrapolować, tzn. nadawać mu taką treść, której geneza tego pojęcia nie usprawiedliwia.

Ekstrapolacja pojęcia typu antropologicznego dokonana została przez postawienie pewnych hipotez genetycznych. Oto np. z faktu, że w populacjach skandynawskich występuje często kombinacja wydłużonej głowy z wąską twarzą, jasną pigmentacją, i wysokim wzrostem, wysnuto wniosek, że wymienione cechy są genetycznie spowinowacane i że wszędzie i zawsze, w każdej populacji i każdej epoce, są dziedziczone łącznie. Niestety, schemat ten przeniesiony na inne populacje nie funkcjonuje zadowalająco. Cechy typu nordycznego, które na terenie Skandynawii mogą, przy powierzchownej analizie, sprawiać wrażenie cech „sprzężonych“ — ulegają już po drugiej stronie Bałtyku (np. w Polsce) wyraźnemu „rozprzężeniu“. Można łatwo wykazać, że np. na Śląsku ludzie, którzy pod względem wzrostu, pigmentacji, oraz kształtu twarzy i nosa idealnie odpowiadają definicji typu nordycznego, nie są bynajmniej bardziej długogłowi niż ich populacja macierzysta; a że populacja ta (tzn. ludność Śląska) jest krótkogłowa, więc i nordycy tamtejsi — w przeciwieństwie do nordyków skandynawskich — często mają krótkie głowy (Bielicki, 1961). Wynika z tego, że kształt głowy jest cechą całkiem niezależną od reszty cech typologicznych. Powinowactwo genetyczne okazuje się złudą. A przecież hipoteza o istnieniu takiego powinowactwa wcale nie jest konieczna. W typologii nie wzięto pod uwagę dużo prostszego wyjaśnienia: oto częste współwystępowanie pewnych cech w fenotypach osobników pewnej populacji jest po prostu statystycznym następstwem tego, że w populacji owej dużo jest genów wywołujących takie właśnie cechy. Jeśli np. w populacji dużo jest genów wywołujących blondyzm, a równocześnie dużo genów wywołujących wysoki wzrost — to ze zwykłego mnożenia prawdopodobieństw wynika, że w populacji takiej wystąpi duży odsetek wysokorosłych blondynów. To jednak wcale nie dowodzi, że blondyzm i wysokorosłość są dziedziczone łącznie. Typolodzy pomylili współwystępowanie cech z ich rzekomym powinowactwem,

rozumując błędnie, że pierwsze w sposób konieczny implikuje drugie.

Stąd, po przyjęciu tej pierwszej fałszywej przesłanki, był już tylko krok do zabrnienia dalej w fałsz, przez postawienie następnej z kolei hipotezy: do tłumaczenia mechanizmu owego nie istniejącego powinowactwa. Krok ten postawiono wprowadzając koncepcję plejotropii, za którą, jako jej natychmiastowa konsekwencja, pojawiła się idea typów „czystych” i „mieszanych”, a w dalszym ciągu — idea składu typologicznego populacji, i prawo liczności typów, jako ostateczne uogólnienie matematyczne. Po czym cały ten schemat zaczęto na wielką skalę stosować do rozwiązywania zagadnień antropologii prehistorycznej. Po drodze puszczono w niepamięć faktyczną genezę pojęcia typu: zignorowano fakt, że było to pierwotnie pojęcie zaczerpnięte z konkretnego etnosu, a więc zlokalizowane geograficznie, i nadano mu ważność ogólnościową, uniwersalną. Odtąd gdziekolwiek, i kiedykolwiek, trafił się osobnik kojarzący w swym fenotypie cechy uważane za charakterystyczne dla jakiegoś skądinąd znanego typu X (lub choćby tylko niektóre z takich cech) — tam z reguły, na podstawie „indywidualnej diagnozy taksonomicznej”, uznawano go za przedstawiciela rasy X (lub za jej mieszanka), bez względu na to, jak daleko znajdowałyby się siedziby tego etnosu, z którego pojęcie typu X zostało zaczerpnięte. Oczywiście różnorodność fenotypów ludzkich jest tak ogromna, że w każdej niemal populacji znajdzie się pojedynczych osobników wykazujących jakieś takie układy cech, które uznać można za „nawiązujące” do pewnego typu X, znanego z populacji odległej nawet o wiele tysięcy kilometrów. Można sobie przy tym pomagać różnymi dowolnie przyjmowanymi hipotezami o takich lub innych dominacjach genetycznych, o polihybrydach, o „średniującym działaniu środowiska typologicznego”, itp. Jest rzeczą jasną, że na gruncie tak pojmowanej taksonomii otwiera się szerokie pole do najbardziej fantastycznych spekulacji na temat nawiązań etnicznych, dawnych kontaktów, szlaków migracyjnych, idących we wszystkich możliwych kierunkach, na przełaj przez oceany i kontynenty. W ten sposób, posługując się typologią, można uzasadnić każdą niemal hipotezę etnogenetyczną; będą to jednak w wielu przypadkach pseudo-uzasadnienia.

PROCESY RASOTWÓRCZE W POPULACJACH LUDZKICH

Opisane powyżej trudności, w które uwikłała się tradycyjna antropologia rasowa, mają swe źródło głównie w zlekceważeniu przez nią zagadnienia rasogenezy. A jest to przecież zagadnienie podstawowe. Nie można bowiem dojść do żadnej sensownej z punktu widzenia biologicznego odpowiedzi na pytanie: co to jest rasa? — dopóki nie dysponuje się odpowiedzią na pytanie: w jaki sposób dokonuje się wewnątrzgatunkowe zróżnicowanie taksonomiczne? Otóż proces takiego różnicowania wywoływany jest działaniem mechanizmów ewolucyjnych, tzn. mutacji, selekcji, i driftu genetycznego, i przebiega — z grubsza biorąc — następująco:

Dopóki populacja utrzymuje się jako wykrzyżowana całość (tj. dopóki każdy osobnik ma teoretycznie jednakowe szanse krzyżowania się z każdym osobnikiem płci przeciwnej), dopóty mutacje, selekcje i drift przeobrażają populację również jako całość i nie doprowadzają do po-

wstania w jej łonie żadnych zróżnicowań grupowych. Indywidualne zróżnicowanie (polimorfizm) będzie oczywiście istniało zawsze, gdyż w populacji występować będą rozmaite genotypy, ale ta różnorodność będzie w przybliżeniu jednakowa na całym obszarze zasiedlenia. Sytuacja zmieni się, gdy populacja ulegnie rozpadowi na dwie (lub więcej) części od siebie izolowane. Izolacja nie musi być, i rzadko bywa, zupełna: wystarczy, aby wymiana genów między dwiema częściami populacji uległa z jakichś względów osłabieniu. Mechanizmy ewolucyjne zaczynają wówczas działać jako mechanizmy różnicujące, czyli rasotwórcze. W każdym bowiem izolacie przeobrażenia genetyczne będą z reguły szły w nieco odmiennym kierunku (przeobrażenia te szłyby ściśle równoległe tylko wówczas, gdyby w każdym izolacie mutacje, selekcja i drift działały z identycznym nasileniem i w identycznym kierunku, co jest mało prawdopodobne). W ten sposób, z biegiem czasu, pule genetyczne izolatów coraz bardziej różnić się będą od dawnej, wspólnej puli genetycznej populacji macierzystej. Wytwarza się zróżnicowanie grupowe, czyli rasowe.

Im ściślejsza jest izolacja, i im dłużej trwa, tym bardziej pogłębiać się będą te różnice. Jeśli nic tego procesu w porę nie zahamuje, izolaty staną się z czasem tak różne, że wytwarzać się zaczną izolacja płciowa, tzn. urządzenia utrudniające, a wreszcie uniemożliwiające krzyżowania. Gdy ten szczebel zostanie przekroczony, wówczas różnice rasowe stają się już różnicami gatunkowymi. Zróżnicowanie takie jest już nieodwracalne. Gatunek jest systemem genetycznie zamkniętym, rasy natomiast są systemami genetycznie otwartymi, a rasogeneza — w przeciwieństwie do specjacji — jest procesem odwracalnym. Odrębność rasowa może się utrzymywać tylko tak długo, dopóki trwa izolacja. Jeżeli bariery izolacyjne między poszczególnymi rasami zostaną przełamane, wówczas rasy te zaczną nieuchronnie wymieniać geny i różnice rasowe ulegną zniwelowaniu (co, rzecz jasna, nie prowadzi wcale do zniwelowania różnic międzyosobniczych).

Odwracalność procesu rasogenezy jest szczególnie wyraźnie widoczna w populacjach ludzkich. Klasycznym przykładem jest ludność takich obszarów, jak Brazylia, Hawaje i ZSRR, gdzie takie procesy stapiania się różnych rasowo populacji w jeden amalgamat są obecnie w pełnym toku.

Bariery izolacyjne u człowieka mogą mieć charakter nie tylko geograficzny, lecz również społeczny. Izolaty społeczne — kasty, klasy ekonomiczne, mniejszości wyznaniowe, plemiona — są zarazem w mniejszym lub w większym stopniu izolatami genetycznymi, ponieważ krzyżowanie pomiędzy takimi grupami jest hamowane. Istnienie tego typu barier izolacyjnych ma ten skutek, że populacje ludzkie mogą zamieszkiwać wspólne terytorium, a mimo to na przestrzeni wielu pokoleń trwać w izolacji genetycznej i tym samym utrzymywać odrębność morfologiczną. Jest to sytuacja w świecie organicznym wyjątkowa.

POPULACYJNA KONCEPCJA RASY

Z rozważań powyższych wynika nowa koncepcja rasy, zdecydowanie różna od typologicznej.

Rasy są jednostkami systematycznymi i jako takie powstają na drodze ewolucji. Ewolucja, wedle współczesnych ujęć, polega na zmianach czę-

stości genów w populacji. Przedmiotem ewolucji są więc populacje (pule genetyczne), a nie osobniki (genotypy). Mechanizmy wywołujące ewolucję — a zwłaszcza najważniejszy z nich, mechanizm selekcji — są ściśle związane ze zjawiskiem rozrodu i dlatego są procesami o charakterze populacyjnym, a nie osobniczym. A zatem i same rasy, jako wytwory tych procesów, są populacjami, a nie — jak tego chcą typolodzy — sztucznymi zbiorami osobników powybieranych z rozmaitych populacji na podstawie takich czy innych kryteriów podobieństwa. Stąd nowa definicja rasy:

Rasa jest to mniej lub więcej izolowana, a więc zasiedlająca wspólnie terytorium, populacja osobników pewnego gatunku, różniąca się od innych populacji tego gatunku częstością występowania pewnego genu lub większej ilości genów (Montagu, 1951).

Z definicji tej wynika kilka ważnych wniosków. Po pierwsze — różnice rasowe mają charakter raczej ilościowy i względny niż (jak w typologii) jakościowy i absolutny. Innymi słowy, jedna rasa różni się od drugiej raczej częstością występowania pewnych cech, aniżeli całkowitym brakiem jednych cech lub absolutną powszechnością występowania innych. Po wtóre — traci sens przyjęte w typologii ostre rozróżnianie cech „diagnostycznych” od „niediagnostycznych”. Nie ma żadnych obiektywnych przyczyn, poza silnie zakorzenioną tradycją, dla których np. kształt głowy miałby być cechą mającą zawsze większy walor taksonomiczny niż kształt małżowiny usznej, właściwości grupowe krwi, lub owłosienie środkowych falang palców ręki. W zasadzie wszystkie cechy są potencjalnie diagnostyczne, każda bowiem może stać się podstawą rozróżnień rasowych, ilekroć okaże się, że jakieś porównywane ze sobą populacje różnią się istotnie częstością genów wyznaczających tę cechę.

Najważniejsza chyba różnica rzeczowa między typologicznym a populacyjnym pojmowaniem rasy polega na tym, że wg tego ostatniego rasa jest grupą nie monomorficzną, lecz polimorficzną, wewnątrznie różnorodną, złożoną — jak każda naturalna populacja — z osobników o rozmaitych genotypach, a przez to i o rozmaitych kombinacjach cech. Co więcej, już od chwili sformułowania nowoczesnej teorii doboru naturalnego w 1930 r. jasne się stało, że ta wewnętrzna różnorodność występuje nie tylko w populacjach będących wytworem zmieszania się kilku różnych populacji; polimorfizm należy raczej pojmować jako normalny stan, w którym znajdować się musi każda populacja mendelistyczna, nawet izolowana — jeżeli ma być w ogóle zdolna do ewolucji. Jednorodność genetyczna i fenotypowa nie dawałaby, oczywiście, żadnego pola dla działania procesów selekcyjnych, a co za tym idzie uniemożliwiałaby ewolucję. (I dlatego właśnie fałszywy jest pokutujący do dziś w typologii antropologicznej pogląd, jakoby kiedyś, przed „epoką powszechnego mieszania się”, mogły istnieć populacje rasowo czyste). W populacjach mendelistycznych działają zresztą specjalne mechanizmy genetyczne zabezpieczające utrzymanie polimorfizmu i zapobiegające wytwarzaniu się jednorodności. Mechanizmy te (przede wszystkim tzw. zbalansowany polimorfizm) są, jak się zdaje, powszechne wśród organizmów rozdzielnopłciowych; ostatnio wykryto je również w populacjach ludzkich — mianowicie w odniesieniu do niektórych cech krwi

(por. Allison 1956, Buettner-Janusch 1959) oraz do kształtu głowy (Bielicki i Welton 1961).

Zrozumienie polimorficznego charakteru jednostek taksonomicznych pozwala unikać błędu notorycznie popełnianego przez tradycyjną systematykę, a polegającego na tym, że każdą niemal napotkaną w populacji rzadszą kombinację cech, odbiegającą od przeciętnej i przez to rzucającą się w oczy, podnoszono do rangi osobnej kategorii taksonomicznej. Praktyki te doprowadzały, szczególnie na terenie zoologii, do wynajdywania w obrębie każdego gatunku coraz to nowych „odmian“, „pododmian“, „form“, „typów“, „ras“ itp. W ten sposób dopatrywano się zróżnicowania taksonomicznego tam, gdzie go w rzeczywistości w ogóle nie było, a gdzie istniało tylko zróżnicowanie międzyosobnicze w obrębie jednej, polimorficznej populacji. Jako przykład zacytować tu można badania Michalskiego (1949), który w kilkudziesięciotysięcznej masie rdzennych Polaków znalazł siedmiu osobników wykazujących dość rzadki układ kilku cech morfologicznych (połączenie wydłużonej głowy z szeroką twarzą i jasną pigmentacją) i na tej podstawie utworzył z nich osobną rasę — „kromanionoidalną“. Tenże autor wprowadził ponadto nowe kategorie taksonomiczne, szczebla jeszcze niższego niż rasa — mianowicie „frakcje“, „facje“, „morfy“ i „aberacje“. Mayr (1942), wskazując do jakiego absurdu takie pojmowanie taksonomii doprowadza biosystematykę, stwierdza ironicznie, że trzymając się konsekwentnie tego toku postępowania należałoby w końcu powynajdować odrębne nazwy systematyczne dla każdego prawie indywiduum z osobna, jako że wśród organizmów rozdzielnopłciowych nie ma właściwie dwóch indywiduów fenotypowo identycznych.

Pojmowanie rasy jako polimorficznej, ewoluującej populacji, znacznie wzbogaca problematykę antropologii rasowej. Ponieważ najbardziej przydatne do analizy rasowej są cechy o znanym sposobie dziedziczenia, przeto zagadnienia genetyki człowieka stają się w nowej antropologii problemem pierwszoplanowym. Z drugiej strony, przy posługiwaniu się cechami mającymi skomplikowany, niezupełnie jeszcze zrozumiany sposób dziedziczenia, baczną uwagę zwraca się na ich plastyczność: czynione są wysiłki, aby w międzypopulacyjnej zmienności takich cech oddzielić składową genetyczną od środowiskowej. To zaś wiąże antropologię rasową z antropologią zajmującą się zagadnieniami kształtowania się cech w toku ontogenezy; kontakt między tymi dwoma działami antropologii był dawniej bardzo słaby. Ponieważ warunkiem koniecznym rasogenezy jest izolacja, więc uwaga antropologów koncentruje się na badaniu izolatów, czyli grup endogamicznych. Bada się ilościowo szczelność barier kulturowych, tzn. stopień, w jakim bariery te — językowe, religijne, ekonomiczne — hamują swobodny przepływ genów między populacjami (Birdsell 1958, Hulse 1956); w tego rodzaju badaniach niezbędna staje się współpraca genetyków i socjologów. Coraz większego rozmachu i gruntowności nabierają badania nad działaniem mechanizmów mikroewolucyjnych u człowieka zwłaszcza badania selekcji. W związku z tym przeszczepiono na teren antropologii rasowej cały aparat pojęciowy genetyki populacyjnej. Wyrasta szybko nowe, niezwykle płodne pogranicze antropologii rasowej z demografią (Spuhler 1959); demografia bowiem zajmuje się — jak wiadomo — m. in. statystyką śmiertelności, rozrodczości i ruchu małżeńskiego (czyli krzyżowania),

a cały proces selekcji rozgrywa się, i jest uchwytyny, w sferze tych właśnie zjawisk. Z drugiej strony — następuje przenikanie na teren antropologii rasowej ujęć ekologicznych; jest to zwłaszcza widoczne wszędzie tam, gdzie podejmuje się badania nad rolą adaptatywną cech, i gdzie ważne stają się informacje dotyczące czynników klimatycznych, glebowych, dietetycznych, epidemiologicznych itd. (np. Coon, Garn, Birdsall 1950; Coon 1954). Jak widać z powyższego przeglądu, w polu uwagi antropologa rasowego znalazło się nagle oszałamiające bogactwo problemów, które przez antropologię tradycyjną, budującą z uporem swe klasyfikacje typologiczne, były albo w ogóle niedostrzegane, albo — w najlepszym razie — traktowane marginesowo i lekceważąco. Dzięki tym przemianom antropologia odnalazła znów wspólny język z innymi dyscyplinami biologii. Zachowuje, oczywiście, nadal swą specyfikę, wynikającą po prostu z tego, że człowiek jest jedynym organizmem wytwarzającym kulturę, że czynniki kulturowe potężnie ingerują w przebieg procesów biologicznych w populacjach ludzkich, i że skutkiem tego antropolog — nawet wtedy gdy zajmuje się biologią człowieka — musi brać pod uwagę rozmaite dodatkowe, nie-biologiczne parametry, o które np. ornitolog czy protozoolog troszczyć się nie musi. Mimo to jednak pojęcia, „rasa“, „rasogeneza“, „ewolucja“, „selekcja“, odzyskały na terenie antropologii swe uniwersalne, zrozumiałe dla każdego biologa znaczenie. Nastąpiło też znaczne rozszerzenie repertuaru technik badawczych, stojących do dyspozycji antropologa; czasy, w których techniki te sprowadzały się wyłącznie do mierzenia kilku czy kilkunastu „diagnostycznych“ cech ciała ludzkiego za pomocą cyrkla i antropometru, należą do niedawnej wprawdzie, ale już chyba bezpowrotnie minionej przeszłości. W porównaniu ze stereotypowym, mechanicznym obliczaniem „składów rasowych“ — praca badawcza współczesnego antropologa stała się zajęciem na pewno znacznie trudniejszym, ale też bez porównania bardziej pasjonującym.

LITERATURA

1. Allison A. C., 1956. *Aspects of Polymorphism in Man*. Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology, vol. 20.
2. Bieliński T., 1959. *Matematyczna postać prawa liczności typów*. Przegląd Antropologiczny, t. 26.
3. Bieliński T., 1961. *Typologiczna i populacyjna koncepcja rasy w antropologii*. Materiały i Prace Antropologiczne (w druku).
4. Bieliński T., Welon Z., 1961. *Dalsze badania nad działaniem selekcji na kształt głowy*. Materiały i Prace Antropologiczne (w druku).
5. Buettner-Janusch J., 1959. *Natural Selection in Man: The ABO(H) Blood Group System*. American Anthropologist, vol. 61, 3.
6. Birdsall J. B., 1958. *On population structure in generalized hunting and collecting populations*. „Evolution“, vol. 12, 2.
7. Boyd W. C., 1950. *Genetics and the Races of Man*. Little, Brown. Boston.
8. Clark P. J., 1956. *The heritability of certain anthropometric measurements as ascertained from the measurements of twins*. „American Journal of Human Genetics“, vol. 8, 1.

9. Coon C. S., 1954. *Climate and Race*. Climatic Change, H. Shapley, ed., Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
10. Coon C. S., Garn S. M., Birdsell J. B., 1950. *Races. A Study of the Problem of Race Formation in Man*. Ch. Thomas, Springfield, Illinois.
11. Czekanowski J., 1930. *Zarys antropologii Polski*. Jakubowski, Lwów.
12. Czekanowski J., 1948. *Zagadnienia antropologii (Zarys antropologii teoretycznej)*. Szczesny, Toruń.
13. Garn S. M., 1957. *Race and Evolution*. American Anthropologist, vol. 59, 3.
14. Henzel T., Michalski I., 1955. *Podstawy klasyfikacji człowieka w ujęciu Tadeusza Henzla i Ireneusza Michalskiego*. Przegląd Antropologiczny, t. 21, 2.
15. Howells W. W., Slowey A. P., 1956. „Linkage Studies” in *Morphological Traits*. „American Journal of Human Genetics”, vol. 8.
16. Hulse F. S., 1957. *Linguistic Barriers to Gene Flow*. „American Journal of Physical Anthropology”, vol. 12, 2.
17. Kocka W., 1958. *Zagadnienia etnogenezy ludów Europy*. Materiały i Prace Antropologiczne, 22.
18. Mayr E., 1942. *Systematics and the Origin of Species*. Columbia University Press, New York.
19. Michalski I., 1949. *Struktura antropologiczna Polski*. Łódzkie Towarzystwo Naukowe, Łódź.
20. Montagu M. F., 1951. *A Consideration of the Concept of Race*. Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology, vol. 15.
21. Mydlarski J., 1939. *Rasa*. W pracy zbiorowej: „Człowiek jego rasy i życie”, Trzaska, Evert i Michalski, Warszawa.
22. Spuhler J. N., 1959. *Physical Anthropology and Demography. The Study of Population*, Hauser & Duncan, ed., Chicago University Press, Chicago.
23. Wanke A., 1952. *Częstość zespołów cech antropologicznych*. Wrocławskie Towarzystwo Naukowe, 29, Wrocław.
24. Wierciński A., 1958. *Dziedziczenie typu antropologicznego*. Materiały i Prace Antropologiczne, 43.

Stanisław Żarnecki

ŁOSOŚ (*SALMO SALAR*) I TROĆ (*SALMO TRUTTA*) W ASPEKCIE EWOLUCYJNYM

Dwa gatunki zoologiczne, należące do rodzaju *Salmo*, a mianowicie łosoś (*S. salar*) i troć (*S. trutta*) są do siebie tak dalece zbliżone pod względem wyglądu, ubarwienia, kształtu ciała, innych cech morfologicznych, a ponadto anatomicznych, że na niektórych obszarach wspólnego występowania rozróżnianie ich przedstawia duże trudności. Dotyczy to zwłaszcza takich rzek i mórz, gdzie troć osiąga rozmiary łososia prawdziwego, przez co ich podobieństwo jeszcze bardziej się zwiększa.

Jako typowy przykład trudności w odróżnianiu tych gatunków między sobą można wskazać na niektóre ich rasy lokalne, pochodzące np. z rzek wpadających do Morza Kaspijskiego oraz z rzek bałtyckich.

Nawet wytrawni rybacy, od 40 lat pracujący w rybołówstwie w ujściu Wisły, często nie potrafią rozróżnić łososia od troci, gdy oba te gatunki w szacie jeszcze całkowicie srebrzystej wchodzą z morza do rzeki.

Populacja zimowa troci wiślanej, dochodząc do znacznej wielkości (powyżej 10 kg, a w skrajnych przypadkach nawet do 15 kg), często większa od łososia prawdziwego, odbywającego tarło w podkarpackich dopływach Wisły (głównie rzeka Wiśłoka, Dunajec, Raba), do roku około 1920 była uważana przez polskich zoologów i ichtiologów za łososia prawdziwego. Po kilku latach sporów, które znalazły swoje odbicie w odnosnej literaturze, dopiero około roku 1928 rozstrzygnięto ostatecznie, że forma ta jest bezsprzecznie przynależna do gatunku *S. trutta* (Żarnecki 1929).

Drugi nie mniej znamienity przykład stanowią trocie z niektórych rzek, uchodzących do Morza Kaspijskiego, których przynależność gatunkowa była również przez szereg lat sporna. Formy te uznał znakomity systematyk L. S. Berg (1949) za należące do gatunku *S. trutta*, wyodrębniając dwa podgatunki: *S. trutta labrax* i *S. trutta caspius*. W innej jednak pracy ten sam autor zalicza je do gatunku *Salmo salar*. W pracy Koshina i Protasowa (1958) wynika, że do dnia dzisiejszego wśród ichtiobiologów radzieckich nie ma ustalonego jeszcze poglądu, co do przynależności gatunkowej tych form. I tutaj trudności są niewątpliwie związane m.in. z tym, że osiągają one podobno jeszcze większe rozmiary, niż troć wiślana i przewyższają niejednokrotnie wielkością łososia prawdziwego. W krajach, gdzie występują tylko małe rasy troci np. w rzekach W. Brytanii i w większości rzek skandynawskich, nie napotyka się na takie przeszkody w rozróżnianiu łososia i troci. Małe rasy troci można bowiem znacznie łatwiej odróżnić zarówno od małego, jak i dużego łososia.

Poprzednio opisane trudności występują pomimo tego, iż znane są cechy, na podstawie których rozróżnienie obu gatunków jest możliwe. I tak z cech morfologicznych wymienić tu można budowę części ogonowej, która u troci jest krótsza i grubsza niż u łososia prawdziwego. Dalszą cechą, pozostającą w związku z grubością „łodygi“ ogonowej, jest większa ilość rzędów poprzecznych łusek, która u łososia prawdziwego wynosi zwykle 12—15 rzędów, podczas gdy u troci od 15—18. Zdarzają się jednak trocie, które mają tylko 14 rzędów łusek i łososie prawdziwe, które mają 15 rzędów łusek. Znaczne wahania indywidualne w grubości części ogonowej ryby, związane z podlegającym również wielkim wahaniom stanom kondycji, sprawiają, że cecha ta — podobnie zresztą jak i ilość rzędów łusek — może okazać się zawodną przy rozróżnianiu obu gatunków.

Z cech anatomicznych, do których sięgnąć można w przypadkach wątpliwych, należy budowa kości lemieszowej (vomer) (której główka po wymacerowaniu wykazuje u troci kształt wyraźnie trójkątny, podczas gdy u łososia 5- lub 6-kątny). Inny jest też kształt wyrostków na łukach skrzelowych.

Z cech anatomicznych również nie przydatnych do rozpoznawania tych gatunków ryb bez sekcji wymienić można ilość wypustek pylorycznych, która u łososia jest większa.

Z powyższego krótkiego przeglądu wynika, że różnice między trocią i łososiem są niewielkie i że zarówno ich cechy morfologiczne, jak i anatomiczne są u obu gatunków w wysokim stopniu zbliżone.

Mimo tych drobnych różnic ustalono ponad wszelką wątpliwość, że obie formy należą do odrębnych „dobrych“ gatunków zoologicznych. Potwierdza to zresztą szereg innych okoliczności, wśród których wymienić można wyraźnie różną ilość chromosomów (badania S v ä r d s o n a 1945).

Również biologia łososia i troci jest w zasadzie podobna i to począwszy już od najwcześniejszych stadiów ich ontogenezy. Wybór analogicznych miejsc do składania ikry (S t u a r t 1953), zachowanie się larw wylęgniętych (S t u a r t loc. cit. 1953 i K a l l e b e r g 1959), jak również zachowanie się stadiów młodocianych w wyborze terytorium, stacji, sposobie odżywiania się itp., są bardzo do siebie zbliżone. Oba gatunki są również w tym podobne, że po dwóch bądź też po trzech latach życia w rzece (w rzekach północnych dłużej) przechodzą metamorfozę w postaci procesu smoltyzacji, przybierają szatę srebrzystą i w analogiczny sposób podejmują spływ do morza. Po spędzeniu w morzu podobnie długiego okresu czasu wracają na te same miejsca tarliskowe. Oba więc anadromiczne gatunki mają zupełnie zbliżony cykl wędrówek wstępnych i zstępnych. W ogólności biologia ich wykazuje w zasadniczych zarysach wiele cech wspólnych.

Celowo podkreślono powyżej zasadnicze podobieństwa, zachodzące między obu gatunkami, gdyż na ich tle tym silniej uwidaczniają się różnice, którym poświęcone jest niniejsze opracowanie. Różnice, których omówieniem zajmować się będziemy w dalszym ciągu, mają charakter podstawowy. Dotyczą one diametralnie różnej zdolności adaptacyjnej między obu gatunkami.

Łosoś mianowicie jest gatunkiem o wąskich zdolnościach przystosowawczych. We wszystkich rzekach i morzach, na całym obszarze swego występowania, jest on w całej rozciągłości gatunkiem w pełni anadro-

micznym, nie wytwarzającym z reguły żadnych form żyjących stale w rzekach lub jeziorach.

Istnieją pewne odchylenia od tej reguły, ale są one zupełnie wyjątkowe. Do takich wyjątkowych zjawisk zaliczamy występowanie tzw. łososia „landlocked“ np. w jeziorze Vänern w Szwecji, w Bygglandsfiord w Norwegii, w jeziorze Ładoga w ZSRR, w niektórych jeziorach Ameryki Północnej i kilku innych. Żyjące w tych wodach populacje łososi są karłowate i w zasadzie jednośrodowiskowe, albowiem całe życie spędzają w wodzie słodkiej. Ich migracje ograniczają się co najwyżej do wychodzenia na tarło do potoków, zasilających dane jezioro. Powstały one w następstwie izolacji geograficznej i z dużym prawdopodobieństwem można je uważać z wytwór, wynikający z przymusowego zamknięcia. Warunki takie mogły spowodować w rozwoju filogenetycznym wyselekcjonowanie form, przystosowanych do życia w jeziorach i dopływających małych potokach, w postaci karłowatej.

Wszystkie te łososie „śródlądowe“ stanowią zjawisko wyjątkowe, wywołane przymusową izolacją, podczas gdy na pozostałym olbrzymim obszarze ich występowania po obu stronach Atlantyku, przy swobodnym przepływie przez rzeki i jeziora, nigdzie indziej zjawisko to nie występuje. Nie można też zaobserwować u *Salmo salar* jakiegś ogólniejszej tendencji do tworzenia form, pozostających całe życie w wodzie słodkiej.

Drugie odchylenie od reguły ma zupełnie inny charakter. Jest ono związane z osobliwą zdolnością łososi, przejawiającą się w pierwszym dojrzwaniu pewnej liczby samców w wieku młodocianym w rzece przed podjęciem przez nie wędrówki do morza. Zjawisko to spotyka się powszechnie. Jest ono przez badaczy radzieckich określone jako pewnego rodzaju neotenia.

Samce młodociane występują u *S. salar* prawie we wszystkich rzekach. Po osiągnięciu przez nie dojrzałości płciowej i po aktywnym udziale w tarle spływają one do morza. Po wyrośnięciu w morzu wracają do rzek jako duże łososie, aby odbyć w nich tarło jako „normalne“ samce. Ta osobliwość biologiczna oczywiście nie jest równoznaczna z tworzeniem odrębnej formy słodkowodnej. Okres dojrzałości płciowej w stadium młodocianym jest wprawdzie związany z okresowym pobytem w wodzie słodkiej, ale nie pozostaje w sprzeczności z anadromicznym charakterem gatunku.

Na razie znane jest tylko jedno odstępstwo od tej zasady. Stwierdzone ono zostało przez Nikolskiego i towarzyszy (1947), którzy opisali występowanie samców młodocianych w dorzeczu Peczory. Samce te po dwóch bądź trzech latach życia w rzece nie spływały do morza, lecz pozostawały w rzece na dalsze lata w postaci samców karłowatych. W tym więc przypadku pewna ilość samców łososia prawdziwego traci charakter anadromiczny i tworzy populację reofilną, związaną z jednym środowiskiem, a mianowicie z rzeką bądź też potokiem.

Jak już wspomniano, te nieliczne wyjątki nie pozostają w sprzeczności z ogólną zasadą, według której na olbrzymim obszarze występowania, po obu stronach Atlantyku, łosoś w zasadzie nie tworzy żadnych innych ekotypów poza anadromicznymi.

Całkowicie odmiennie sprawa ta przedstawia się u gatunku *S. trutta*. Gatunek ten wytworzył dwie skrajne formy. Jedna z nich — to w całej pełni anadromiczna troć — zmieniająca środowisko słodkowodne na

słonowodne i słonowodne na słodkowodne, w zupełności przypominająca pod tym względem biologię łososa prawdziwego i jego anadromiczne wędrówki. Drugą formę — przedstawiającą niejako przeciwny biegun — reprezentuje pstrąg, który jest przez całe swe życie związany z jednym środowiskiem: wody bystro płynącej. W związku z tym cechuje go na każdym etapie rozwoju ontogenetycznego zdolność do życia w warunkach reofilnych: Pomiedzy tymi dwoma skrajnymi typami można wynotować u troci, w przeciwieństwie do łososa prawdziwego, wszelkie możliwe przejścia i formy pośrednie:

1. Wspomniana forma całkowicie osiadła w płynącej wodzie słodkiej, jaką jest pstrąg.

2. Pstrągi podejmujące z właściwej im krainy wędrówki do niżej położonych partii rzeki, a więc cechujące się bardziej rozległym zasięgiem migracji w obrębie rzeki.

3. Pstrągi spływające aż do ujścia rzeki, jednak nie wchodzące do morza — zwane przez autorów szkockich (Nall 1930) slob-trout.

4. Troć jeziorowa, żyjąca w zasadzie w jeziorze, ale wychodząca na tarło do potoków, dopływających do jeziora i spędzająca tam krótszy lub dłuższy okres młodociany.

5. Troć jeziorowa, żyjąca w jeziorze i mająca swoje tarliska w samej misie jeziorowej (Neresheimer 1937).

6. Troć anadromiczna, stanowiąca formę pośrednią pomiędzy formą jeziorową a formą w pełni anadromiczną, która żyje w minimalnie zasolonych zalewach nadmorskich, a wychodząca na tarło do małych, dopływających do nich potoków. Forma taka znajduje się np. w Zalewie Wiślanym (Żarnecki 1952).

7. Troć anadromiczna, odbywająca wędrówki w morzu tylko w strefie przybrzeżnej, w niedalekich odległościach od ujścia rzek macierzystych (np. trocie bałtyckie z płn. rzek szwedzkich).

8. Troć w pełni anadromiczna, która podobnie jak łosoś prawdziwy podejmuje rozległe migracje w morzu. Jako przykład może być wymieniona troć wiślana (Żarnecki 1938, Skrochowska 1959), wędrująca w Bałtyku daleko na wschód (np. do Zatoki Fińskiej), daleko na północ (np. 700—800 km powyżej Sztokholmu) i wychodząca nawet niekiedy z Bałtyku do M. Północnego (np. Oslo-Fiord).

9. Wreszcie wymienić tu należy formy troci, odbywające tarło w morzu.

Nowe fakty, stwierdzające rozród troci w wodzie słonej są pewnego rodzaju rewelacją. Tarło takie zostało zaobserwowane dopiero w ostatnich latach w Bałtyku w rejonie Visby (wyspa Gotland) i w rejonie archipelagu małych wysepek powyżej Sztokholmu. Informacje te zawdzięczaam życzliwości dr Carlina, dr Lindrotha i dr Miezsisa ze Szwecji.

Wszystkie wymienione formy od 1—9 należą bezsprzecznie do jednego gatunku zoologicznego *Salmo trutta*.

Dokonany przegląd wskazuje z jednej strony na prawie zupełny brak u łososa prawdziwego zdolności tworzenia form zaadoptowanych do różnych warunków środowiskowych i w jaskrawym przeciwieństwie do tego, na ogromne możliwości powstawania u troci form przystosowanych do życia w bardzo zróżnicowanych warunkach zarówno wody słodkiej, jak i słonej. Można więc określić łososa atlantyckiego jako gatunek usta-

bilizowany, cechujący się w pełni charakterem anadromicznym, podczas gdy troć jest gatunkiem labilnym, na co wskazuje nie tylko cały wachlarz form od populacji w pełni anadromicznych, aż do populacji w pełni „osiadłych“, ale również łatwość przechodzenia jednej formy w drugą. Zdaje się nie ulegać wątpliwości, że współcześnie pewna — być może bardzo nieznaczna ilość pstrąga — zasila populacje troci oraz odwrotnie, również współcześnie pewna minimalna część populacji troci pozostaje całe życie w rzece, tworząc formę zwaną pstrągiem. Dowody tego znajdujemy w pracach Cligny'ego (1907), Skrochowskiej (1955) oraz Żarneckiego (1936).

Powyższe różnice pomiędzy trocią i łososiem są bezwątpienia istotne i tym bardziej uderzające, że — jak na początku podkreślano — oba te gatunki są w tak wysokim stopniu do siebie anatomicznie i morfologicznie podobne.

Przedstawiony w powyższych wywodach — tak diametralnie różny u obu gatunków — sposób reagowania na analogiczne warunki środowiskowe jest szczególnie interesujący jako punkt wyjścia do rozważań nad powstawaniem nowych gatunków.

Nad skrajnie różną aktywnością w procesach specjacji u łososia i troci można by przejść do „porządku dziennego“, przyjmując po prostu, że rozległy wachlarz możliwości przystosowawczych troci jest przejawem specyficznym dla tego gatunku, tak jak z drugiej strony dla łososia specyficzny może być brak zdolności w tym zakresie.

Zagadnienie to staje się dopiero w pełni interesujące, gdy omawiane różnice w zdolnościach do tworzenia typów przystosowanych do różnych warunków środowiskowych będziemy rozpatrywać jako wynik różnic w rozwoju ewolucyjnym obu gatunków.

W związku z tym wyłania się przede wszystkim pytanie, który z tych dwóch gatunków jest bardziej prymitywny. Niestety nie ma dostatecznych dowodów paleontologicznych, aby osądzić czy łosoś, czy troć jest gatunkiem starszym. Następnie dla oceny wzajemnych powiązań filogenetycznych ważne znaczenie miałoby rozstrzygnięcie problemu pochodzenia słodkowodnego względnie morskiego rodzaju *Salmo*. Również i ten problem jest niestety do tej pory sprawą otwartą. Można tu dołączyć się tylko do zdania wypowiedzianego przez Margaret E. Brown (*The Salmon and Trout Mag* No 156, 1959), która pisze: „some people hold one or other view very strongly but I think that at present neither can be considered as proved beyond doubt“.

Lecz niezależnie od morskiego lub słodkowodnego pochodzenia omawianych ryb z punktu widzenia powstawania nowych gatunków wydaje się, że zachodzą tu dwie możliwości.

1. Łosoś jest w sensie ewolucyjnym gatunkiem niejako „skończonym“. Rozumiemy przez to, że jest on końcowym wytworem procesu ewolucyjnego, który doprowadził do powstania gatunku ustabilizowanego, o wąskim zakresie specjalizacji, nie podlegającego względnie podlegającego w minimalnym stopniu i opornie procesom dalszej ewolucji.

Z drugiej strony troć jest gatunkiem cechującym się całkiem przeciwnymi tendencjami i brakiem stabilizacji. Tworzy ona cały wachlarz form, ekotypów względnie odmian biologicznych, które mogą łatwo stać się punktem wyjścia do powstania nowych gatunków.

2. Łosoś nie osiągnął jeszcze w rozwoju ewolucyjnym etapu, w którym będzie następowało jego różnicowanie na odmiany. Być może jednak, że w przyszłości przy zadziałaniu pewnych bodźców środowiskowych będzie on zdolny odmiany takie tworzyć. Można sobie np. wyobrazić, że karłowate samce, powszechnie występujące i rzadko obecnie spotykane młodociane samice mogą w dalszej ewolucji wytworzyć osiadłą słodkowodną populację *S. salar*, odpowiadającą pstragowi u *S. trutta* itd. Podówczas łosoś mógłby dojść do tego etapu, na którym obecnie znajduje się troć. W tej sytuacji nie stanowiłby on formy końcowej w łańcuchu ewolucyjnym, lecz przeciwnie formę wyjściową dla dalszej ewolucji gatunków.

*

W każdym razie rozważania powyższe wskazują, że łosoś i troć mogą stanowić interesujący obiekt dla badań nad powstawaniem gatunków u ryb¹.

¹ Artykuł niniejszy stanowi skrót referatu wygłoszonego w Moskwie we wrześniu 1960 r. na dorocznym statutowym posiedzeniu Komitetu Łososia i Troci Międzynarodowej Rady Badań Morza z Kopenhagi.

W dyskusji, jaka rozwinęła się po wygłoszeniu powyższego referatu zabierali głos: prof. Fontaine z Paryża, prof. Nikolsky z Moskwy, prof. Gerbilski z Leningradu, dr Hartley z Londynu, dr Lindroth ze Sztokholmu i dr Rosseland z Norwegii.

Prof. Fontaine zgadzając się z ujęciem sprawy przedstawionej przez autora podkreślił, że na podstawie jego badań nad rozwojem i czynnością tarczycy bardziej przemawia mu do przekonania możliwość pierwsza, gdyż tarczyca u łososia wykazuje wyższy stopień rozwoju.

Podobne stanowisko zajął prof. Gerbilski z Leningradu.

Prof. Nikolsky zaznaczył, że zasadniczo w całości podziela stanowisko przedstawione przez autora, jednak według jego zdania u obu gatunków należałoby zwrócić uwagę na jeszcze jedną istotną okoliczność a mianowicie, że łosoś wydaje się być gatunkiem o dalej sięgającym zasięgu północnym, podczas gdy troć jest zdolna — ze względu na swe zdolności przystosowawcze — do rozsiedlania dalej sięgającego na południe.

Dr Hartley uważa, że według jego przekonania na łososia należy patrzeć jako na formę bardziej przystosowaną do środowiska słonowodnego a na troć jako na gatunek bardziej przystosowany do środowiska słodkowodnego.

Dr Lindroth i Rosseland podali niezwykle ciekawy fakt ostatnio stwierdzony w Norwegii, że w rzece Namsen i rzece Otra połączonej z jeziorem Byglandsfjord stwierdzono istnienie populacji łososia *S. salar* relikтового, spędzającego całe życie w rzece. Istnieje też prawdopodobieństwo, że w rzece Nidelv blisko Arendal istnieje też taka populacja łososia, jednak to ostatnie zjawisko nie jest jeszcze z całą pewnością stwierdzone.

Herpetologia P. W. Terentiewa *

W ostatnich tygodniach ukazał się w Związku Radzieckim pierwszy podręcznik poświęcony herpetologii w jej najszerszym zakresie. Autorem tej cennej i tak bardzo potrzebnej w literaturze światowej książki, jest wybitny herpetolog, profesor uniwersytetu leningradzkiego P. W. Terentiew, znany dobrze ogółowi zoologów polskich jako współautor klucza do oznaczania płazów i gadów ZSRR oraz autor monografii żaby. Omawiana publikacja oparta jest na materiałach do wykładów, które autor wygłaszał w ciągu wielu lat na uniwersytecie w ramach specjalizacji z zakresu zoologii kręgowców dla wyższych lat studiów biologicznych. Książka ta jest zasadniczo podręcznikiem akademickim przeznaczonym dla studentów oraz osób pragnących zapoznać się z herpetologią w jej najszerszym ujęciu. Jest ona napisana bardzo przystępnie, bez dłużyzn i niepotrzebnych dygresji. Łatwy i bardzo przejrzysty styl ułatwia korzystanie z niej również osobom słabiej znającym język rosyjski.

Książka podzielona jest na jedenaście rozdziałów i poprzedzona krótkim wstępem autora. W rozdziale pierwszym Terentiew zapoznaje czytelnika z historią herpetologii od czasów Arystotelesa i Pliniusza do Linneusza i pierwszych wielkich herpetologów Dumérila, Bibrona, Brogniarta i im współczesnych aż do czasów dzisiejszych, okresu działalności Boulengera, Wernera, K. P. Schmidta i Mertensa. Specjalną uwagę poświęca autor dawnym herpetologom rosyjskim, jak P. S. Pallas, A. M. Nikolski czy A. A. Strauch.

Następny rozdział poświęcony jest wyjściu przodków płazów na ląd i stanowi niejako filogenetyczny wstęp do dalszych rozdziałów. Autor omawia dokładnie szereg ważnych dla ewolucji płazów zagadnień z zakresu anatomii porównawczej i fizjologii, jak np. oddychanie skórne, krążenie, procesy kostnienia, budowa czaszki itd. Na uwagę zasługuje w tej części doskonały, uproszczony schemat kostnienia poszczególnych zawiązków chrzęstnych kręgów u różnych grup płazów. Jest to jeden z trudniejszych problemów do wytłumaczenia przy omawianiu filogenezy płazów i gadów w ogóle. Na zakończenie tego rozdziału podano systematyczny przegląd gromady płazów ze szczegółowym omówieniem form kopalnych, do którego załączony jest instruktywny rysunek drzewa rodowego omawianej gromady.

Dalsze rozdziały herpetologii stanowią zwięzły, systematyczny przegląd wszystkich grup systematycznych płazów i gadów. Autor duży nacisk kładzie na przedstawienie filogenezy poszczególnych, większych jednostek systematycznych (rzędów, podrzędów). Każdy rozdział zawiera również wyczerpujące wiadomości dotyczące rozszedlenia geograficznego omawianej grupy ilustrowane odpowiednią mapką. Część systematyczna poprzedzona jest charakterystyką poszczególnych jednostek systematycznych do rodzajów włącznie. Autor wymienia wszystkie aktualnie znane rodzaje zaznaczając przy nich ilość gatunków i rozszedlenie. Niestety w całej książce konsekwentnie nie podano nigdzie przy nazwach rodzajów i gatunków obo-

* Проф. П. В. Терентьев ГЕРПЕТОЛОГИЯ учение о земноводных и пресмыкающихся. Москва 1961: 336, 68 рис. „Высшая Школа”.

wiązujących nazw autorów tych jednostek, co prawdopodobnie zostało autorowi narzucone przez redakcję książki, traktującą ją jako przede wszystkim podręcznik akademicki. Na końcu każdego rozdziału załącza autor spis najważniejszych publikacji obejmujący zarówno literaturę najnowszą, jak i starsze, klasyczne prace herpetologiczne.

Omawiana książka jest bogato ilustrowana dobrymi, prostymi rysunkami, w wielu przypadkach ograniczonymi tylko do konturu. Bardzo przejrzyste wyglądają również drzewa filogenetyczne, nie najgorzej, chociaż może zbyt jaskrawo wypadły dwie tablice kolorowe z barwnymi, egzotycznymi płazami i gadami. Na końcu książki umieszczono szczegółowe indeksy nazw rosyjskich i łacińskich.

Herpetologia profesora Terentiewa jest w tej chwili pierwszym podręcznikiem całości wiedzy o płazach i gadach obejmującym ponadto wszystkie formy kopalne. Od czasów braci Duméril i Bibrona (*Erpétologie générale ou histoire naturelle complète des reptiles*, Paris 1834—1854. 9) jest to w ogóle druga książka pod powyższym tytułem, jaka ukazała się w literaturze światowej, obejmująca całość herpetologii, w odróżnieniu od monograficznych opracowań pewnych określonych obszarów czy grup systematycznych, jak np. *Herpetologia Europaea* E. Schreibera (1912), *Herpetology of Japan* L. Stejnegera czy wreszcie liczne i cenne katalogi płazów i gadów Muzeum Brytyjskiego wydawane przez G. A. Boulengera. Pewne drobne i absolutnie nieistotne w tego rodzaju opracowaniu usterki są wynikiem podręcznikowego, akademickiego charakteru książki. Tak np. przestarzała już nieco jest w niektórych miejscach systematyka (żółwie, węże), stare, tradycyjne nazwy grup, nawiązujące do obecnie jeszcze używanych podręczników zoologii. Również niektóre drzewa filogenetyczne mogą budzić u specjalistów od danych grup pewne zastrzeżenia względnie wyrażając się dokładniej być przedmiotem do dyskusji i polemiki z autorem. Wszystko to jednak absolutnie nie wpływa na obniżenie wielkiej wartości tej tak cennej książki. Ze względu na zupełny brak tego rodzaju podręcznika w literaturze herpetologicznej byłoby bardzo pożądane przetłumaczenie go na jeden z zachodnioeuropejskich języków kongresowych, aby mógł służyć szerszym rzeszom miłośników herpetologii na całym świecie.

Marian Młynarski

Nowe dane w cyklu rozwojowym motyliczki — *Dicrocoelium dendriticum*.

Cykl rozwojowy motyliczki *Dicrocoelium dendriticum* (Rudolphi, 1819, Looss, 1899) należy do najbardziej znanych cyklów przywr i od dawna wszedł już do podręczników zoologii i parazytologii. Jest to jednocześnie cykl, który dostarczył badaczom wielu kłopotów, gdyż jego opracowanie obfitowało w niespodzianki i nagłe zwroty.

Prace nad cyklem rozwojowym motyliczki rozpoczęły się jeszcze w ubiegłym stuleciu. Początkowo żywicieli pośrednich tego pasożyta szukano, zgodnie z ówczesnymi poglądami, wśród ślimaków wodnych. Stwierdzono jednak, że zarażenie owiec motyliczką nie pozostaje w związku z występowaniem w okolicy zbiorników wodnych. Zwrócono wówczas uwagę na ślimaki lądowe i występującą u nich cercarię opisaną jeszcze przez Linstowa w 1878 roku, jako *Cercaria vitrina*. Rozpoczęto próby z zarażeniem owiec tymi cercariami, a jednocześnie poszukiwano ewentualnego drugiego żywiciela pośredniego. W tym celu badano różne gatunki bezkręgowców występujących na pastwiskach, a głównie pasożyty i drapieżniki żerujące na ślimakach lądowych. Poszukiwania te pozostały bez rezultatów. Natomiast w roku 1936 Neuhaus doniósł o udanym, wysokim zarażeniu owiec cercariami (*C. vitrina*) zawartymi w kulach śluzowych, wydzielanych przez ślimaki, oraz o prześledzeniu dróg migracji pasożytów w organizmie żywiciela ostatecznego. Wydawało się, że cykl został ostatecznie rozwikłany i w tej postaci trafił do podręczników. Został on też potwierdzony następnie przez wielu innych autorów.

Wielką rewelację stanowiły więc opublikowane w latach 1952 i 1953 prace Krulla i Mapesa, którzy stwierdzili występowanie w cyklu *D. dendriticum* drugiego żywiciela pośredniego — mrówek, u których rozwijają się incystowane metacerkarie. To stadium w cyklu rozwojowym motyliczki badali i potwierdzili później: Swadzan, Vogel i Falcao, Groschafft. Znana jest obecnie dość obszerna lista mrówek z rodzaju *Formica*, u których mogą się rozwijać metacerkarie motyliczki. Ta koncepcja cyklu rozwojowego motyliczki jest więc w pełni potwierdzona. Obecnie daje się jedynie zauważyć wśród parazytologów, różnice w ocenie doświadczeń Neuhaus'a, z czym wiąże się dopuszczenie przez niektórych badaczy możliwości istnienia w jakichś szczególnych przypadkach cyklu bez metacerkarii.

Na tym tle nabiera znaczenia niewielka notatka Wilhelma Hohorsta i Gernota Graefe z Pharmazeutisch - wissenschaftliche Abteilung der Farbwerke Hoechst A. G., Frankfurt a. Main — Höchst pod tytułem *Ameisen — obligatorische Zwischenwirte des Lancettegels (Dicrocoelium dendriticum)*, opublikowana w „Die Naturwissenschaften“ 48, 7, 229—230 (1961) i będącą streszczeniem większej pracy, która ma się wkrótce ukazać. Autorzy postawili sobie za cel ponowne sprawdzenie cyklu rozwojowego motyliczki oraz znalezienie ewentualnych zastosowań pasożyta w przebiegu cyklu.

Badania były przeprowadzone na terenie naturalnego ogniska motylczki „Falkenberg” (Flörsheim a. Main). W tej okolicy cercariami motylczki były zarażone ślimaki z gatunku *Zebrina detrita*, a metacerkarie stwierdzono u dwóch gatunków mrówek: *Formica rufibarbis* i *F. cunicularia*.

Autorzy powtórzyli doświadczenia Neuhaus. Wszystkie przeprowadzone przez nich próby zarażenia wrażliwych żywicieli ostatecznych przy pomocy kul śluzowych, zawierających cercarie, dały negatywne rezultaty. Natomiast przy pomocy tychże kul śluzowych, udało się zarazić oba gatunki mrówek. Stwierdzono, że cercarie pożarte przez mrówki dostawały się do wola położonego w rozszerzonej części odwłoku, a następnie przewiercały się do jego ścianki, gubiąc ogonek, i incystowały się w odwłoku w jamie ciała owada. Każda cercaria wędruje przez swój własny kanał, który zamyka się zaraz za nią, przez co zostaje nienaruszone funkcjonowanie narządu. Po każdym z kanałów pozostaje trwała blizna, można więc tą drogą określić liczbę cercarii, która zaraziła badaną mrówkę. Zdaniem autorów mrówki przeżywają nawet bardzo silne inwazje nie tracąc przy tym zdolności do pobierania pokarmu. Zarażone mrówki mogą zimować, a nawet, jak się przypuszcza, żyją około roku.

Rozwój metacerkarii trwa około 40 dni. Większość z nich rozwija się w odwłoku, w którym znajdowano do 230 cyst. Pojedyncze cercarie wędrują do tułowia lub głowy mrówki, gdzie również rozwijają się normalnie. Autorzy stwierdzili ponadto niezwykle ciekawe przystosowanie — otóż u każdej zarażonej mrówki jedna cercaria przenika do zwoju nerwowego podprzelykowego, gdzie rozwija się w metacerkarię o nieco innym wyglądzie z cienką cystą. Metacercaria ta, którą autorzy nazywają „himnwürm“, znajduje się zawsze w tym samym miejscu w pobliżu nerwów odchodzących do narządów głębowych. Niekiedy, jak sądzą Hohorst i Graefe na skutek ponownego zarażenia, w zwoju podprzelykowym można spotkać aż dwie metacerkarie.

Występowanie metacerkarii w zwojach podprzelykowych autorzy powiązali z inną obserwacją. Stwierdzili oni mianowicie, że po uformowaniu się metacerkarii, mrówki czepiają się grupowo lub pojedynczo wierzchołków rosnących w pobliżu gniazda roślin i w takim stanie pozostają w ciągu szeregu dni. Jedynie przy wzroście temperatury owady opuszczają swoje stanowiska i czasowo mieszają się z innymi mieszkańcami gniazda. Takie niezwykle zachowanie się zarażonych mrówek powoduje, że mogą one być łatwo zjadane przez żywicieli ostatecznych motylczki. Autorzy zwrócili również uwagę, że zachowanie to może być również wykorzystane do zbadania pastwisk na zarażenie motylczą oraz do jej zwalczania. Uzyskano zarażenie owiec przez wypasanie ich na pastwiskach, na których obserwowano takie mrówki.

Wykryte przez Hohorsta i Graefe przystosowanie jest niezwykle oryginalne i ma bardzo złożony mechanizm, który powinien stać się obiektem wnikliwych i szczegółowych badań. Przystosowanie to wydaje się być bardzo użyteczne dla pasożyta, gdyż przy stosunkowo niskim procencie zarażenia mrówek zabezpiecza wysoką intensywność i ekstensywność zarażenia żywicieli ostatecznych.

Na zakończenie swojej notatki autorzy jeszcze raz z wielkim naciskiem podkreślają, że cykl rozwojowy *D. dendriticum* jest możliwy tylko przy udziale obu żywicieli pośrednich: ślimaka lądowego i mrówki oraz że mrówka odgrywa tu rolę nie jakiegoś ogniwa rezerwowego, lecz jest koniecznym ogniwem cyklu.

D. S. Madge, „Preferred Temperatures” of Land Arthropods, „Nature”, No. 4770, 1961, 106—107.

David S. Madge, pracownik Katedry Entomologii Stacji Doświadczalnej Rothamsted w Harpenden, zwraca w swym komunikacie uwagę badaczom zajmującym się problemem termopreferendum u owadów lądowych na fakt istnienia w aparatach używanych do tego rodzaju doświadczeń innych jeszcze czynników fizycznych prócz spadku temperatury. Czynniki te uważane były nieraz za nieważne lub były po prostu pomijane.

Pierwszym z tych czynników jest różnica temperatur między podłogą nagrzewaną z jednego końca aparatu a chłodzoną z drugiego i znajdującym się nad nią powietrzem. Powietrze będzie chłodniejsze niż podłoga w części grzanej, a ciepłejsze od niej w części chłodzonej, przy czym różnice te mogą wynosić nawet nieco powyżej 3°C. Różnice te mogą spowodować termiczne prądy, a więc przyływ powietrza z ciepłego końca aparatu do chłodnego i przy dużej wilgotności spowodować ukazanie się kropelek wody w części cieplej u góry aparatu, w części zaś chłodnej na podłodze.

Drugim bardzo ważnym czynnikiem w przyrządzie mającym gradient temperatur jest uzyskanie jednolitych warunków wilgotności. Można je uzyskać przez nasylenie parą wodną powietrza w aparacie. Gdy jednak temperatura powietrza będzie różna od temperatury podłogi, powietrze nie będzie w rzeczywistości jednolicie nasycone parą wodną. I tak w części chłodnej, gdy temperatura powietrza będzie wyższa od temperatury podłogi, nie będzie ono nasycone, zaś w części cieplej, gdzie powietrze będzie chłodniejsze od podłogi — nasylenie powietrza będzie 100%. Ponieważ jednak w takim układzie nastąpi ruch powietrza i ciepło popłynie do chłodniejszego końca, parowanie może być wyższe w chłodnym niż w ciepłym końcu aparatu.

Tak więc na zachowanie się zwierząt wprowadzonych do takiego aparatu wpływały następujące czynniki: a) temperatura podłoża, b) temperatura powietrza, c) prądy termiczne, d) różnica w wilgotności względnej, e) stopień parowania. Do tych czynników należy dodać jeszcze inne zależne od stanu fizjologicznego zwierzęcia i dopiero cały ten zespół musi być brany pod uwagę przy interpretacji wyników.

Autor badań preferendum termiczne wolnożyjącego kleszcza *Belba geniculosa* Ouds., w grupach złożonych z pięciu osobników. Badał je w aparacie zbudowanym z płyty miedzianej o wymiarach 22 cm × 4 cm × 0,2 cm, grzanej z jednego końca, a chłodzonej z drugiego. Płyta ta miała obudowę szklaną opatrzoną podziałką dla łatwiejszego odczytywania położenia zwierzęcia. Na płycie znajdowała się bibuła nasycona wodą. Temperaturę powietrza i podłoża odczytywały w określonych odstępach czasu termistory, szybkość zaś parowania 1 mm nad podłogą mierzona była mikroevaporimetrem. Względna wilgotność w chłodzonej części aparatu obliczana była z ciśnienia pary wodnej, wyprowadzonego z temperatury podłogi i powietrza. Powietrze w grzanej części aparatu miało nasylenie 100%. Aparat, z wyjątkiem momentu zapisów, pogrążony był cały czas w ciemności.

W wyniku swych doświadczeń autor otrzymał położenie grup zwierząt w dwu gradientach: temperatury i wilgotności. Stwierdził on, że niezależnie od zmian we względnej wilgotności i stopniu parowania *Belba geniculosa* gromadziły się zawsze wewnątrz strefy temperatur od 12—14°C na podłodze (temperatura powietrza w tym miejscu wynosiła 14—16°C). Rezultat ten był dla autora poniekąd niespodzianką, gdyż kleszcze badane w warunkach stałej temperatury, ale przy linearnym spadku wilgotności względnej, zawsze przemieszczały się w kierunku strefy

o najwyższej wilgotności. Tak więc doświadczenie to wykazuje, że temperatura jest czynnikiem dominującym w zachowaniu się tego gatunku kleszcza, który mając do wyboru gradient wilgotności i temperatury wybiera temperaturę, pomimo niekorzystnych warunków wilgotności w danej strefie.

Nie u wszystkich owadów jednak temperatura jest dominującym czynnikiem w zachowaniu się w gradiencie temperatury i wilgotności. Autor cytuje badania Wellingtona nad larwami *Choristoneura fumiferana* (Clemens), które wykazały, że owady gromadziły się w zakresie pewnego gradientu wilgotności niezależnie od panującej tam temperatury, co autor tłumaczył ich mikrośrodowiskiem.

Na zakończenie autor omawia plany dalszych badań, w których wyniki, otrzymane w laboratorium, chce sprawdzić w warunkach naturalnych, biorąc pod uwagę możliwie najwięcej czynników działających równocześnie z temperaturą.

Zofia Lenkiewicz

R. J. Pumphrey, C. J. Pennycuick, *Sun Navigation by Birds*, „Nature”, No. 4756, 1960, str. 1127—1128.

W numerze grudniowym czasopisma „Nature” z ubiegłego roku zamieszczone są dwa interesujące głosy aktualnej w ostatnich czasach dyskusji nad problemem nawigacji ptaków według Słońca. Jednym z dyskutantów jest R. J. Pumphrey z Katedry Zoologii Uniwersytetu w Liverpool, drugim zaś C. J. Pennycuick z Laboratorium Zoologicznego w Cambridge. Obaj starają się o wyjaśnienie zagadnienia, w jaki sposób ptaki przelatujące nad dużymi przestrzeniami mórz i oceanów odnajdują właściwy kierunek lotu.

Obaj autorzy zgadzają się z tym, że ptaki żeglując nad morzem orientują się według położenia Słońca. Jednakże położenie to musi być według Pennycuicka mierzone w odniesieniu do jakichś obiektów ustabilizowanych, które nie mogą się znajdować na otwartym morzu. Nawet nad lądem ptaki, chcąc się zorientować, krążą nad danym terytorium, przeto nie mogą odnosić położenia Słońca do stałych przedmiotów, i tym samym hipoteza Matthews'a o orientacji według Słońca na drodze uwzględniania przez zwierzęta azymutu i pory dnia miałaby być bezpodstawna.

Polemizując z Pennycuickiem R. J. Pumphrey pisze, że trudno sobie wyobrazić, by ptak orientował się wyłącznie według Słońca i pomijał informacje, jakich dostarcza mu wygląd powierzchni morza, zwłaszcza że mogą mu one ułatwić orientację i przyczynić się do dokładniejszego ustalenia jego położenia. Pumphrey twierdzi więc, że wygląd i kierunek fal morskich jest właśnie obiektem, względem którego ptak może określać zmianę słonecznego azymutu w locie nad otwartym morzem.

W odpowiedzi na tę hipotezę C. J. Pennycuick twierdzi nadal, że zmiana azymutu może być określana tylko względem ustabilizowanych obiektów. Nie zaprzecza on, że kształt i kierunek fal mogą być ptakowi pomocne w orientacji, ale wymaga to według niego pewnych ściślejszych określeń. Tak więc kierunek fal widziany z powietrza na dużej przestrzeni może być określany w granicach 10° , ale prawdopodobnie jest określany w granicach 1° , natomiast wątpliwe jest, czy może być określany w granicach $0,1^\circ$. Odnosi się to jedynie do pełnego morza, gdyż w wodach płytszych kształt fal ulega zmianie na skutek załamywania się ich o dno, co mogłoby spowodować duże błędy.

C. J. Pennycuick zastanawia się również nad tym, kiedy zmiana wyglądu i kierunku fal może być w obliczeniach azymutu pominięta jako minimalna bądź też zerowa. Uważa on, że zależeć to będzie przede wszystkim od stosunku tych zmian do długości czasu obserwacji. Sugeruje, że obserwacje fal przeprowadzane co minutę, przy Słońcu stojącym wysoko, dalyby możliwie największą precyzję w nawigacji. W ten sposób można by osiągnąć pomiar stopnia zmiany azymutu Słońca w odniesieniu do kształtu fal w granicach $\pm 0,01^\circ/\text{min}$. Autor jednak zaznacza, że tego rodzaju dokładność może być osiągalna tylko przez ptaki pelagiczne i to jedynie w strefach o stałej pogodzie, np. w strefie pasatów, nie da się jej zaś na pewno osiągnąć na innych morzach, np. na północnym Atlantyku.

W dalszym ciągu polemiki C. J. Pennycuick podaje ponownie możliwość nawigacji wyłącznie za pomocą określania pozycji Słońca i tempa zmiany jego położenia przy następujących danych: azymucie Słońca, szerokości geograficznej w miejscu pobytu obserwatora i kącie lokalnej godziny. Dla zilustrowania swej hipotezy wykreślił autor diagram zamkniętych krzywych, spotykających się w pozycji Słońca dla specjalnego przypadku zrównania dnia z nocą, przy którym położenie obserwatora może być obliczone z dokładnością do $\pm 0,005$ promienia, tj. 17 mil morskich. W ten sposób chce udowodnić, że ptakom lecącym nad morzem fale nie są absolutnie konieczne jako punkt odniesienia w nawigacji, lecz że ptaki mogą się kierować wyłącznie położeniem Słońca.

Oba głosy dyskusji należy traktować wyłącznie jako dalsze teoretyczne rozważania nad zagadnieniem orientacji przestrzennej ptaków na dalekich odległościach, które dotychczas opiera się wyłącznie na samych hipotezach.

Roman J. Wojtusiak

Czy reakcja alarmu u ptaków na widok drapieżcy jest wrodzona¹?

Znani etolodzy K. Lorenz i N. Tinbergen wykazali, że w przyrodzie reakcja ucieczki u indyków na widok sylwetki ptaka drapieżnego jest wyzwalana selektywnie. Powtórzenie doświadczeń w warunkach laboratoryjnych przez Schleidta nie potwierdziło wyników powyższych autorów.

Do doświadczeń użyto 5 indyków wylęgniętych w inkubatorze i hodowanych w izolowanej kamierze. Gdy indyki osiągnęły wiek 10 tygodni, rozpoczęto eksperymenty. Polegały one na tym, że nad indykami zamkniętymi w klatce doświadczalnej poruszały się z określoną szybkością pod sufitem w silnym świetle następujące sylwetki: koło, linia, ptak drapieżny oraz sylwetka uproszczona gęsi lub też ptaka drapieżnego (część długa oznaczała raz długą szyję gęsi, gdy ciągnięto ją przodem, a drugi raz ogon ptaka drapieżnego).

Indyki żyjące na wolności wydają na widok ptaka drapieżnego charakterystyczny głos „prrrr”. W opisywanych doświadczeniach eksperymentowano jednocześnie ze wszystkimi indykami i notowano ilość głosów alarmu wydawanych na widok danej sylwetki. Stwierdzono, że nie mające doświadczenia indyki nie reagują specyficznie na kształt sylwetki lecących obiektów o takiej samej powierzchni i szybkości poruszania się. Zmniejszanie się wrażliwości po wielokrotnym wywoływaniu reakcji alarmu jest specyficzne dla dowolnego kształtu przesuwającego się obiektu. Reaktorazowa siła reakcji odpowiada stosunkowej rzadkości pojawiania

¹ W. M. Schleidt, *Über die Auslösung der Flucht vor Raubvögeln bei Trutzhühnern*, „Naturwissenschaften”, 48, 5, 141—142, 1961.

się poszczególnych kształtów. Te wyniki zgadzają się z obserwacjami Schleidta w wolnej przyrodzie. Ptaki użyte w eksperymentach Lorenza i Tinbergena miały już pewne doświadczenie. Przed badaniami widziały częściej lecące gęsi i kaczki niż ptaki drapieżne, z tego powodu były przyzwyczajone bardziej do sztucznej sylwetki gęsi niż ptaka drapieżnego.

Zdaniem niżej podpisanego częstość pojawiania się danej sylwetki powinna w naturalnych warunkach nie wystarczać do uwarunkowania sposobu reakcji. Z pewnością na reakcje młodych ptaków wpływa sposób reakcji ptaków starych na ptaka drapieżnego jak i wynik własnych doświadczeń ptaków młodych w zętknięciu z atakiem ptaków drapieżnych.

Jan Pinowski

Larry E. Bockstahler and Paul Kaesberg, *Bromegrass Mosaic Virus: a Virus containing an Unusually Small Ribonucleic Acid*, „Nature“, 190 (4771): 192—193, 1961.

W ostatnich latach prace szeregu czołowych pracowni koncentrują się na badaniach fizycznych i chemicznych właściwości wirusów, aby na drodze tej otrzymać dodatkowe informacje o strukturze wirusów, rzutujące na proces ich biosyntezy i genetykę. Ze zrozumiałych względów szczególne zainteresowanie budzą wirusy małe, sferyczne, o stosunkowo prostej budowie przestrzennej i względnie nieskomplikowanym składzie chemicznym. Jednym z takich wirusów jest wirus mozaiki stokłosa (*bromegrass mosaic virus*, którego głównym żywicielem jest stokłosa bezostna, *Bromus inermis* Leyss.) i autorzy, w Zakładzie Biochemii Uniwersytetu Wisconsin, przeprowadzili szereg analiz celem otrzymania bardziej dokładnych danych odnośnie jego właściwości fizyko-chemicznych. Trud opłacił się bowiem, gdyż okazało się, że ciężar molekularny tego wirusa wynosi $4,6 \times 10^6$, a więc jest to najmniejszy wirus z dotychczas poznanych wirusów w ogóle. Jest to rybonukleoproteid i ilość kwasu nukleinowego (RNA) wynosi 21%; wszelkie dane zdają się przemawiać za tym, że RNA w jednej cząstce wirusowej istnieje w postaci pojedynczej molekuly i jeżeli tak jest istotnie, to jego ciężar cząsteczkowy wynosi 1×10^6 — i znów jest to RNA o najmniejszym ciężarze cząsteczkowym ze wszystkich dotychczas przebadanych kwasów nukleinowych, co do których mamy pewność, że pełnią czynną rolę w procesach genetycznych. Wydaje się więc bardzo prawdopodobne, że wirus mozaiki stokłosa, ze względu na swe dogodne wymiary, stanie się wdzięcznym obiektem badań nad biosyntezą i naturą wirusów, szczególnie roślinnych.

J. S. Knypl

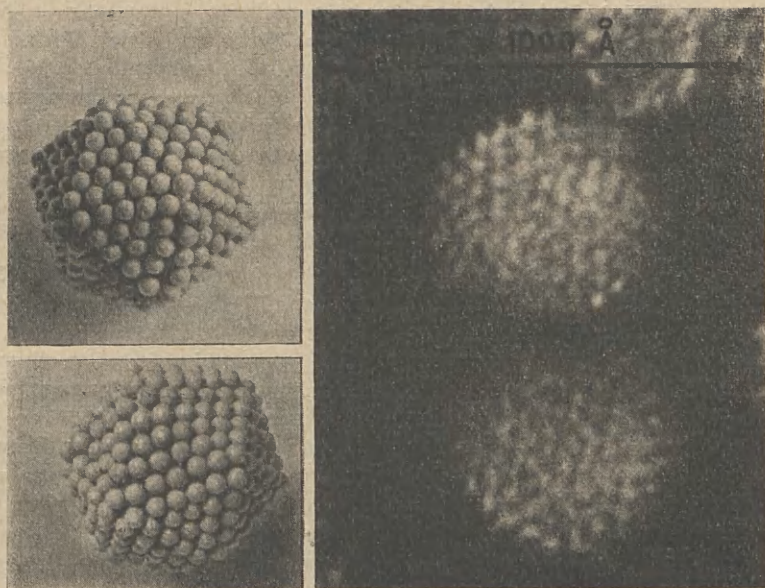
I. Archetti, D. Steve Bocciarelli and G. Toschi, *Structure of an Enteric Simian Virus*, „Virology“, 13 (1): 149—152, 1961.

Metoda negatywowego kontrastowania, opracowana w roku 1959 przez Brennera i Horne'a, jest doskonała i wartość wyników uzyskanych przy jej zastosowaniu nie podlega dyskusji; byłoby błędem jednak sądzić, że przy zastosowaniu li tylko jednej procedury otrzyma się pełny obraz badanego obiektu, ponieważ każda metoda, nawet idealna z jednej strony, ma wady pod innymi względami.

Wychodząc z takiego, jedynie słusznego stanowiska, Archetti i współpracownicy przy elektronomikroskopowych badaniach wirusa wyizolowanego przez jednego z autorów (I. A.) z przewodu pokarmowego małp, posłużyli się tak techniką liofilizacji, jak i utrwalaniem w parach kwasu osmowego, wybarwianiem octanem uranilu, kontrastowaniem fosforowolframianem itd. Preparat wirusa (oznaczonego jako CV39, CP grupa 1), do badań w mikroskopie elektronowym, wyizolowano z kultury tkankowej małpich nerek za pomocą ultrawiwowania, po uprzednim potraktowaniu mieszaniną freon-heptan, i następnie dodatkowo oczyszczano na kolumnach celulozowych DEAE.

Na zdjęciach preparatów liofilizowanych cząstki wirusa SV39 mają zarys heksagonalny z bardziej gęstym, centralnym jądrem; takie same obrazy otrzymuje się w przypadku preparatów wybarwionych OsO_4 , lecz centralne jądro jest bardziej wyraźne — świadczyłoby to o jego nukleinowej naturze. W tym ostatnim przypadku dostrzega się również mniej gęsty, paciorkowaty pierścień okalający część centralną, a zupełnie peryferycznie umieszczona jest pochwetka, na oko lita, złożona prawdopodobnie z zanieczyszczeń pochodzenia komórkowego.

W dalszym ciągu autorzy. prezentują kilka zdjęć preparatów skontrastowanych techniką negatywową, na których — obok cząstek kompletnych — widoczne są cząstki uszkodzone w różnym stopniu, oraz puste skorupki (kapsydy); występują



Rys. 1. Mikrofotografia cząstek wirusa SV39 (8) oraz odpowiednie modele strukturalne (9) (TNK, Archetti i wsp., 1961)

również struktury sznurowate, z regularną periodycznością wzdłuż długiej osi i pustym kanałem centralnym, bardzo przypominające struktury opisane przez Hornego i współpracowników na przykładzie myxowirusów (por. Knypl. J. S., „Kosmos” A, Nr 4): ich natura i stosunek do dojrzałych cząstek wirusowych są nieznane — pewne jest jedynie, że nie występują one w tkankach zdrowych.

Cząstki wirusa SV39 mają średnicę 700—800 Å, a ich zewnętrzna skorupka zbudowana jest z podjednostek (prawdopodobnie białkowych) o średnicy 50—60 Å (patrz

rys. 1). Dokładna, przestrzenna struktura cząstki wirusowej jest trudna do odcyfrowania — wydaje się jednak, że cała struktura ma kształt ikosaedru, a podjednostki nie są ułożone na brzegach ścianek bryły, lecz przylegają do nich po pięć z każdej strony. Na rysunku 1 pokazano model zbudowany według tych założeń, sfotografowany w dwóch pozycjach (9), odpowiednio do dwóch, różnych ułożeń cząstek wirusowych (8).

Dalsze dane, dotyczące wewnątrzkomórkowego rozwoju wirusa SV39, opublikowane zostaną w przyszłości.

Panu Profesorowi I. Archettiemu oraz Redaktorowi Czasopisma „Virology” składam gorące podziękowanie za pozwolenie na publikację rys. 1.

J. S. Knypl

Tim Loeb and Norton D. Zinder, *A Bacteriophage Containing RNA*, „Proc. U. S. Natl. Acad. Sci.” **47** (3): 282—289, 1961.

Jeżeli wirusy rozpatrujemy jako całość to, pod względem składu chemicznego cząstek, możemy je najogólniej podzielić na rybonukleoproteidy i desoksyrybonukleoproteidy; bakteriofagi należą do grupy drugiej, to znaczy mają kwas desoksyrybonukleinowy (DNA) i dotychczas nie było żadnego doniesienia o wykryciu w cząstce któregośkolwiek z fagów kwasu rybonukleinowego (RNA). Pewną sensację wywołał artykuł Sinsheimera, który w roku 1959 wykazał, że DNA zawarty w cząstkach bakteriofaga ϕ X174 nie jest podwójnie zwiniętym kompleksem, lecz występuje w postaci pojedynczych sznurów polinukleotydowych (por. notatkę w „Kosmos” A, 9: 618, 1960) i jego drugo- i trzeciorzędowa struktura jest prawdopodobnie dość zbliżona do struktury RNA. Lecz nie ma reguły bez wyjątków — i oto mamy publikację, w której autorzy donoszą o wykryciu bakteriofaga będącego rybonukleoproteidem, zawierającego RNA i nie mającego DNA.

Badania przeprowadzono z bakteriofagiem f2 (Loeb, F., „Science” **131**: 932, 1960) atakującego jedynie komórki *Escherichia coli* K-12, przy czym najlepsze rezultaty otrzymuje się pracując ze szczepem bakteryjnym Hfr.

Po przesledzeniu cyklu życiowego faga f2 i wykazaniu, że przy odpowiednich warunkach, pod koniec okresu inkubacyjnego, z jednej komórki bakteryjnej uwalniać się może około 20 000 jednostek infekcyjnych, autorzy przeszli do bardziej szczegółowych analiz. Przede wszystkim wykonano zdjęcia preparatów w mikroskopie elektronowym, z których wynioskowano, że cząstka tego faga ma wymiary mniej więcej takie same jak cząstka bakteriofaga ϕ X174; z przybliżonych obliczeń można było wnioskować, że ilość kwasu nukleinowego zawarta w cząstce faga f2 będzie mniej więcej taka sama jak u bakteriofaga ϕ X174, tj. około 3×10^{-12} μ g.

W następnym etapie przesledzono kinetykę syntezy DNA i RNA w zakażonej komórce. Okazało się, że w ciągu 60 minut od momentu zakażenia, oba rodzaje kwasów nukleinowych syntezowane są bardzo intensywnie i po upływie nie całej godziny ich poziom są około 2,5 raza wyższe w porównaniu do poziomu wyjściowego. Znając liczbę jednostek infekcyjnych uwalnianych przez jedną komórkę (w tym przypadku około 12 000) oraz przyjmując, że w cząstce fagowej znajduje się 3×10^{-12} μ g kwasu nukleinowego, w komórce zaś bakteryjnej obecnych jest $6,0 \times 10^{-8}$ μ g DNA, można było wyliczyć, że jeżeli bakteriofag ten jest desoksyrybonukleoproteidem, to prawie cała ilość bakteryjnego DNA powinna występować w jednostkach infekcyjnych. Lecz czy rzeczywiście bakteriofag f2 jest desoksyrybonukleoproteidem?

Aby na to pytanie otrzymać odpowiedź, stężone hodowle komórek zdrowych i zakażonych poddawano lizie przez dodanie chloroformu i lizozymu i część lizatu od razu zadawano kwasem trójchlorooctowym, a pozostałość trawiono przez 60 minut rybo- i desoksyrybonukleazą (RNA-azą i DNA-azą) w stężeniu 10 mg/ml; okazało się, że takie potraktowanie enzymami prawie wcale nie zmniejsza ilości jednostek infekcyjnych w preparacie. Po dodatkowym rozfrakcjonowaniu lizatów przy pomocy różniczkowego ultrawiórowania i po przeprowadzeniu analizy chemicznej otrzymanych frakcji udowodniono, że po potraktowaniu DNA-azą, cała ilość DNA tak w lizatach komórek zdrowych, jak i zakażonych ulega hydrolizie. Inaczej sprawa przedstawia się z RNA — w przypadku lizatu komórek zakażonych około 20% RNA nie ulega działaniu RNA-azy, podczas gdy w próbce kontrolnej wielkość ta wynosi tylko 3%, mimo że początkowa ilość RNA w obu przypadkach była jednakowa. Co więcej — okazało się, że te 3% RNA opornego w stosunku do RNA-azy osadza się przy 26 000 g, i frakcja ta jest równie obfita tak w próbce kontrolnej jak i w próbce doświadczalnej; frakcja ta nie zawiera wirusa.

Jeżeli lizaty poddano ultrawiórowaniu przy 60 000 g, to w próbkach pochodzących z komórek zakażonych wytrącał się osad, którego brak było w próbkach kontrolnych. Odpowiednie badania wykazały, że jest to frakcja wirusowa, infekcyjna (w warunkach frakcjonowania zastosowanego przez autorów więcej niż połowa materiału infekcyjnego pozostawała w płynie nad osadem — sam osad składał się z cząstek fagowych, lecz ich infekcyjność była obniżona).

W rezultacie wyczerpujących analiz chemicznych i fizykochemicznych stwierdzono, że kwas nukleinowy zawarty w cząstce faga f2 jest bez wątpienia kwasem rybonukleinowym i autorzy podają również molarne stosunki zasad azotowych, które odpowiednio wynoszą: gwanina, adenina, kwas cytydylowy i kwas urydylowy — $1,17 \pm 0,3$, $1,00$, $1,21 \pm 0,06$ i $\pm 0,07$.

J. S. Knypl

M. C. Davies and Mary E. Englert, *The Icosahedral Shape of GAL Virus*, „Virology“, 13 (1): 143—145, 1961.

W roku 1958 w wyniku badań przeprowadzonych nad lymfomatozą kurcząt wykazano, że jest to choroba wywoływana przez wirus, który pod względem morfologii cząstek, sposobu namnażania się w zakażonej komórce i swego cyklu życiowego bardzo przypomina adenowirusa; nazwano go więc wirusem GAL („GAL-Virus“, gallus adeno-like virus).

W latach 1959—1960, dzięki opracowaniu nowej, negatywowej techniki kontrastowania preparatów do mikroskopii elektronowej udowodniono, że tzw. wirusy sferyczne w rzeczywistości mają kształt wielościanów, a ich kapsydy (płaszcze białkowe) zbudowane są z szeregu kapsomer (morfologicznych podcząsteczek białkowych). Adenowirus był jednym z pierwszych wirusów bardziej szczegółowo przebadanych pod tym względem (Hörne, R. W., et al., J. Mol. Biol., 1: 84, 1959): jest ikosaedr (dwudziestościan) zbudowany z kilkudziesięciu kapsomer o średnicy około 70 Å; a skoro tak, to było wielce prawdopodobne, że i wirus GAL będzie miał podobną strukturę. I rzeczywiście — autorzy niniejszej pracy wykazali, że cząstka wirusa GAL jest ikosaedrem, lecz bok każdej z trójkątnych ścianek uformowany jest z pięciu kapsomer (u adenowirusa 6) o średnicy około 95 Å; kapsyda całej cząstki wirusowej zbudowana jest więc ze 162 kapsomer. Jeżeli na cząstkę tego wirusa patrzeć z góry, to przedstawia się ona nam jako regularny sześciobok o średnicy około 86 Å.

Na zdjęciach przedstawionych przez autorów dostrzega się tylko takie ułożenie, przy którym jedna kapsomera centralna otoczona jest wianuszkami sześciu kapsomerów peryferycznych — mamy więc do czynienia z sześciokrotną osią symetrii. Jeżeli zaś dana cząstka jest ikozaedrem, to występować muszą również osie symetrii pięciokrotnej i trójkrotnej i jest oczywiste, że za odmiennym ułożeniem przestrzennym postępować mogą również odmienne właściwości fizyko-chemiczne u podcząsteczek zajmujących te pozycje. Szkoda, że autorzy nie dyskutują powyższego problemu; ale nawet w oparciu o tak stosunkowo skromny materiał eksperymentalny można pokusić się o zbudowanie odpowiedniego modelu przestrzennego cząstki wirusa GAL, wykorzystując prawidła i zasady, na podstawie których zbudowano model cząstki adenowirusa i innych wirusów sferycznych (por. J. S. Knypl, „Kosmos“ A, nr 4 (61).

J. S. Knypl

PLANY BADAWCZE RESORTU MINISTERSTWA SZKOLNICTWA WYŻSZEGO W ZAKRESIE PARAZYTOLOGII

Zagadnienie planowania badań naukowych nie jest sprawą nową. Ma swoich zwolenników, ma i przeciwników. Trudno pomyśleć, by dziedzina tak poważnej działalności nie była objęta organizacyjnie planowaniem. Nawet wtedy, gdy nie sporządzano oficjalnych planów, nauka rozwijała się w określonym kierunku, na bazie określonych potrzeb, możliwości czy wreszcie zapotrzebowań społecznych, niewątpliwie w znacznej mierze związanych z osobowością kierowników danych jednostek. Dziś, w dobie gospodarki socjalistycznej, gdy państwo nadaje określony kierunek działaniom społecznym i stawia określone zadania przed nauką, zachodzi konieczność planowego ujęcia kierunku poszczególnych badań, ześrodkowania sił, ujednolicenie metod działania, a nade wszystko zapewnienia warunków konsekwentnego rozwoju nauki jako całości, jak też harmonijnego rozwoju poszczególnych jej gałęzi, w zależności od potrzeb gospodarki narodowej.

Jeśli spotykamy się ze sceptycyzmem odnośnie „planowania naukowego“, to wynika on raczej z historycznie nawarstwionych niechęci do metod planowania, stosowanych w poprzednich latach aniżeli samej istoty.

W okresie minionym brak było podziału kompetencji, co doprowadzało planowanie do czysto papierkowej roboty, nie powiązanej ani z potrzebami, ani z możliwościami wykonawczymi.

Wydaje się, że przeprowadzona ostatnio reforma, precyzująca zupełnie wyraźnie kompetencje i odpowiedzialność, stwarza nowe możliwości rzetelnego planowego rozwoju nauki, opartego o realne wykonawstwo.

W zakresie jednostek podległych Ministerstwu Szkolnictwa Wyższego ze względów metodologicznych podzielono plany badawcze na część „P“ — plan państwowy i część „R“ — plan resortowy. Obie grupy mają stanowić jednolitą całość planu 5-letniego opracowywanego przez poszczególne Zakłady z tą tylko różnicą, że problemy i tematy części „P“ wchodzi w skład „Ogólnopanstwowego planu badań naukowych na lata 1961—1965“. Elementy planu „P“ zostaną przekazane Polskiej Akademii Nauk i po ich przedyskutowaniu przez właściwe Komitety Naukowe i zaakceptowaniu przez Komisję Planowania i Koordynacji Badań Naukowych wejdą do Ogólnopanstwowego planu badań naukowych.

Nie jest słuszne przyjmowanie wyższości planu „P“ nad „R“ i wynikająca stąd za wszelką cenę chęć sztucznego podciągnięcia „hierarchii“ własnej tematyki przez poszczególne ośrodki. Prowadzi to do wypaczeń.

Poważną trudność stanowi zdefiniowanie pojęciowe takich określeń, jak problem—zakres—temat, i w tej dziedzinie widzimy jeszcze wiele nieporozumień. O ile „problem“ powinien zawierać w zasadzie ogólne sformułowanie, zakres i kierunek badań, o tyle temat powinien być sformułowany na roboczo, a z jego tytułu powinien wynikać sposób metodycznego rozwiązania postawionego zagadnienia. Temat w zasadzie powinien dawać rozwiązanie jakiegoś zagadnienia, choćby częściowo, natomiast „problem“ pozostaje szerokim, nie zawsze rozwiązującym, przynajmniej w najbliższej przyszłości zagadnieniem. Odpowiednio „zakres“ obejmuje

jakaś część „problemu” wyraźnie odcinającą się zakresem pojęciowym czy metodycznym.

Przykładem takiego nieporozumienia jest ogłoszony, przez Ministerstwo Szkolnictwa Wyższego — „Plan badań naukowych na rok 1961, część „P”, III Nauki biologiczne i nauki medyczne” (Warszawa 1961), gdzie na stronie 18 w problemie 2/43 — Badanie nad zwalczaniem inwazyjnych chorób pastwiskowych — w pkt. 6 mamy temat — «Zagadnienie związane z bazą paszową (fasciozoza)». Może to być określenie „Zakresu” w ramach cytowanego „problemu”, wówczas temat na roboczo należałoby określić konkretnie. Rozwiązywanie podanego zagadnienia może trwać lata całe i może być zawsze otwarte, podczas gdy określony temat rozwiązuje pewne zagadnienie pozytywnie lub negatywnie.

W zakresie parazytologii 5-letni plan „P” obejmuje problem — «Badania nad zwalczaniem inwazyjnych chorób pastwiskowych». W jego realizacji biorą udział 3 ośrodki (SGGW — Warszawa, WSR — Lublin, WSR — Wrocław). Zasadniczym motywem przewodnim są badania nad motylicą wątrobową, jako głównym sprawcą chorób pastwiskowych, a zarazem kapitalnym zagadnieniem gospodarczym. Na pięć tematów tylko dwa dotyczą innego zagadnienia. Jeden dotyczy gzwawicy (WSR — Wrocław), drugi ogólnego opracowania parazytofauny (SGGW — Warszawa). Ostatni temat z powodzeniem mógłby się znaleźć w części „R” jako wyraźnie faunistyczny.

Badania nad motylicą wątrobową mają w naszej parazytologii weterynaryjnej określoną pozycję i są kontynuacją od lat propagowanych przez Komitet Parazytologiczny PAN, szeroko zakrojonych prac terenowych, a ostatnio prowadzonych pod kierunkiem prof. Żarniowskiego, kompleksowych zabiegów, zmierzających do gospodarczego opanowania choroby motyliczej. Z elementów tematycznie nowych należy podnieść temat Katedry Parazytologii i Chorób Inwazyjnych we Wrocławiu nad współzależnością inwazji motyliczej z infekcją gruźlicy.

Plan „R” przedstawia dużo bogatszą problematykę. Zgłoszonych zostało 9 problemów przez 4 ośrodki (SGGW — Warszawa, WSR — Lublin, WSR — Olsztyn, WSR — Wrocław). W przyszłości po przekonsultowaniu z poszczególnymi ośrodkami będzie można zmniejszyć ilość problemów do 4—5¹.

Jedna grupa problemów dotyczy zagadnień faunistycznych i biologicznych pasożytów («Faunistyka i bioekologia pasożytów» — Warszawa, «Biologia i ekologia organizmów wodnych» — Olsztyn, «Parazytofauna zwierząt domowych i wolnożyjących» — Wrocław, «Zależność parazytofauny zwierząt użytkowych i dzikich od warunków środowiskowych i biocenotycznych» — Lublin).

Mamy tu 20 tematów, z zakresu zwalczania pasożytów — 10, z zakresu stosunków żywicieli pasożyt — 2 i z zakresu antropozoonoz — 5 tematów. Przeważają tematy biologiczne (11 tematów) nad ekologicznymi (9 tematów).

Druga grupa problemów dotyczy zjawisk profilaktyki i zwalczania chorób pasożytniczych łącznie z terapią («Nasilenie schorzeń pasożytniczych zwierząt użytkowych i ich zwalczanie» — Lublin, «Zjawiska odpornościowe przy inwazjach pasożytniczych» — Wrocław, «Patogeneza schorzeń ryb» — Olsztyn, «Profilaktyka i terapia chorób ryb» — Olsztyn).

Z zakresu zwalczania pasożytów tylko 2 tematy dotyczą ściśle metodyki zwalczania, pozostałe pośrednio poprzez poznanie biologii pasożytów, a pośrednio i udoskonalenie metod diagnostycznych (3 tematy z antropozoonoz).

Problematyka Zakładu Chorób Ryb w Olsztynie tylko częściowo odnosi się do zagadnień parazytologicznych. Obejmuje ona i badania mikrobiologiczne, ale

¹ Już zostało dokonane (p. r.).

z uwagi na przewagę opracowań parazytologicznych, jak też i trudności oddzielnego zaszerzowania powinna pozostać w zakresie parazytologii.

Trzecia grupa dotyczy biologicznych stosunków między pasożytem i żywicielem — «Stosunki pasożytów do środowiska I i II rzędu» — Warszawa, 2 tematy, z tych jeden raczej o założeniu fizjologicznym.

Czwarta grupa problemowa to — antropozoonozy, z dwoma zakresami — «Tokso-plazmoza» i «Włośnica» — Wrocław. Wprawdzie można by je włączyć do drugiej grupy problemów, jednak z uwagi na swoistość zagadnienia lepiej traktować osobno, dotyczy to szczególnie toksoplazmozy.

Mamy tu 5 tematów, 3 z zakresu metod diagnostycznych włośnicy, 2 z zakresu występowania terenowego toksoplazmozy.

Ogólnie uderza brak badań z zakresu fizjologii pasożytów (1 temat — Olsztyn, 1 temat — Warszawa) oraz o aspekcie biochemicznym. Wiąże się to niewątpliwie z brakiem odpowiednio przeszkolonej kadry naukowej, ale chyba w większym jeszcze stopniu z wyposażeniem aparaturowym. Z konieczności Zakłady nasze ograniczają się do tanich i łatwiejszych do zorganizowania prac terenowych. Prowadzone gdzieś prace kameralne sprowadzają się do bardzo prostych prac hodowlanych. Tymczasem w nauce światowej ostatnich lat obserwujemy znaczny rozwój prac fizjologicznych i biochemicznych z zakresu parazytologii. Zważywszy na naszą pozycję światową w zakresie parazytologii będziemy musieli podjąć wysiłki, by i ten dział był należycie reprezentowany.

Być może, z trudnościami natury finansowej i organizacyjnej wiąże się słaby rozwój prac terapeutycznych weterynaryjnych. Brak środków na zakup dużych zwierząt doświadczalnych i możliwości ich przetrzymywania, niemałą jest przeszkodą. Ale wydaje się, że są i przeszkody natury „psychologicznej“. Większość prac zakładów weterynaryjnych ostatniej doby dotyczy raczej zagadnień zoologicznych, będących ważną częścią składową poznania biologii pasożytów zwierząt użytkowych, ale niejako na marginesie istotnych zainteresowań weterynarii. Można powiedzieć, że „zoologizowanie“ stało się modne wśród kolegów weterynarzy.

Ogólnie uderza głębokie biologiczne ujęcie tematów, często ze znaczną podbudową ekologiczną. Coraz częściej ukazują się badania monograficzne (pojedynczych pasożytów lub żywicieli), precyzyjniej poznajemy stosunki wzajemnych powiązań pasożytniczych, wreszcie uzyskujemy coraz kompletniejszą listę pasożytów naszego kraju.

Zasilenie placówek parazytologii etatami technicznymi obok aparatury to główny postulat w zakresie podniesienia sprawności naukowej.

W przyszłości należałoby żądać, aby do planu tematów była dołączona krótka charakterystyka ich opracowania, a szczególnie dane odnośnie zamierzonych rozwiązań, metodyki badań, zamierzonych środków itp.

Eugeniusz Grabda

ANTROPOLOGIA W PLANIE PIĘCIOLETNIM (1961—1965) BADAŃ NAUKOWYCH

Antropologia polska zajmuje poczesne miejsce w antropologii światowej i pozycję tę antropologowie polscy powinni utrzymać dokładając wszelkich wysiłków, aby poziom badań w tej dziedzinie nie obniżył się — przeciwnie — wzrastał i rozszerzał się. Ostatnie planowanie naukowe na lata od 1961 do 1965 wykazuje zdecydowanie to wyczucie i dążenie do rozwiązania kwestii naukowych, które są przedmiotem badań również szkół zagranicznych.

Czołowe miejsce w zaplanowanych badaniach zajmuje ontogenetyczny rozwój dziecka po urodzeniu. Problem ten umieszczony jest w ogólnopanstwowym planie badań naukowych, oznaczonym symbolem „P”, i przedstawia zagadnienie doniosłe nie tylko ze względu na czysto naukowe jego rozwiązanie, rozjaśnienie kwestii dotychczas niejasnych lub niesprecyzowanych, ale także ze względu na szereg powiązań niezwykle ważnych z praktyką, mających wpływ na wychowanie dalszych pokoleń o możliwie najwyższej wartości w aspekcie biologicznym.

Zakres badań ontogenetycznych, planowanych w latach 1961—1965, obejmuje odcinek wieku od urodzenia do zupełnego wykształcenia organizmu, tj. od noworodka do 22 lat, a nawet w pewnym zasięgu i później, bo do 25 lat życia. Niewątpliwie różne okresy życia będą ujęte we wspomnianych badaniach różnie. Przyczyną tego jest nierówne dotychczasowe poznanie poszczególnych okresów rozwojowych. Jedne z nich są dość dobrze poznane i dlatego obecnie trzeba już tylko uzupełniać badania niektórych cech i zjawisk w rozwoju organizmu, inne natomiast okresy życia są bardzo mało znane, w badaniach dotychczasowych poświęcano im bardzo mało czasu i uwagi, i dlatego będą one obiektem znacznie rozleglejszych badań. Do pierwszych należy np. wiek szkolny od 7 do 14 lat, do drugich — wiek przedszkolny i wiek po pokwitaniu, a w pewnej mierze i wiek pierwszego dzieciństwa, tj. od noworodka do okresu dziecka przedszkolnego.

Idealem byłoby objęcie badaniami tych samych dzieci przez cały okres ich wzrastania i rozwoju, lecz tego rodzaju ciągle badania wymagałyby nie pięcioletniego okresu, a przynajmniej dwudziestoletniego. Takie ujęcie przeto byłoby niemożliwe do rozwiązania w czasie zaplanowanym. Toteż prace zaplanowane rozbijają się na czteroletnie okresy badań w stosunku do kilku grup wiekowych, oczywiście śledzonych na tych samych dzieciach, aby uzyskać wgląd w zjawiska dynamiczne rozwoju, a nie przekrój statyczny, z którego dopiero należałoby zjawiska dynamiczne oceniać przez analogie lub przez powiązania, niekiedy wątpliwej wartości.

Badane grupy zatem obejmą wiek od urodzenia do 3 lat ukończonych, wiek przedszkolny, wiek szkolny do pokwitania, okres pokwitania dla każdej płci osobno, wiek po pokwitaniu do 18 lat oraz resztę grup wiekowych do 22 lat życia.

W wyniku takich badań, dotyczących tych samych osobników, jest nadzieja dokładniejszego poznania głównych zjawisk rozwojowych dziecka polskiego w ich dynamice zarówno z punktu widzenia morfologicznego, jak w pewnej mierze czynnościowego, a nawet przy sprzyjających warunkach badań — psychicznego.

Pytanie: jak dalece zaplanowane badania rozwojowe będą realne? nasuwa się samo przez się, gdy zdajemy sobie sprawę z ogromu wysiłku, jaki trzeba ponieść, aby poddać pomiarom i obserwacjom przynajmniej 1000 dzieci w każdym roczniku śledząc je z roku na rok i rozciągając badania na obszar całej Polski, podzielonej na zarysowujące się terytoria antropologiczne. Tym bardziej badania te wydają się być skomplikowane, jeśli uwzględnimy, że poza cechami morfologicznymi, będą obserwowane również cechy fizjologiczne, sprawnościowe, a nawet psychologiczne. Chodzi bowiem o wszechstronne poznanie rozwijającego się dziecka, aby wnioski w końcu okresu badań były możliwie całościowe, a nie urywkowe, dotyczące tylko niektórych właściwości rozwijającego się organizmu.

Z powyższego jasne jest, że realność planu zależy od udziału w nim możliwie szerokiego zespołu pracowników zarówno antropologów, jak lekarzy i psychologów.

Wykonanie planu ciąży na prawie wszystkich zakładach antropologii i to nie tylko uniwersyteckich, których liczba nie jest zbyt wielka, bo tylko siedem, ale także na czterech zakładach antropologii wyższych szkół wychowania fizycznego i pracowni antropologicznej Instytutu Naukowego Kultury Fizycznej, Zakładzie

Antropologii PAN oraz Zakładzie Anatomii AM w Białymstoku, zajmującym się licznymi zagadnieniami antropologicznymi. Oczywiście biorąc pod uwagę tak wielki zespół zakładów, który podjął się w obecnym planie pięcioletnim badań rozwoju ontogenetycznego dziecka, nasuwa się konieczność koordynowania badań, aby prowadzone one były celowo i możliwie wszechstronnie uzupełniały się, a nie stanowiły zbędnego dublowania.

Takim czynnikiem koordynującym ma być nieduża komórka, wyłoniona przez Komitet Antropologiczny PAN z udziałem delegata Ministra Szkół Wyższych i Przewodniczącego GKKFiT, działająca pod nazwą „zespołu ontogenetycznego“.

Wreszcie realność wykonania planu zapewnia się przez Komisję Antropometrii, której zadaniem dotychczasowym były pomiary ludności polskiej dla celów przemysłu głównie odzieżowego, a obecnie w pięcioletnim (1961—65) planie badań naukowych głównym celem będzie pomoc zakładom antropologii i innym wymienionym wyżej instytucjom w badaniu dzieci na tych terenach, których poszczególne zakłady nie mogą objąć z różnych względów w zakresie swego działania naukowego.

Komisja Antropometrii przyczyni się również w dużej mierze do wprowadzenia badań lekarskich, psychologicznych, socjologicznych w stosunku do obserwowanych dzieci, choć poszczególne zakłady, np. poznański uniwersytecki i wyższej szkoły wychowania fizycznego, pracownia INKF i inne podjęły już współpracę z wymienionymi specjalistami, wciągając ich do swoich zainteresowań i zamierzeń badawczych.

Do momentów pozytywnych w wykonaniu planu badań ontogenetycznych należy również fakt, że liczne zakłady antropologii badania te w większym lub mniejszym zakresie prowadziły od kilku, a nawet kilkunastu lat, choć zakres ten ograniczał się tylko do pewnych zagadnień ontogenezy. Do takich należą np. poznańskie zakłady antropologiczne: uniwersytecki i WSWF, dysponujące materiałem zbieranym przez siedem lat od 1947 do 1953 roku w szkołach całego okręgu poznańskiego, krakowski zakład uniwersytecki, prowadzący od lat badania dzieci wiejskich w ujęciu genetycznym oraz inne zakłady, które dorywczo prowadziły również wspomniane badania.

Biorąc pod uwagę wymienione fakty, wydaje się, że odpowiedź na postawione wyżej pytanie: w jakiej mierze i do jakiego stopnia podjęte w planie 1961—1965 badania ontogenetyczne są realne, możemy całkiem optymistycznie odpowiedzieć, że ta pozycja w planie „P“ jest całkowicie realna i że będzie ona wykonana niewątpliwie w granicach zakreślonych z tym, że jak już na początku wspomniano, podzieli się sztucznie wiek dziecka na pewne okresy wiązane jedynie poprzez analogie. Sprawa więc nie będzie wyczerpana z końcem okresu pięcioletnich badań i prawdopodobnie przedłuży się na dalsze lata. Jednak spodziewane wyniki badań pozwolą już na ujęcie dynamiki rozwojowej dziecka tak, jak nigdzie w świecie dotychczas tego nie zrobiono.

Pozwolą one również w Polsce na wykorzystanie w praktyce różnych zagadnień, a mianowicie w zakresie służby zdrowia w poradniach dziecięcych, w higienie szkolnej do odpowiedniego ujęcia małego i szkolnego dziecka z punktu widzenia jego zdrowia i rozwoju, dalej w zakresie resortu oświaty do skontrolowania programów nauczania w stosunku do wieku rozwojowego i wydolności psychicznej dziecka polskiego.

Drugim głównym przedmiotem w pięcioletnim planie jest etnogeneza Słowian ze szczególnym uwzględnieniem ludności polskiej. Prace te włączone do planu re-sortowego, oznaczone symbolem „R“, są szczególnie na czasie i związane w głównej mierze z tysiącleciem Państwa Polskiego.

Prace wspomniane odnoszą się do różnych terytoriów Polski, mają jednak na względzie dokumentację przede wszystkim Poznańskiego, Pomorza i Śląska jako kolebki Państwa Polskiego. Zainteresowania w tym zagadnieniu skierowane są na ustalenie i odtworzenie oblicza antropologicznego ludności przedhistorycznej, zamieszkałej na terenach Polski obecnej, ludności piastowskiej z okresu wczesnego do późnego średniowiecza i przemiany tej ludności w wiekach dalszych aż do XVIII w. włącznie. Ma to znaczenie nie tylko teoretycznie naukowe, ale również jest pomocniczym w badaniach historycznych, mających znaczenie polityczne.

Prace w tym zakresie, podobnie jak i w zagadnieniach ontogenezy, trwają od kilku lat, dużo materiałów jest zebranych, dużo uzyskuje się w chwili obecnej i dlatego postawienie tego problemu w planie pięcioletnim ma wszelkie prawdopodobieństwo jego rozwiązania w szerokim zakresie, choć może nie ostatecznym.

Zaangażowanie w tych pracach aż 6 katedr posiadających samodzielnych pracowników naukowych i dość liczną kadre pomocniczą stanowi również poważną gwarancję realności tych planów.

Pełne wykorzystanie danych antropologicznych dotyczących ludności Polski od neolitu do XVII—XVIII wieku stawia oczywiście nowy problem, tj. opracowania oblicza antropologicznego ludności współczesnej. W tym problemie przewiduje się częściowo wykorzystanie materiałów zdjęcia Komisji Antropometrii PAN dla celów przemysłowych. Materiały wspomniane mogą być w obecnej chwili udostępnione wszystkim zakładom, jak również wszystkim pracownikom w dziedzinie antropologii.

Poza wymienionymi materiałami potrzebne są jednak jeszcze liczne badania, gdyż mimo bardzo dobrze zbadanej antropologicznie ludności Polski w stosunku do innych państw nawet europejskich mamy jeszcze luki wymagające uzupełnienia.

Czy wobec omówionych poprzednio dwu problemów, ten problem będzie się przedstawiał realnie w wykonaniu planu pięcioletniego? Zachodzi obawa, że intensywne zajęcie się dwoma problemami: jednego z planu „P”, drugiego — z planu „R”, sprawi, iż kadra antropologów okaże się za szczupłą i w takim przypadku zaplanowane rozwiązanie trzeciego zagadnienia nie będzie pełnym, a tym samym wykonanie planu byłoby tylko częściowo realnym.

Uniwersyteckie katedry antropologii planowały w dalszym ciągu prace problemowe w zakresie chociażby częściowego ustalenia struktur antropologicznych poszczególnych kontynentów, a przede wszystkim Afryki, Azji Wschodniej i Australii. W tym celu planowały ekspedycje na tereny afrykańskie, bliskiego Wschodu, Wietnamu, Korei, Japonii i inne. Wymagałoby to dużych nakładów finansowych i dużo czasu. Wydaje się więc, że w tym zakresie, poza przenikaniem polskiej antropologii na tereny bliskiego Wschodu, rozpoczętym już przed paru laty, a ważnym zarówno ze względów naukowych, jak i politycznych, reszta problemów będzie realna tylko częściowo w wykonaniu planów, mianowicie przy zwiększeniu kadry pomocniczej możliwe będzie opracowanie materiałów już istniejących, a zalegających tymczasem magazyny, wobec braku dostatecznej liczby pracowników naukowych.

Liczne inne problemy, którymi zajmuje się antropologia, zostały zgłoszone do planu badań 1961—1965, lecz jako marginesowe poszczególnych katedr antropologii. Wśród tych problemów znajdują się: zagadnienia antropogenezy, gerontologii, budowy somatycznej człowieka w różnych aspektach szczegółowych, dziedziczności w związku z typologią, antropopatologiczne, dochodzenie ojcostwa w związku z dziedzinami typu somatycznego i antropologicznego, serologicznego i wreszcie zagadnienia metodyczne.

Ten szeroki wachlarz zaplanowanych prac świadczyłby o wszechstronnych kierunkach badań antropologicznych, jednak jeśli go ująć pod kątem widzenia możli-

wości kadrowych, to wydaje się mało prawdopodobne głębsze rozwiązanie wspomnianych problemów. Zresztą podkreślaliśmy już, że wchodzi one do planowania jako problemy marginesowe.

Nie znaczy to jednak, aby były one mniej ważne. Odwrotnie — wydaje się, że w rzeczywistości są to problemy niezwykle ważne, gdyż podchodzą częściowo do zmiany kierunku i nastawienia badań antropologicznych podobnie jak w innych gałęziach nauk biologicznych. Dotychczasowy przeważający kierunek badań tylko morfologicznych i poszukiwania typologizacji morfologicznej, czysto opisowej, w aspekcie badań w innych dyscyplinach biologicznych wymaga pogłębienia badań właściwości funkcjonalnych człowieka, ich typologizacji, a nawet w pewnej mierze zwrócenia się do metod psychologicznych w zastosowaniu do badań masowych.

Jest to zresztą ogólny kierunek w naukach biologicznych, w których badania opisowo-morfologiczne ustępują miejsca badaniom chemiczno-funkcyjnym, dającym większe widoki wyjaśnienia różnych zagadnień życia niż bardzo nawet dokładne poznanie strony morfologicznej zjawisk.

Ten lekko zarysowujący się zwrot w antropologii do typologizacji funkcjonalnej jest jednak dotychczas mało widoczny i mało efektywny. Zagadnienia te bowiem ustawia się w marginesowych planach zakładów, a jedną z przyczyn prawdopodobnych tego zjawiska jest brak antropologii na wydziałach lekarskich, które może najwszechstronniej zajmują się człowiekiem i gdzie impuls do badań oraz poszukiwania dróg typologizacji funkcjonalnej byłby najsilniejszy, a może najowocniejszy.

Zadaniem więc najbliższej przyszłości w antropologii będzie uzupełnienie dziedziny badań czysto morfologicznych i klasyfikacji na ich podstawie człowieka, badaniami funkcjonalnymi, a może i psychologicznymi, aby ująć go całościowo, a nie jak dotychczas cząstkowo, zbyt jednostronnie i skutkiem tego nie tłumacząc dostatecznie zjawisk skomplikowanych rządzących człowiekiem jako jednostką biologiczną i społeczną.

Część kadry antropologicznej powinna być uzupełniona lekarzami-biologami, gdyż wtedy łączność antropologii z dziedzinami takimi, jak fizjologia prawidłowa i patologiczna, embriologia, histochemia i inne będzie bliższą, i otworzy znacznie rozleglejsze horyzonty w badaniach człowieka.

Zresztą ta sprawa wyszłaby nie tylko na korzyść tzw. „czystej antropologii“, ale i na korzyść ogólnej medycyny, a przede wszystkim dałaby prawidłowe podstawy rozumianej już dziś dobrze „kliniki człowieka zdrowego“. Byłoby to jeszcze jedno zastosowanie antropologii w życiu praktycznym, służące niezwykle doniosłej sprawie zdrowia człowieka.

Wydaje mi się, że ta „biała plama“ antropologii znajdzie swoje miejsce w pracach i rozważaniach następnego pięciolecia i uwydatni się znacznie więcej niż w planie obecnym, gdzie częściowo tylko realizuje się w badaniach ontogenetycznego rozwoju dziecka polskiego ujętych pod różnymi aspektami, a nie ograniczających się tylko do badań ściśle morfologicznych.

Michał Godycki

PLENARNE POSIEDZENIE KOMITETU ZOOLOGICZNEGO PAN W DNIU 12.IV.1961 R.

Na wstępie posiedzenia prof. Z. Grodziński, przewodniczący Komitetu, złożył sprawozdanie z działalności w 1960 r. Praca Komitetu w tym roku „zdemokratyzowała się”: znaczna część spraw rozstrzygana była na posiedzeniach plenarnych, których odbyto trzy. Jedno z nich poświęcone było ocenie działalności towarzystw naukowych: mówca nawiązał do tego posiedzenia i przypomniał jego najważniejsze wnioski, zwracając się do prezesów towarzystw, aby w dyskusji podali wiadomość o ich realizacji. Komitet Zoologiczny w dalszym ciągu dofinansowywał badania prowadzone w niektórych katedrach szkół wyższych i kontrolował wykorzystanie przyznawanych dotacji przez analizę sprawozdań i przez dyskusję nad sprawozdaniami kierowników katedr na posiedzeniach plenarnych. W czasie całego roku prowadzono prace nad „Spisem zoologów polskich“, który będzie ukończony do końca roku bieżącego, a wydany w roku przyszłym.

W dyskusji nad sprawozdaniem przewodniczący towarzystw naukowych informowali o bieżących pracach w nawiązaniu do postulatów zgłoszonych na posiedzeniu Komitetu. Prof. K. Sembrat, prezes Polskiego Towarzystwa Zoologicznego, poinformował, że w ubiegłym roku zorganizowana została we Wrocławiu konferencja teriologiczna, a w bieżącym roku przewidziane jest odbycie sesji poświęconej potrzebom i planom faunistyki polskiej, a także, w zimie 1961/1962, symposium embriologiczne. Towarzystwo przejęło wydawanie międzynarodowego czasopisma poświęconego obrączkowaniu ptaków „The Ring“. Powstały nowe oddziały Towarzystwa w Gdańsku i Szczecinie.

Prof. M. Stelmasiak, prezes Polskiego Towarzystwa Anatomicznego, komunikuje o zjeździe Towarzystwa, który odbędzie się w roku bieżącym w Lublinie.

Prof. K. Strawiński, prezes Polskiego Związku Entomologicznego, zawiadamia, że walny zjazd Towarzystwa połączony z sesją naukową odbędzie się w bieżącym roku w Olsztynie. Zjazd odbywa się w 40-lecie Związku; jeden z referatów poświęcony będzie jego historii.

W dyskusji nad sprawozdaniem omawiano również badania nad zwalczaniem komarów. Pierwsza część prac została zakończona poprzez opracowanie dla Komitetu Ekonomicznego Rady Ministrów opinii na ten temat. Komitet nadal będzie popierał prace związane z tym zagadnieniem. Postanowiono zwrócić się do Kolegium Redakcyjnego Kluczy do Oznaczania Owadów Polski z wnioskiem o możliwie szybkie opracowanie i wydanie klucza do komarów występujących w Polsce.

W dalszym ciągu posiedzenia wybrano do prezydium Komitetu dwu dalszych członków: prof. M. Stelmasiaka i prof. K. Sembrata. Wysłunięto również wnioski o uzupełnienie składu Komitetu nowymi członkami.

Wygłoszony w dalszym ciągu posiedzenia referat prof. Z. Raabe, zawierający analizę planów naukowych katedr zoologicznych wyższych uczelni, drukowany będzie w „Kosmosie“ w formie artykułu.

Prof. K. Sembrat mówił o pracach prowadzonych przez Zakład Zoologii Uniwersytetu Wrocławskiego, dotowanych przez Komitet. Prace te dotyczyły zjawisk rozwoju zwierząt, przy czym opracowywano szeroki wachlarz tematów od problemów oogenezy poprzez różne zagadnienia embriologiczne po zagadnienia regeneracji. Materiałem badań byli przedstawiciele różnych grup zwierząt, od ukwiałów i robaków po kręgowce.

Dalszy wygłoszony referat, doc. J. Rafalskiego, omawiał stan i potrzeby faunistyki polskiej. Referent przedstawił przyczyny zapóźnienia badań faunistycznych w Polsce i potrzebę ich rozwijania. Wysunął również szereg postulatów, których spełnienie jest niezbędne dla rozwoju badań faunistycznych. Między innymi autor apeluje, aby w pracach o charakterze ekologicznym, parazytologicznym i innym wymieniać dokładnie gatunki omawianych zwierząt i stanowiska, z których pochodzą, co umożliwi wykorzystanie tych prac także i dla celów faunistycznych i zoogeograficznych. W jesieni 1961 r. odbędzie się w Poznaniu konferencja zwołana przez Polskie Towarzystwo Zoologiczne, poświęcona sprawom faunistyki. Na tę konferencję odłożono też dyskusję nad interesującym referatem doc. Rafalskiego.

W dalszym ciągu posiedzenia omawiano sprawy wydania spisu zoologów, sprawę rozdziału dotacji Komitetu na 1961 r., sprawy udziału Komitetu Zoologicznego w powstającej komisji badań morza i sprawy czasopism naukowych. Na wniosek przedstawicielki Ministerstwa Oświaty Komitet podjął się oceny merytorycznej programów szkolnych z zakresu zoologii i biologii ogólnej, które są obecnie opracowywane przez to Ministerstwo.

K. Kowalski

SPIS TREŚCI

I

Władysław Szafer — Niektóre nowe fakty dotyczące ewolucji roślin kwiatowych	417
Zofia Kielan-Jaworowska — O ewolucji aparatów szczękowych u <i>Eunicidae</i> (<i>Annelida</i> , <i>Polychaeta</i>)	425
Aniela Makarewicz — Konwersja genów	443
Edyta Kołtąj — Mechanizmy obronne u roślin (II)	455

II

DYSKUSJA I KRYTYKA

Włodzimierz Michajłow — Niektóre metodologiczne problemy parazytologii ewolucyjnej	463
Tadeusz Bielicki — Antropologiczny spór wokół pojęcia rasy	475
Stanisław Zarnecki — Łosoś (<i>Salmo salar</i>) i troć (<i>Salmo trutta</i>) w aspekcie ewolucyjnym	489

III

RECENZJE

Marian Młynarski — Herpetologia P. W. Terentiewa	495
--	-----

IV

KRONIKA NAUKOWA

Stanisław L. Kazubski — Nowe dane w cyklu rozwojowym motylczki — <i>Dicrocoelium dendriticum</i> ; Zofia Lenkiewicz — D. S. Madge: „Preferred Temperatures” of Land Arthropods; Roman J. Wojtusiak — R. J. Pumphrey, C. J. Pennycuik: Sun Navigation by Birds; Jan Pinowski — Czy reakcja alarmu u ptaków na widok drapieżcy jest wrodzona?; J. S. Knypl — Larry E. Bockstahler and Paul Kaesberg: Bromegrass Mosaic Virus; a Virus containing an Unusually Small Ribonucleic Acid; J. S. Knypl — I. Archetti; D. Steve Bocciarelli and G. Toschi: Structure of an Enteric Simian Virus; J. S. Knypl — Tim Loeb and Norton D. Zinder: A Bacteriophage Containing RNA; J. S. Knypl — M. C. Davies and Mary E. Englert: The Icosahedral Shape of GAL Virus	497
--	-----

PRACE ZAKŁADÓW I INSTYTUTÓW NAUKOWYCH

Eugeniusz Grabda — Plany badawcze resortu Ministerstwa Szkolnictwa Wyższego w zakresie parazytologii	507
Michał Godycki — Antropologia w planie pięcioletnim (1961—1965) badań naukowych	509

VI

ZEBRANIA, ZJAZDY I KONFERENCJE NAUKOWE

K. Kowalski — Plenarne posiedzenie Komitetu Zoologicznego PAN w dniu 12.IV.1961 r.	514
--	-----

CONTENTS

I

Władysław Szafer — Some new facts concerning the evolution of flower plants	417
Zofia Kielan-Jaworowska — On the evolution of jaw apparatuses in <i>Eunicidae</i> (Annelida, Polychaeta)	425
Aniela Makarewicz — The conversion of genes	443
Edyta Kołtąj — Defensive mechanisms in plants (II)	455

II

DISCUSSION AND CRITIQUE

Włodzimierz Michajłow — Some methodological problems of evolutionary Parasitology	463
Tadeusz Bielicki — An anthropological dispute about the concept of race	475
Stanisław Żarnecki — Salmon (<i>Salmo salar</i>) and <i>Salmo trutta</i> in the evolutionary aspect	489

III

BOOK REVIEW

Marian Młynarski — P. W. Terentiew's Herpetology	495
--	-----

IV

SCIENTIFIC CHRONICLE

Stanisław L. Kazubski — New data in the developmental cycle of <i>Dicrocoelium dendriticum</i> ; Zofia Lenkiewicz — Madge D. S.: „Preferred Temperatures” of Land Arthropods; Roman J. Wojtusiak — R. J. Pumphrey, C. J. Pennycook: Sun Navigation by Birds; Jan Pinowski — Is the Alarm reaction in Birds innate at sight of a bird (beast) of prey? J. S. Knypl — Larry E. Bockstahler and Paul Kaesberg: Bromegrass Mosaic Virus: a Virus containing an Unusually Small Ribonucleic Acid; J. S. Knypl — I. Archetti, D. Steve Bocciarelli and G. Toschi: Structure of an Enteric Simian Virus; J. S. Knypl — Tim Loeb and Norton D. Zinder: A Bacteriophage containing RNA; J. S. Knypl — M. C. Davies and Mary E. Englert: The Icosahedral Shape of GAL Virus	497
---	-----

THE WORKS OF RESEARCH CENTRES AND SCIENTIFIC INSTITUTES

<i>Eugeniusz Grabda</i> — Investigation plans of the Ministry for Higher Education in the field of Parasitology	507
<i>Michał Godycki</i> — Anthropology in the Five-Year (1961—1965) Plan of scientific Research	509

VI

SESSIONS, MEETINGS AND SCIENTIFIC CONFERENCE

<i>K. Kowalski</i> — Plenary Session of the Polish Academy of Sciences Zoological Committee, April 12th, 1961	514
--	-----

СОДЕРЖАНИЕ

I

Владислав Шафер — Некоторые факты касающиеся эволюции цветковых растений	412
Зофья Келан-Яворовска — О эволюции челюсти у <i>Eunicidae</i> (<i>Annelida</i> , <i>Polychaeta</i>)	425
Анеля Макарович — Конверсия генов	443
Эдита Колонтай — Защитные механизмы у растений (II)	455

II

ДИСКУССИЯ И КРИТИКА

Влодзимеж Михайлов — Некоторые методологические проблемы эволюционной паразитологии	463
Тадеуш Белицки — Антропологический спор вокруг понятия расы	475
Станислав Жарнецки — Лосось (<i>Salmo salar</i>) и кумжа (<i>Salmo trutta</i>) в эволюционном аспекте	489

III

РЕЦЕНЗИИ

Мариан Млынарски — Герпетология П. В. Терентьева	495
--	-----

IV

НАУЧНАЯ ХРОНИКА

Станислав Л. Казубски — Новые данные в цикле развития <i>Dicrocoelium dendriticum</i> ; Зофья Ленкевич — Madge D. S.: „Preferred Temperatures” of Land Arthropoda; Роман Войтусяк — R. J. Pumphrey, C. J. Penny- ciuk: Sun Navigation by Birds: Ян Пиновски — Является ли врожденной реакция тревоги у птиц при виде хищника?; И. С. Кынль — Larry E. Bockstahler and Paul Waesberg: Bromegrass Mosaic Virus: a Virus containing an Unusually Small Ribonucleic Acid; И. С. Кынль — I. Archetti; D. Steve Bocciarelli and G. Toschi: Structure of an Enteric Simian Virus; И. С. Кынль — Tim Loeb and Norton D. Zinder: A Bacteriophage Containing RNA; И. С. Кынль — M. C. Davies and Mary E. Englert: The Icosahedral Shape of GAL Virus	497
---	-----

РАБОТЫ ОТДЕЛОВ И НАУЧНЫХ ИНСТИТУТОВ

Евгениюш Грабда — Планы научно-исследовательских работ в ведомстве Министерства Высших Учебных Заведений в области паразитологии	507
Михал Годычки — Антропология в пятилетнем плане (1961—1965) научных исследований	509

VI

ЗНАЧЕНИЕ

СОБРАНИЯ, СЪЕЗДЫ И НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ

К. Ковальски — Пленарное заседание Комитета Зоологических Наук ПАН 12 апреля 1961 года	514
---	-----

I

АНТИЧНЫЕ И СОВРЕМЕННЫЕ

II

III

IV

V

VI

Wszechświat

**BOGATO ILUSTROWANY MIESIĘCZNIK
WYCHODZĄCY OD ROKU 1882**

W ARTYKUŁACH POPULARNONAUKOWYCH OMAWIA ZAGADNIENIA Z ZAKRESU

- BIOLOGII, MEDYCYNY, ROLNICTWA, LEŚNICTWA
- PRZYRODY NIEOŻYWIONEJ, GŁÓWNIIE ASTRONOMII
- NAUK O ZIEMI,
- ORAZ WSPÓŁCZESNEJ FIZYKI I CHEMII

TYLKO PRENUMERATA ZAPEWNI REGULARNE OTRZYMYWANIE CZASOPISMA

Cena prenumeraty rocznej zł 72, półrocznej zł 36

Zamówienia i wpłaty przyjmują:

- Przedsiębiorstwo Upowszechniania Prasy i Książki „Ruch”, Kraków, ul. Worcella 6, konto PKO Nr 4-6-777,
- placówki „Ruchu” i urzędy pocztowe w całym kraju,
- księgarnia „Domu Książki”.

Bieżące numery można nabywać w księgarniach naukowych „Domu Książki” oraz we Wzorcowni Wydawnictw Naukowych PAN — Ossolineum. — PWN, Warszawa, Pałac Kultury i Nauki.

ZAWIADOMIENIE

Redakcja posiada do sprzedaży komplety numerów czasopisma „Kosmos” A za lata 1951—1960

KOSMOS A

DWUMIESIĘCZNIK

WARUNKI PRENUMERATY

CENA W PRENUMERACIE

ROCZNIE

90 zł—

PÓŁROCZNIE

45 zł—

ZAMÓWIENIA I WPLATY PRZYJMUJĄ:

CENTRALA KOLPORTAŻU PRASY
I WYDAWNICTW „RUCH”,
WARSZAWA, UL. SREBRNA 12,
KONTO PKO NR 1-6-100.020

URZĘDY POCZTOWE I LISTONOSZE

KSIĘGARNIE „DOMU KSIĄŻKI”

•
PRENUMERATA ZE ZLECENIEM WYSYŁKI ZA GRANICĘ 40 % DROŻEJ, ZAMÓWIENIA DLA ZAGRANICY PRZYJMUJE PRZEDSIĘBIORSTWO KOLPORTAŻU WYDAWNICTW ZAGRANICZNYCH „RUCH”, WARSZAWA, ULICA WILCZA NR 46
KONTO PKO NR 1-6-100.024

•
BIEŻĄCE NUMERY MOŻNA NABYĆ LUB ZAMÓWIĆ W KSIĘGARNIACH „DOMU KSIĄŻKI” ORAZ W OŚRODKU ROZPOWSZECZNIANIA WYDAWNICTW NAUKOWYCH POLSKIEJ AKADEMII NAUK—WZORCOWNIA WYDAWNICTW NAUKOWYCH PAN — OSSOLINEUM — PWN, PAŁAC KULTURY I NAUKI (WYSOKI PARTER)

TYLKO PRENUMERATA ZAPEWNIĄ REGULARNE OTRZYMYWANIE CZASOPISMA