

Polskie Towarzystwo Przyrodników
im. KOPERNIKA

KOSMOS

Seria A
BIOLOGIA



ROK XVIII

WARSZAWA 1969

ZESZYT 2 (97)

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

POLSKIE TOWARZYSTWO PRZYRODNIKÓW im. KOPERNIKA

ROK XVIII

Seria A BIOLOGIA

ZESZYT 2 (97)

K O S M O S

DWUMIESIĘCZNIK



WARSZAWA 1969

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

KOMITET REDAKCYJNY

Tadeusz Gorczyński, Kazimierz Petruszewicz, Zdzisław Raabe

Redaktor: *Włodzimierz Michajłow*

Sekretarz: *Lucyna Kuchcińska*

Państwowe Wydawnictwo Naukowe — Warszawa, Miodowa 10

Nakład 1091+119 egz. Ark. wyd. 8,25, ark. druk. 6

Papier ilustr. kl. V, 70 g.

Oddano do składania 13.I.69. Podpisano do druku 25.III.69.

Druk ukończono w kwietniu 1969.

Zam. 61

P-98

Cena zł 15.—

ZAGADNIENIA EWOLUCYJNE W EKOLOGII KWIATÓW

1. ZWIĄZEK EKOLOGII KWIATÓW Z SYSTEMATYKĄ FILOGENETYCZNĄ ROŚLIN OKRYTOZALĄŻKOWYCH

Do niedawna sądzono dość powszechnie, że cechy ekologiczne, takie jak barwy lub zapachy kwiatów, rozwinęły się niezależnie od innych cech roślin, a zwłaszcza tych, które są podstawą systematyki roślin Okrytozalążkowych. W latach sześćdziesiątych i siedemdziesiątych, w okresie szybkiego rozszerzania się darwinizmu, takie stanowisko zajmował F. Delpino, jeden z twórców biologii kwiatów; on też uważał, że klasyfikacje ekologiczne kwiatów nie mają nic wspólnego z systematycznym pokrewieństwem roślin. Ludwig (1895) poszedł o krok dalej stwierdzając fakt, że takie same cechy kwiatów, mające znaczenie ekologiczne, mogą występować u przedstawicieli różnych, ze sobą nie spokrewnionych rodzin roślin Okrytozalążkowych i że ujawniają się w nich jedynie analogie (względnie konwergencje) morfologiczne.

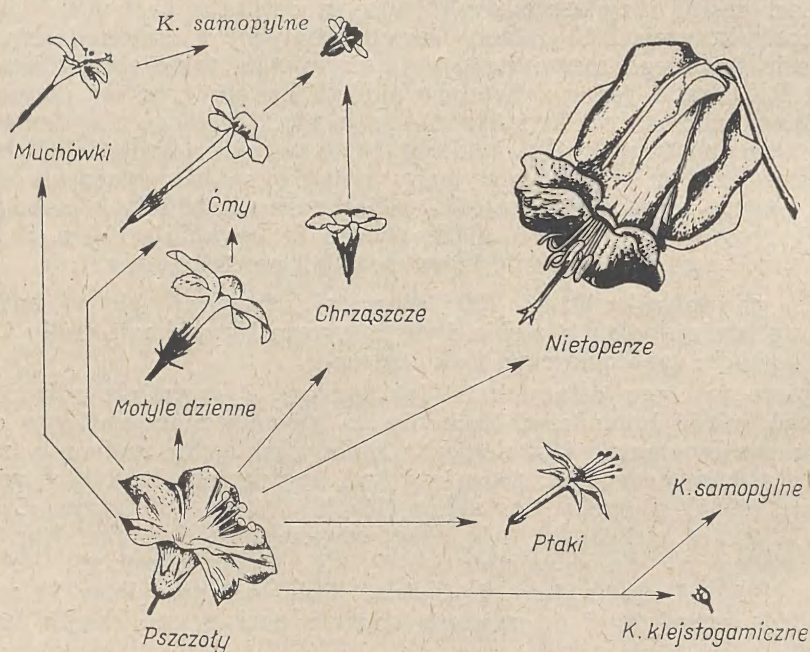
Dziś, po upływie blisko 100 lat nadal utrzymuje się w botanice opinia, że istnieją obok siebie dwie kategorie klasyfikacji roślin Okrytozalążkowych: systematyczne i ekologiczne.

Dopiero w ciągu ostatnich 30 lat sprawa ta wywołała różnice zapatrywań wśród botaników. Sprawily to głównie monograficzne opracowania systematyczne i ekologiczne mniejszych grup systematycznych (małych rodzin, podrodzin, rodzajów itp.), takich jak: Penella *Scrophulariaceae* (1935), Porscha *Cactaceae* (1939), Vogela podrodzina *Ophrydeae* (1959), a zwłaszcza najnowsze opracowania Leppika *Ranunculaceae* (1964) oraz prace małżeństwa V. i K. Grant o rodzinie *Polemoniaceae* (1965). Dodać należy, że rodzina *Polemoniaceae* liczy 18 rodzajów i 327 gatunków i że zajmuje wielkie obszary na trzech kontynentach.

Praca V. i K. Grant dowiodła m.in., że wielka różnorodność cech morfologicznych kwiatów, jaką ujawniają dziś żyjące rodzaje i gatunki należące do rodziny *Polemoniaceae*, jest wyrazem ich zróżnicowania się pod wpływem długiego oddziaływania na nie przede wszystkim jednego czynnika selekcyjnego, a mianowicie zwierząt zapylających je. Uderzająco różne formy kwiatów w rodzinie *Polemoniaceae* są, zdaniem autorów, wynikiem różnych sposobów ich zapylania lub, — wyrażając się inaczej, zwierzęta zapylające je w długotrwałym procesie selekcji uzyskały w niej „swoje” kwiaty, skrajnie przystosowane do zapylania przez ściśle określone ich grupy. „Rodzina *Polemoniaceae* — piszą autorzy — wykorzystuje nie jedną, lecz liczne i różne gromady zwierząt do zapylania kwiatów: chrząszcze, muchówki,

duże i małe błonkówki, dzienne i nocne motyle, wreszcie nietoperze i kolibry, lecz nie jest znany w tej rodzinie ani jeden taki gatunek, który by był zapylany przez wszystkie te grupy zwierząt, lecz wręcz przeciwnie: każdy poznany dotychczas gatunek jest wyspecjalizowany do zapylania jego kwiatów przez jedną tylko gromadę zwierząt". Krąg „zapylaczy” z tej gromady może być wąski lub szeroki, zdarzają się też zawsze okazyjne odwiedziny na kwiatach zapylaczy obcych, lecz wynik takich przygodnych odwiedzin zwykle jest negatywny. Obowiązuje tu zasada „zamku i klucza”, tzn. ścisła zależność kwiatu od zwierzęcia.

Można powiedzieć, że w rodzinie *Polemoniaceae* szczególnie wyrażona jest filogenia zapylania. Przyjęcie jej popierają zarówno fakty z dziedziny morfologii porównawczej, anatomii i cytologii, jak geografii roślin, i one to pozwoliły małżeństwu Grant wyróżnić w tej rodzinie 5 głównych kręgów (circles) powinowactwa, które odpowiadają 5 podrodzinom (tribes) oraz dalszy ich podział na rodzaje



Rys. 1. Diagram przedstawiający zróżnicowanie sposobów zapylania kwiatów w rodzinie *Polemoniaceae*. Z wyjściowego typu kwiatu, który przedstawia *Polemonium coeruleum* zapylany przez pszczoły, rozwinęły się w tej rodzinie w procesach ewolucyjnych wszystkie inne typy kwiatów zoidiogamicznych oraz kwiaty autogamiczne (według Granta 1967)

K. = Kwiat. Podano tylko nazwy grup zwierząt zapylających kwiaty

i ich sekcje. W każdym kręgu (podrodzinie) znajdują się kwiaty o stosunkowo prostych cechach ekologicznych oraz inne, o średniej lub daleko idącej specjalizacji.

Nie mogąc wchodzić w opisy sposobów nader wyspecjalizowanego zapylania kwiatów w poszczególnych podrodzinach i rodzajach rodziny

Polemoniaceae, podam tu — za małżeństwem Grant — przeglądowy diagram dobrze ilustrujący różnorodność typów ekologicznych kwiatów w tej rodzinie pod względem sposobów ich zapyłania. Wyściowym i pierwotnym typem kwiatu jest tu pięciopetalny kwiat promienisty, taki, jaki posiada znany nam gatunek *Polemonium coeruleum*, zapyłany przez błonkówki pszczołowate. Z takiego typu wykształciły się wszystkie inne ekologiczne typy kwiatów w sześciu rodzajach przedstawionych na diagramie. Są też tam reprezentowane grupy normalnie rozwiniętych kwiatów stale samopylnych (autogamicznych) oraz kwiatów klejstogamicznych. W sumie rodzina *Polemoniaceae* zawiera dziesięć typów kwiatów ekologicznie odrębnych pod względem jednej tylko cechy, a między innymi zapyłania.

Podczas gdy specjalizacja w sposobach zapyłania kwiatów objęła w rodzinie *Polemoniaceae* wszystkie jej rodzaje, lub podrodzaje, to u innych rodzin Okrytozalążkowych może być inaczej.

Istnienie takich różnic w specjalizacji zapyłania, gdy raz taki sam typ zapyłania charakteryzuje całą rodzinę, drugi raz każdy rodzaj lub podrodzaj w niej posiada swój własny sposób zapyłania, dowodzi, że wzajemne przystosowania się różnych jednostek systematycznych roślin do różnych grup zwierząt zapyłających je musiało się wytwarzać w niejednakowo długim czasie: w przypadku całej rodziny proces ten trwał znacznie dłużej aniżeli w przypadku rodzaju, ten zaś znów dłużej aniżeli w przypadku podrodzaju. Stosunkowo najkrócej może on odbywać się na poziomie gatunku, a najkrócej na poziomie jego odmiany lub rasy. Te ekologiczne fakty mogą posiadać niewątpliwie znaczenie przy określeniu absolutnego, czyli geologicznego wieku i tempa ewolucji poszczególnych rodzin roślin Okrytozalążkowych, jednakże dotychczas nie były one do tych celów użytkowane. Można się spodziewać, że ten stan rzeczy zmieni się i że powstaną prace poświęcone opisowi ewolucji związków zachodzących pomiędzy poszczególnymi jednostkami systematycznymi różnej rangi Okrytozalążkowych a sposobami zapyłania ich kwiatów. Jest to tym bardziej pożądane, że w sposobach zapyłania kwiatów mieści się niemała część ewolucji roślin Okrytozalążkowych w ogóle.

Powstawanie i okresowe ożywianie się ewolucyjnej zmienności cech morfologicznych w kwiatach mogły powstać w przyrodzie w rozmaity sposób, lecz — jak się zdaje — najczęściej wychodziły te impulsy ze strony zwierząt zapyłających kwiaty. Tak na przykład pojawienie się na ziemi ptaków, które były pierwszymi zwierzętami latającymi w powietrzu (nie zaś poruszającymi się w powietrzu tylko tzw. „lotem ślizgowym”), dało tej grupie zwierząt olbrzymie szanse szybkiego rozprzestrzenienia się na ziemi oraz różnokierunkowego przystosowania wczegę zróżnicowania się, które zwykle utożsamiamy z pojęciem tzw. przystosowawczego rozprzestrzenienia się (adaptive radiation).

Powstawanie, a raczej utrzymywanie się nowych cech morfologicznych, fizjologicznych i ekologicznych w kwiatach było kierowane selekcją wykonywaną wśród nich przez odwiedzające je zwierzęta. Proces ten trwał dłużej lub krócej, zależnie od tego, jak i w jakim tempie pierwotne centra powstawania różnych grup zwierząt rozprzestrzeniały się na nowe, niekiedy szerokie „strefy przystosowywania się”. W tych to strefach odbywało się (i jeszcze się odbywa) szczegól-

nie skuteczne działanie czynnika selekcji wśród kwiatów. Równocześnie jednak można tam najłatwiej odnaleźć przeżytki ich starych form, zwłaszcza wówczas, gdy strefy przystosowywania się mają charakter obszarów ostojowych (refugiów). Na półkuli północnej jako przykład takiej strefy możemy przytoczyć południowo-zachodnie Chiny nie zlodowaciałe w plejstocenie. Diels (1929) stwierdził, że w tym górskim obszarze ostojowym żyją po dzień dzisiejszy rośliny o kwiatach mało zróżnicowanych i o prostych cechach morfologiczno-ekologicznych. Opisując prastary charakter flory Okrytozalążkowych tej ostoi, przytoczył on m.in. następujące, dla ewolucyjnej ekologii kwiatów szczególnie interesujące fakty.

„Dla rodzajów, które uważano od dawna za spokrewnione, lecz dobrze od siebie odgraniczone, tu spotykamy łączące je ogniwa, zacierające pomiędzy nimi granice: rodzaje *Primula* i *Androsace*, w Europie tak łatwe do rozdzielenia, zatracają tu zupełnie swe granice rodzajowe; pomiędzy rodzaje *Lilium* i *Fritillaria* wchodzi jako przejściowy rodzaj *Nomocharis*; rodzaje *Saxifraga* i *Chrysosplenium* łączą się tu również szeregiem postaci pośrednich. Z rodzaju *Aquilegia* rośnie tam najpierwotniejszy gatunek, nie mający jeszcze zupełnie ostróg, a pewne gatunki rodzaju *Aconitum* tak bardzo zbliżają się do rodzaju *Delphinium*, iż wydaje się, że dotykamy w nich populacji ich wspólnych przodków. Słowem, odnosimy wrażenie, że w tych ostojowych obszarach wschodniej Azji stoimy jak gdyby u wspólnej kolebki wielu wielkich rodzajów roślinnych”.

Za odpowiednik ostoi południowo-chińskiej może uchodzić południowa Afryka, w tym znaczeniu, że również w tej starej ostoi przechowało się mnóstwo rodzajów roślin bogatych w endemiczne często gatunki. Badania w tych obszarach symbiozy typu kwiat-zwierzę, stały się sprawą pilną, gdyż przyroda pierwotna ulega tam obecnie pod wpływem gospodarki człowieka bądź daleko idącym przeobrażeniom, bądź wprost doszczętnemu zniszczeniu. Dlatego szczególnie cenne jest obszerne studium wykonane w kilku nie zniszczonych jeszcze częściach Kraju Przylądkowego, Natalu, Transwalu i w Kraju Oranii przez S. Vogela (1954), poświęcone ekologicznym typom kwiatów i ich ocenie ze stanowiska filogenetycznej systematyki roślin Okrytozalążkowych.

Spośród bardzo licznych, oryginalnych obserwacji poczynionych przez niego zarówno nad ekologią zwierząt zapylających w Afryce południowej kwiaty wielu roślin, jak i nad właściwościami morfologicznymi zoidiogamicznych roślin, wybierzemy tutaj tylko kilka przykładów popierających słuszność tez wypowiedzianych przez małżeństwo Grant w ich pracy nad rodziną *Polemoniaceae*.

W południowej Afryce istnieje wiele rodzajów z licznych rodzin i podrodzin, które wykazują u poszczególnych gatunków charakterystyczne zróżnicowanie cech, ściśle związane ze zwierzętami zapylającymi je. Oto przykłady.

W rodzinie *Geraniaceae* rodzaj *Pelargonium*, reprezentowany w Kraju Przylądkowym przez ok. 110 gatunków, odznacza się uderzająco dużym zróżnicowaniem na typy morfologiczno-ekologiczne wyraźnie od siebie oddzielone. Jedną z głównych cech tego rodzaju jest długość ostrogi ukrytej w szypułce kwiatowej, której wielką zmienność przedstawia nasza rycina. Każda sekcja rodzaju *Pelargonium* wykazuje zarówno ce-



Rys. 2. Zróznicowanie cech morfologiczno-ekologicznych kwiatów w rodzaju *Pelargonium* w południowej Afryce

1 — *P. cuculatum* (purpurowy) zapylany przez błonkówki, 2 — *P. bachuanicum* (purpurowy) zapylany przez błonkówki, 3 — *P. crithmifolium* (biały i purpurowy) zapylany przez błonkówki, 4 — *P. inquinaus* (czerwony) zapylany przez motyle dzienne, 5 — *P. tetragonum* (biały i purpurowy) zapylany przez motyle dzienne, 6 — *P. rapaceum* (jasnożółty i purpurowy) zapylany przez motyle dzienne, 7 — *P. rehmanni* (biały) zapylany przez śmy, 8 — *P. amatymbicum* (żółtawo-zielony) zapylany przez śmy, 9 — *P. fulgidum* (czerwony) zapylany przez ptaki (według S. Vogela 1954)

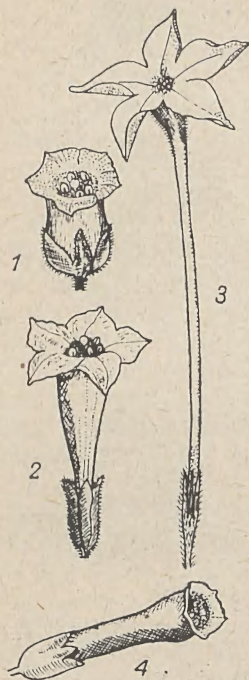
chy sobie tylko właściwe, jak i liczne inne konwergencyjne, które dzieli z innymi.

Cechy morfologiczno-ekologiczne, charakteryzujące w Afryce południowej kwiaty zoidiogamiczne zapylane przez określone grupy zwierząt, są z reguły wyraźne i oddzielone od siebie tak, że mogą być uważane za cechy odróżniające większe i mniejsze jednostki systematyczne: rodzaje i podrodzaje lub gatunki i podgatunki. Rzadziej dotyczy to podrodzin, jeszcze rzadziej całych rodzin. Przedstawiają to rys. 3 i 4, których tu — poza szczegółowymi podpisami — dokładniej opisywać nie będziemy.

Wyjątkowo zdarzają się w przyrodzie takie kwiaty, których cechy związane z zapylaniem wykazują dwoistość ekologiczną w tym znaczeniu, że mogą one być zapylane na równi przez przedstawicieli dwu różnych grup zwierząt. Przykład takiej dwoistości przedstawiają kwiaty *Rochea coccinea*, u których listki kwiatowe tworzą rurkę 20—25 mm długości i zapylane są równie często przez cukrzyka *Orthobaphas*, jak i przez motyla *Meneris Tulbaghia* (Marloth 1901).

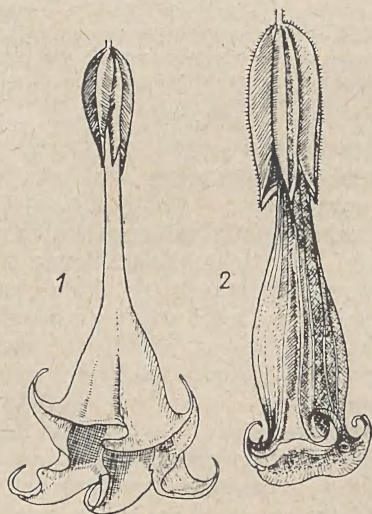
Streszczając wynik rozważań o stosunku cech morfologiczno-ekologicznych kwiatów związanych z ich zapylaniem do filogenetycznej sy-

stematyki roślin, możemy przyjąć za dowiedzione, iż: 1) cechy roślin związane ściśle z zapylaniem kwiatów przez różne grupy kwiatolubnych zwierząt tworzą odrębną i ważną grupę cech wy-



Rys. 3. Zróżnicowanie morfologiczno-ekologiczne kwiatów w rodzaju *Nicotiana*

1 — *N. rustica*, kwiaty żółto-zielone zapylane przez błonkówki, 2 — *N. tabacum*, kwiaty różowe zapylane przez motyle dzienne, 3 — *N. acuminata*, kwiaty wewnątrz białe zapylane przez zmierzchnikowce, 4 — *N. glauca*, kwiaty żółto-zielone, zapylane przez ptaki (według Vogela 1954)



Rys. 4. 1. *Datura fastuosa* (biała) zapylana przez ćmy. 2. *Datura sanguinea* (czernono-żółta) zapylana przez ptaki

różniających, która w większym niż dotychczas stopniu powinna być uwzględniana w systematyce (taksonomii) roślin Okrytozalążkowych; 2) poznanie ewolucji historycznej kwiatów roślin Okrytozalążkowych w pewnym, dość znacznym stopniu zależne jest od wyjaśnienia genezy i poznania etapów rozwoju zoidiogamii ich kwiatów.

EWOLUCJA ZAPYLANIA

W świetnym i oryginalnym dziele Takhtajana (1959) zagadnienie „ewolucji zapylania” przedstawione jest w krótkim, osobnym rozdziale (s. 119—127). Na wstępie autor podkreślił wyjątkowo duże znaczenie ewolucji zapylania dla poznania całości ewolucji roślin Okrytozalążkowych, a równocześnie stwierdził że „obszerny problem ewolucji zapylania, chociaż interesuje nie tylko samych botaników — jest dotychczas bardzo mało opracowany”. „W szczególności — jego zdaniem — powstanie i ewolucja entomofilii są dotychczas przedstawiane osobno przez botaników i osobno przez zoologów i to sprawia, że badania te są jednostronne”.

Poglądy Takhtajana można streścić w następujących 7 punktach:

1. Takhtajan podziela bez zastrzeżeń dawny pogląd Robertsona (1909), że zoidiogamia jest pierwotną i najstarszą formą zapylania kwiatów Okrytozalążkowych i że z niej powstały inne jego formy, tzn. anemogamia i hydrogamia.

2. Z form zoidiogamii najstarszą i najpierwotniejszą jest entomogamia, czyli zapylanie kwiatów przez owady. Dopiero później przyłączyły się do nich inne zwierzęta. Ewolucji entomofilii towarzyszyły, zdaniem Takhtajana, powstanie: miodników, zrosłodziątkowego kielicha, a zwłaszcza zrosłopłatkowej korony, zrosniętego i wielokrotnego słupka oraz słupka dolnego. W niektórych grupach bardzo ważne było powstanie kwiatów grzbiecistych.

Następstwem powstania tych cech morfologicznych była pewnego rodzaju standardyzacja cech przystosowawczych zarówno u kwiatów, jak i u zwierząt zapylających je.

3. Ewolucja zapylania była następstwem złączonych ze sobą dwu ewolucji: kwiatów i zwierząt zapylających je. Zarówno pierwotne kwiaty, jak i pierwotne ich „zapylacze” były proste i prymitywne: kwiaty te nie posiadały żadnych właściwości specjalnych służących do zwabiania owadów ani żadnych skutecznie działających urządzeń zapewniających im zapylanie obcym pyłkiem, owady zaś nie były związane ściśle życiowo z kwiatami. Jedne i drugie, działając na siebie wzajemnie jako czynniki selekcyjne, utworzyły z czasem rodzaj współżycia kwiatów z owadami, które we wspólnym procesie ewolucyjnym wzbogacały się w coraz liczniejsze cechy specjalizacyjne.

4. Pierwotnym środkiem zwabiania owadów do kwiatów był pyłek, który dotychczas jeszcze odgrywa tę rolę u niektórych prymitywnych grup Okrytozalążkowych (np. u przeważnej części rodziny *Magnoliaceae*). Także pierwotne grupy owadów dotychczas jeszcze poszukują w kwiatkach i zjadają pyłek. Inaczej jest u wyższych w hierarchii pszczoł lub trzmieli, które pyłkiem karmią swe larwy. Z biegiem ewolucji, kwiaty wymieniły bardzo pożywny i „kosztowny” pyłek na „tańszy” nektar. Na tym tle rozwinęła się bogata ewolucja miodników produkujących nektar (Brown 1938, Norris 1941, Fahn 1953).

5. Oszczędna gospodarka pyłkiem wywołała w kwiatkach i u owadów szereg przystosowań, których celem było złożenie przez owadów pyłku na znamieniu innego kwiatu. Na tym tle zarówno kwiaty, jak i zapylające je owady wytworzyły w drodze ewolucji najwięcej i najbardziej wyspecjalizowanych cech przystosowawczych. R. Berg (1956 i 1958) (cyt. za Takhtajanem) dowiodła, że ściśle zlokalizowanie na ciele owada miejsca, na którym przenosi on pyłek z jednego kwiatu na drugi, było

i jest bardzo ważnym czynnikiem selekcyjnym, który przyczynił się istotnie do ustalenia odwiedzin określonych kwiatów przez pewne owady, a mianowicie te, które ściśle odpowiadały ich wielkości, kształtom i innym cechom specjalnym (długość rurki kwiatowej, długość pręcików, ustawieniu znamienia itd.). Obowiązuje tu zasada, że im bardziej skomplikowane są budowa i funkcje każdej części kwiatu, które doprowadzają owada do kontaktu z pylnikami i ze znamieniem, tym skuteczniejsza jest selekcja, jakiej dokonuje owad w stosunku do tych właśnie cech kwiatów, a tym samym mniejsza staje się zmienność tych cech. Tak na przykład w kwiatkach *Digitalis*, gdzie pylek przenoszą na górnej stronie ciała trzmielie odpowiadające wymiarami ciała gardzieli kwiatu naparstnicy, zmienność szerokości ujścia gardzieli jest uderzająco mała. W dodatku w głębi kwiatu znajduje się w ściśle ustalonym położeniu poprzecznie biegnący pas szczecinek, na których zatrzymuje się trzmiel, i wtedy właśnie opyla on swe ciało pyłkiem. Ta cecha jest też według badań Berg (1958) ustalona przez selekcję.

Pszczóły — specjalistki w wyszukiwaniu i odwiedzaniu upatrzonych „swoich” kwiatów, przeprowadzają ustawicznie wśród nich skuteczną selekcję, protegując te ich cechy, które są dla nich samych pożyteczne. Tym samym stają się one czynnikiem decydującym o kierunku ewolucji kwiatów: utrzymują bowiem i utrwalają byt tym gatunkom (odmianom, mutacjom itd.) roślin, których kwiaty wykazują najwięcej cech morfologicznych i fizjologicznych, poszukiwanych przez owady zapylające je.

6. Dla zrozumienia ewolucji kwiatów posiada ogromną wagę fakt, że zarówno kształt kwiatów, jak liczebność ich części (np. ilość pręcików) mają znaczenie uznane w systematyce za cechy odróżniające gatunki lub wyższe jednostki taksonomiczne. Tu łączy się wprost ekologia kwiatów z systematyką filogenetyczną Okrytozalążkowych.

7. Wzmagająca się wierność (przywiązanie) określonych grup owadów dla określonych grup kwiatów doprowadziła w procesie ewolucji do daleko posuniętej specjalizacji, a nawet niekiedy do absolutnej stałości i wyłączności łączących kwiaty pewnego gatunku (odmiany) rośliny z jednym gatunkiem (odmianą) zapylającego je zwierzęcia. Zjawisko to, spotykane rzadko wśród chrząszczy i kwiatów „chrząszczowych”, z biegiem czasu geologicznego stało się coraz częstsze zwłaszcza wśród błonkówek i motyli. Warunkiem dokonywania się w tym kierunku specjalizacji było przede wszystkim doskonalenie się w procesie ewolucyjnym zmysłów (inteligencji) tych owadów (Frisch 1950, Grant 1949 i 1950).

Siedem ogólnie ujętych tez Takhtajana odnoszących się do ewolucji zapylania tworzyć będzie dla nas podstawę do dalszych rozważań.

3. ETAPY EWOLUCJI SYMBIOZY TYPU KWIAT—ZWIERZE

A. DOKUMENTY KOPALNE

Gdyby tak zwane systemy naturalne lub filogenetyczne roślin Okrytozalążkowych były dzisiaj mniej formalne i tradycyjne, gorliwiej poszukiwały przyczyn (bodźców) oraz pilniej wypatry-

wały dróg ich ewolucji historycznej, byłby dokonał się już w nich przewrót pod wpływem zdobyczy zmodernizowanej ekologii kwiatów. Niestety, na przewrót, który by, krocząc śladami prac małżeństwa Grant (1965), przeorał systematykę filogenetyczną wielu rzędów roślin Okrytozalążkowych, wypadnie jeszcze długo poczekać, a tym samym należy zrezygnować z próby określania na tej drodze bezwzględnego wieku powstania i ewolucji symbiozy typu kwiat—zwierzę.

Od paleobotaniki, która w tak świetny sposób rozwiązała już liczne zagadnienia związane z historycznymi etapami ewolucji roślin Okrytozalążkowych (ewolucję tkanek przewodzących, tkanek epidermalnych itp.), niestety, w tym przypadku wiele oczekiwać nie możemy. Same kwiaty były zawsze niezdrzewniałymi, najbardziej nietrwałymi ich organami i dlatego nie posiadały szans dobrego zachowania się w stanie kopalnym. Inaczej przedstawia się sprawa przechowywania się kopalnych nasion i owoców, lecz te tylko pośrednio mogą dostarczyć pewnych wskazówek o tym, jaka była ekologia zapylania kwiatów. We wszystkich starszych osadach geologicznych — od miocenu po kredę — trafiają się one tak rzadko, że, praktycznie biorąc, przedstawiają dla zbadania ewolucji zapylania tylko ograniczone znaczenie (np. kwiaty rzędu *Magnoliales*). W piocenie jest pod tym względem nieco lepiej (przykład: znalezienie doskonale zachowanych kwiatów *Podostemonites corollatus* Sz. w plicieńskich ilach w Krościenku n/D.), a jeszcze lepiej we florach plejstocenijskich (np. świetnie zachowane kwiaty *Dryas octopetala* w polskich osadach glacialnych). Naprawdę dobrze, a nawet bardzo dobrze (często w całości!) zachowane kwiaty są tylko w bursztynach bałtyckich, wieku górnooligocenijskiego. Opisem ich zadziwili cały świat naukowy przed z górą 100 laty, najpierw Goeppert (1845), a później Conwentz (1886). Tę cudowną florę kopalnych kwiatów i owadów (!) sprzed ok. 70 milionów lat opisywano później wielokrotnie. Ostatnio zajęła się nią H. Czeczottowa (1961), której wykaz obejmuje 101 gatunków roślin Okrytozalążkowych, w tym 7 gatunków z 7 rodzajów i 5 rodzin należy do Jednoliściennych, a 94 gatunki (11 wątpliwych) z 57 rodzajów i 38 rodzin należy do Dwuliściennych. Z naszego stanowiska najważniejsze jest to, że ok. 47% tych zatopionych w bursztynie szczątków przedstawia kwiaty zachowane albo w całości, albo częściowo. Ten wspaniały materiał, uzupełniony szczątkami owadów, nie został dotychczas wykorzystany dla paleoekologii, jednakże nawet gdyby to zadanie było wykonane, bursztyny bałtyckie dałyby tylko wgląd w małeinki odcinek historii ewolucji symbiozy typu kwiat—zwierzę.

W takim stanie rzeczy zmuszeni jesteśmy szukać prób rozwiązania tego kapitalnego zagadnienia na innej drodze.

B. PIERWSZE ZBLIŻENIA ŻYCIOWE OWADÓW DO KWIA TÓW

Możemy przyjąć, że punktem wyjścia dla powstania symbiozy typu kwiat—zwierzę w okresie mezozoicznym były najprostsze stosunki życiowe łączące rośliny z owadami — podobne do tych, jakie i dziś jeszcze obserwujemy w przyrodzie, np. u rośliniarek z grupy pilarzowatych (*Tenthredinidae*). Błonkówki te żywią się bądź innymi owadami, bądź włosami pokrywającymi powierzchnie liści, lecz oprócz tego wszystkie pilarzowate zjadają pyłek kwiatowy. W naszym klimacie formy wiosenne tych owadów żywią się przede wszystkim pyłkiem i nektarem,

które zbierają na kwiatach wierzb (*Salix*) i olch (*Alnus*). Chociaż kwiaty tych drzew uchodzą za wiatropylne, to zapylane one mogą być również przez owady, a zwłaszcza przez dojrzałe formy pilarzowatych. Od takiego okolicznościowego zapylania, teoretycznie biorąc, prowadzi tylko krok do zapylania kwiatów tylko przez owady, czyli do entomogamii kwiatów, która gdy tylko raz powstała, wywierała na kwiaty presję selekcyjną, protegującą każdą taką zmianę ich cech, jaka powiększała szanse odwiedzin owadów na kwiatach.

Jeżeli przyjmiemy — twierdzi Takhtajan — że w powstaniu kwiatów uczestniczyły owady, to równocześnie zmuszeni jesteśmy przyjąć, że najbardziej pierwotne kwiaty były kwiatami obupłciowymi i dlatego, że zapylające je owady mogły być zwabiane do nich tylko przez mikrosporofyle i mikrospory, czyli prymitywne pręciki i zawarte w nich ziarna pyłku, gdyż jedynie pyłek był pierwotnie dla owadów pokarmem kwiatowym pożywym i poszukiwanym. Gdyby najstarsze kwiaty odwiedzane przez owady były kwiatami jedнопłciowymi, nie miałyby szans zapylenia oddzielnie istniejących kwiatów żeńskich. Pierwotne kwiaty rozdzielнопłciowe (zwłaszcza dwupienne) były zatem skazane na zapylanie przez wiatr — tak, jak to dziś widzimy u przeważnej części klas roślin Nagozalażkowych. Dopiero po powstaniu miodników w kwiatach żeńskich u roślin rozdzielнопłciowych, stały się także i one atrakcją dla owadów.

C. KWIATY ROŚLIN NAGOZALAŻKOWYCH PUNKTEM WYJŚCIOWYM EWOLUCJI

Wśród roślin Nagozalażkowych tylko w przypadku takim, jaki przedstawiały bennetyty (*Bennetitales*), gdzie na jednej roślinie i na tym samym skróconym pędzie rozwijały się obok siebie mikro- i makrosporofile, owady poszukujące tam pyłku mogły przenosić go na tuż obok znajdujące się zalążki i w ten sposób je zapylać.

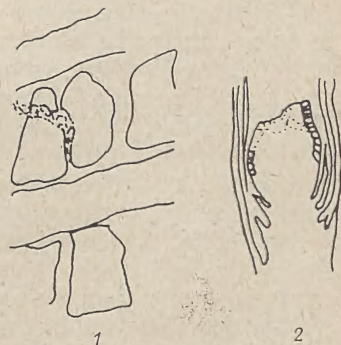
Bardzo prymitywnie zbudowane „szyszkokwiaty” w klasie *Bennetitales*, rozpowszechnione zwłaszcza w Kredzie Dolnej, były zapewne pierwszymi na Ziemi kwiatami entomogamicznymi.

Nikt nie znalazł jeszcze w świetnie niekiedy zachowanych skamieniałych kwiatach bennetytów resztek ciał owadów. Możliwość takiego odkrycia nie można jednakże wykluczyć. Natomiast są ślady ich obecności w mikrosporofilach bennetytów. Stwierdziła je w okazie *Cycadeoidea* sp. znalezionym w Polsce w zachodnich Karpatach (w miejscowości Przenosza koło Limanowej) i opisała Reymanówna (1960). Okaz pnia tego bennetyta pochodzi najprawdopodobniej z karpackich osadów fliszowych wieku kredowego (Barremian). Ślady obecności owadów gryzących różne tkanki są na zbadanym pniu tak liczne, że autorka opisując je przypuściła, iż one były przyczyną niepełnego rozwinięcia się kwiatów, które przynajmniej częściowo u tego okazu zmarniały w pączkach. To jednakże nie jest sprawą istotną. Natomiast ważne i mające charakter dowodowego argumentu jest to, że w mikrosporofilach (pręcikach), a mianowicie w ich komorach pyłkowych stwierdzono obecność kanałów wygryzionych przez owady, wypełnionych detritusem z pogryzionych pręcików, wśród którego znajdują się również luźne ziarna pyłku, a w tkankach sąsiednich także stosunkowo duże, ciemne koprolity (odchody) owadów. Odsyłając interesujących się tym bliżej do oryginalnej pracy Reymanówny z licznymi fotografiami, tutaj ograniczamy się

do podania dwu rysunków, które w nieco schematyzowanej formie przedstawiają kanały wydrążone w komorach pręcikowych przez owady wraz z nagromadzeniem detritusu i koprolitów o których była mowa, oraz zniszczone zalążki na szczycie żeńskiej „szyszki”.

Do swoich obserwacji Reymanówna dodała uwagę, iż „jest faktem dobrze znanym, że w czasie gdy owady zjadają męskie lub żeńskie kwiaty, równocześnie przenoszą one pyłek na zalążki. Między innymi Rattray (1913) stwierdził, że zapylenie u cykasa *Encephalartos villosus* dokonywane jest przez owady należące do grupy *Rhynchota*, które żywią się pyłkiem, lecz zarazem składają jaja do wnętrza zalążków w kwiatach żeńskich tego cykasa. W ten sposób zapewnione jest zapylenie zalążków, chociaż część ich niszczą rozwijające się w nich larwy owadów i — do-

Rys. 5. 1 — część złożonego pręcika (mikrosporo-fila) u bennetyta (*Cycadeoidea* sp.) z kredy dolnej w Karpatach zachodnich. Jedną z komór pyłkowych przecina chodnik wygrzyziony przez owady. Powiększenie ok. 50 razy, 2 — szczyt szyszki tego samego bennetyta ze zniszczonymi zalążkami zapewne przez owady. Powiększenie ok. 2,5 razy. Obydwa rysunki wykonała z oryginalnych fotografii w swej pracy M. Reymanówna (1960)



dajmy tutaj — chociaż cykas ten jest rośliną dwupienną, posiadającą na oddzielnych okazach kwiaty męskie i żeńskie. Dodać tu również należy, że u opisanego wyżej okazu bennetyta z Karpat nie zachowały się nasiona. Być może, że przyczyną tego były złożone tam jajka owadów; wylęgłe z nich larwy przeszły do bogatych w pyłek pręcików, które uszkodziły. Za taką hipotezą przemawia fakt, że kanaliki w komorach pyłkowych są bardzo wąskie. Średnica ich wynosi tylko 1/15—1/20 mm. O ile trudno by było przyjąć, iż zerwały tam owady doskonale, o tyle larwy ich (np. z grupy pluskwiaków *Rynchota* lub przylżeńców *Thyzanoptera*) wymiarami ciała mogły im odpowiadać.

Ostatnie uwagi wskazują na możliwość, iż w przypadkach, w których te same owady wykorzystują dla swego życia kwiaty męskie i kwiaty żeńskie, nie tylko kwiaty dwupłciowe, lecz również kwiaty rozdzielнопłciowe (a nawet dwupiennie) mogły dać na ziemi początek symbiozie typu kwiat—zwierzę.

Jest prawdopodobne, że wyłączenie odżywianie się owadów pyłkiem u pierwotnych roślin Okrytozalążkowych w toku ich dalszej ewolucji nie mogło się utrzymać, gdyż było nieekonomiczne, a w dodatku mogło prowadzić do zahamowania rozwoju kwiatów. Zatem nie można sobie wyobrazić ewolucji pręcików bennetytów lub roślin podobnych do nich, idącej w kierunku redukcji ilości komór pyłkowych i uproszczenia morfologii ich budowy, bez przyjęcia, że taka kierunkowa ich ewolucja wyprzedzona być musiała wytworzeniem przez kwiaty odpowiedniego środka zastępującego pyłek, równie jak on dla owadów pożywnego i atrakcyjnego. Takhtajan przyjmuje, że była nim słodycz w nowo powstałych miodnikach. Ponieważ wszakże owady spożywające pyłek z kwiatów

bennetytów miały organy pyszczkowe gryzące — co wynika z charakteru pozostawionego przez nie detritusu w kwiecie — bardziej prawdopodobne wydaje się, że nie miodniki i nie słodycz, lecz pożywne ciała jadalne były pierwszym etapem w ewolucji kwiatów u pierwotnych Okrytozalążkowych typu *Cycadeoidea*. Takie ciała karmiące spotykamy jeszcze dziś u prymitywnych i przez chrząszcze zapyłanych kwiatów, przedstawicieli rodziny *Calycanthaceae*, która, chociaż dziś zaliczana bywa do rzędu *Laurales*, bardzo blisko jest spokrewniona z najpierwotniejszym rzędem *Magnoliales*.

4. PERIODYCZNOŚĆ W PRZEBIEGU EWOLUCJI

Dla ewolucji zarówno roślin, jak i zwierząt jest charakterystyczne to, że po przebyciu stadiów ogólnej progresji ewolucyjnej następowały okresy, w których przeważała ewolucja przystosowawcza, czyli specjalizacja. Przykładem może być tu (według Takhtajana 1959) — ewolucja psylofitów (*Psilophyta*), najstarszych roślin lądowych. Ich powstanie w roślin wodnych było osiągnięciem nowego, bardzo ważnego etapu w ogólnej progresywnej ewolucji roślin zarodnikowych. Znalazło to swój wyraz w powstaniu u tych roślin tkanek przewodzących, skórki (epidermy) z jej systemem szparkowym i innych cech właściwych dla roślin lądowych. W następstwie jednak tego postępu ogólnego, dokonanego w pierwszym okresie ewolucji psylofitów rozpoczął się szybko okres drugi, ewolucji przystosowawczej, czyli specjalizacji: obok form psylofitów, które zachowały swoje cechy pierwotne, pojawiły się liczne inne, o nowych cechach morfologicznych, anatomicznych i ekologicznych. Między innymi wyspecjalizowanymi ich typami pojawiły się również takie typy roślin, które powróciły do wody jako do siedliska życia (*Zosterophyllum* i *Taeniocrada*) oraz liczne takie, które pozostając na lądzie weszły w symbiozę z grzybami i uzyskawszy przez to większą żywotność mogły opanować liczne nowe siedliska życiowe na drodze „przystosowawczego rozprzestrzeniania się” (adaptive radiation).

Ewolucja pierwotnych roślin Okrytozalążkowych przebyła również takie dwa okresy: pierwszy był okresem ogólnej ewolucji progresywnej, drugi zaś — ewolucji przystosowawczej czyli specjalizacji. Rząd *Magnoliowych* (*Magnoliales*), który wykazuje najwięcej cech pierwotnych (prymitywnych) pośród wszystkich innych żyjących dziś na lądzie rzędów grupy Wielooowcockowych (*Polycarpicae*), prawdopodobnie niedługo po powstaniu z Nagozalążkowych (zbliżonych być może do bennetytów), przeszedł w fazę szybkiej i bardzo wielostronnej ewolucji specjalizacyjnej. Przystosowawcza i wielokierunkowa „radiacja” nowych form z ośrodka (lub ośrodków) powstania na Ziemi roślin Okrytozalążkowych, przy nie spotykanej przedtem u żadnej innej grupy roślin żywotności i plastyczności, pozwoliła im też w stosunkowo krótkim czasie (głównie w okresie górnokredowym) zająć olbrzymie obszary na wszystkich ówczesnych kontynentach.

Wyraziłem przypuszczenie, że właściwą ewolucję specjalizacyjną miodników u najbardziej pierwotnych roślin Okrytozalążkowych, wywodzących się od kwiatów Nagozalążkowych — może typu *Bennettiales* — poprzedził etap powstania w prymitywnych kwiatach Okrytozalążkowych ciałek odżywczych, będących dla owadów niejako rekom-

pensatą za pyłek. Dalszą dopiero zdobyczą ewolucji kwiatów byłyby miodniki i nektar, lecz te łączył prawdopodobnie należy z ewolucją słupkowie. Niemniej pyłek był i pozostał dotychczas u wielu roślin Okrytozalążkowych, sam lub obok słodyczy, ważnym pożywieniem owadów w kwiatach entomogamicznych. Co więcej, obok pierwotnych typów tzw. kwiatów pyłkowych (np. z rzędu *Ranales*) wystąpiło też rychło zjawisko powrotu do wielkiej ilości pręcików i do produkowania wielkiej ilości pyłku w rzędach, które przedtem uprościły już swoje pręcikowie. Był to proces ewolucji regresywnej, analogicznej do w t ó r n e j wiatropylności.

Nie będę próbował opisywać przypuszczalnych etapów ewolucyjnych, jakie w szybko postępującej specjalizacji zdobyły rośliny Okrytozalążkowe w kierunku doskonalenia przystosowań ekologicznych ich pręcikowie i słupkowie. Odwołać się tu możemy do jasnych wywodów na ten temat Takhtajana (1959) (s. 82—110) oraz wskazać na zamieszczone tam ryciny przedstawiające poglądowo kierunki ewolucji organów rozrodczych (ryc. 15—25). Być może, pierwotne kwiaty, w których owady wykorzystywały zarówno pyłek, jak nagie zalążki, składając w nich swe jajka, uwolniły się od tego niekorzystnego świadczenia przez wytworzenie słupka, mającego tendencję wydłużania szyjki.

Osobnego omówienia wymaga powstanie i ewolucja kwiatostanów. Z braku miejsca musimy tu z tego zrezygnować.

5. ROLA PARTNERÓW W EWOLUCJI SYMBIOZY TYPU KWIAT—ZWIERZĘ

Przyjmując, że ewolucja symbiozy kwiatów ze zwierzętami zapylającymi je odegrała w ogólnej progresywnej ewolucji roślin Okrytozalążkowych ważną rolę oraz że ewolucja ta była kierowana przez dobór naturalny (selekcję) — musimy zaproponować odpowiedź na pytanie, który z dwu partnerów symbiozy typu kwiat—zwierzę był c z y n n i k i e m k i e r u j ą c y m selekcją wśród niezliczonej ilości ich cech. Najczęściej przyjmuje się, że obydwie strony, tzn. kwiaty i zapylające je zwierzęta były wzajemnie względem siebie czynnikami selekcyjnymi, wpływającymi na utrzymywanie i doskonalenie się ich cech przystosowawczych.

Tak ogólnie wyrażona opinia w rzeczywistości jest wykrętą i unikalną udzielenia odpowiedzi. Wydaje się, że o wiele bardziej uzasadniony jest pogląd, iż w symbiozie kwiatów z zapylającymi je zwierzętami zwierzęta, a nie rośliny odgrywały na wielką skalę rolę czynnika dokonującego selekcji. Wynika to z ogólnej ich aktywności fizycznej i zmysłowej. Po pierwsze są one ruchliwe i przenoszą się swobodnie z miejsca na miejsce, podczas gdy kwiaty są istotami przywiązanymi ściśle do swych siedlisk życia. Po wtóre, zwierzęta zapylające kwiaty mają swoiste i bystre zmysły, którymi kierując się odszukują i rozpoznają odpowiadające im potrzebom kwiaty. Po trzecie wreszcie, zwierzęta — przede wszystkim ptaki (zwłaszcza kolibry) i owady żyjące w zróżnicowanych społeczeństwach, jak pszczoły lub trzmiele — mają rozwinięte niekiedy w bardzo wysokim stopniu takie właściwości zmysłów, których inaczej aniżeli inteligencją nazwać nie można. W przypadkach bardzo ściślej zależności życiowej obydwu symbiontów zwierzęta (np. kolibry) stają się jak gdyby posiadaczami „swoich” kwiatów, od których odpędzają wszystkich konkurentów. Słowem zwierzęta, a nie rośliny są z reguły aktywnym czynnikiem doborowym w układzie symbiotycznym typu kwiat—zwie-

rzę. Na pytanie, czy także rośliny (ich kwiaty) są i w jakim stopniu w stosunku do zwierząt zapylających je selektorami przy różnicowaniu się i specjalizacji swych cech przystosowawczych — odpowiedzieć musimy również potwierdzająco. Czynią to one jednak inaczej, jak gdyby biernie, przez olbrzymią skalę własnej zmienności, której podlegają ustawnie, zarówno pod wpływem różnych właściwości ich siedlisk życiowych, jak pod wpływem odbywających się w nich samych zmian genetycznych (przez hybrydyzację, poliploidalność, mutacje genów itp.).

Faktem jest, że każda selekcja działa bardziej skutecznie w wielkich aniżeli w małych populacjach. Ma ona też prawie zawsze wpływ bądź na ustalanie się, bądź też na eliminację wszelkich cech zmiennych, które nagromadzone są w obrębie zasięgu geograficznego populacji każdego gatunku rośliny kwiatowej, w szczególności zaś każdej wielkiej ich populacji. Dlatego też te okresy geologiczne, w których panujące warunki klimatu i gleby szczególnie sprzyjały powstawaniu wielkich populacji gatunków i ich przystosowawczemu rozprzestrzenianiu się, stwarzały liczne szanse dla powstania nowych cech w budowie kwiatów, a przez to właśnie czyniły z roślin ważny czynnik selekcyjny w kierunku utrwalania zmian i doskonalenia się cech przystosowawczych u zapylających je zwierząt.

Taki pogląd na wzajemny wpływ selektywny roślin i zwierząt w ich symbiozie typu kwiat—zwierzę najlepiej tłumaczy rolę doboru naturalnego w powstaniu i ewolucji tego zjawiska. Jest on w pewnym stopniu nawrotem do hipotezy H. Müllera, a zarazem podkreśla rolę twórczą inteligencji zwierząt. Pogląd ten jest *sui generis* poglądem neolamarckistycznym.

6. HISTORYCZNE OKRESY W EWOLUCJI SYMBIOZY TYPU KWIAT—ZWIERZĘ

Etapy powstania i ewolucji symbiozy kwiatów z zapylającymi je grupami zwierząt, przedstawione na tle historii życia na Ziemi, obejmują nie dający się bliżej określić czas geologiczny. Jeżeli przyjmiemy, że pierwsze *Angiospermae* powstały już w triasie (opisywano je m.in. z triasu z Colorado), to dolną czasową granicę powstania kwiatów umieścić należy w czasie ok. 325 milionów lat wstecz od czasu obecnego. Jeżeli jednakże staniemy na stanowisku, że *Angiospermae* powstały dopiero w kredzie dolnej, gdzie ich obecność nie podlega żadnej dyskusji, to powstanie pierwszych, zapewne zojdiogamicznych kwiatów Okrytozalążkowych na Ziemi odmłodzić wypadnie o ok. 85 milionów lat, tzn. przyjąć, że ich wiek geologiczny sięga ok. 140 milionów lat wstecz w stosunku do doby obecnej.

Pojawienie się na Ziemi nowatorskiej grupy roślin Okrytozalążkowych przyszło w kredzie nie stopniowo, lecz eksplozywnie i szybko też weszły one w stadium wszechstronnego przystosowawczego rozprzestrzeniania się (adaptive radiation) na kuli ziemskiej.

Ta nagła eksplozja biologiczna, największa z dotychczas poznanych w świecie roślin, miała oczywiście swoją podstawę i swoje przyczyny. Podstawę jej tworzyły mało nam znane lub nieznanne jeszcze grupy Nagozalążkowych, zbliżonych do klas *Bennettitinae*, *Cycadinae* lub *Gnetinae*. Posiadały one już zapewne kwiaty entomogamiczne, a owady odwiedzające je zjadały najpierw tylko pyłek, a może i część zalążków, w które składały jajka.

Przyczyną bezprzykładnej ekspansji roślin Okrytozalążkowych mogły być tylko wielkie przemiany paleogeograficzne, i takie właśnie są charakterystyczne dla górnego paleozoiku i dolnego mezozoiku. Tylko takie przemiany na ówczesnych lądach Ziemi — olbrzymie w swoich amplitudach oraz powszechne — mogły stworzyć warunki najpierw dla powstania i szerokiego rozprzestrzeniania się wielkich populacji, a następnie dla przystosowawczego różnicowania się z nich jednostek systematycznych różnego stopnia. Były to populacje plastyczne, wśród których efektywną selekcją cech morfologiczno-ekologicznych przeprowadzały w kredzie rozszerzające się równocześnie po Ziemi kwiatolubne owady: chrząszcze, a także muchówki i błonkówki. Rozszerzające się na Ziemi drzewiaste *Angiospermae* o kwiatach bądź wiatropylnych, bądź owadopylnych wzbogaciły w kredzie swe właściwości ekologiczne i w następstwie tego zajęły szybko wielkie obszary Ziemi wypierając z nich mezozoficzne *Gymnospermae*.

Wielkie i powszechne przeobrażenia geotektoniczne, które po długotrwałym zlodowaceniu permo-karbońskim południowej półkuli opanowały całą Ziemię, trwały na niej w zmiennych fazach klimatycznych aż po koniec okresu kredowego — a więc przez ok. 200 milionów lat. Wyrzyły się one:

- 1) w ruchach górotwórczych skorupy ziemskiej,
- 2) w licznych transgresjach i regresjach mórz w stosunku do prastarych cokołów lądowych,
- 3) w potężnych zmianach klimatycznych.

Każdy z trzech wymienionych czynników działał zarówno sam przez się, jak i w różnych kombinacjach z innymi przez zawrotną długość czasu. Powstające i znikające pod wpływem penepłenizacji góry odgrywały wielką rolę, zwłaszcza przy międzykontynentalnym rozprzestrzenianiu się nie tylko starych i nowych systematycznych grup roślin i zwierząt, lecz również ich ekologicznych skupień. Zmiany w geomorfologii Ziemi — a zwłaszcza transgresje i regresje mórz — stwarzały niezliczone okazje zarówno do regionalnego rozprzestrzeniania się, jak i do izolacji i zanikania zasięgów populacji oraz ekologicznych układów roślin i zwierząt. Wahnienia klimatyczne obejmujące całą kulę ziemską — rządzące również niestałym układem na niej stref bioklimatycznych — uzupełniały obraz dynamicznych przemian warunków życia. O decydującej roli tych czynników dla ewolucji roślin i zwierząt powiedział H. H. Ross (1962), że „bez dynamicznych przemian geotektonicznych nie byłoby dynamicznych zmian w środowiskach życia, a tym samym nie byłaby możliwa taka ewolucja organizmów na Ziemi, jaka w rzeczywistości tutaj odbyła się”. Inaczej mówiąc, dynamika geotektoniczna skorupy ziemskiej stworzyła dynamikę środowisk życiowych, a jej produktem — również dynamicznym — była ewolucja organizmów na Ziemi.

Te skojarzone z sobą wzajemną zależnością siły i układy działały w kilku nadrzędnych i bardzo wielu podrzędnych cyklach, które miały różne zasięgi geograficzne i różne nasilenia. W okresach minimalnych ruchów w skorupie ziemskiej, przy penepłenizacji wielkich obszarów, warunki klimatyczne i edaficzne kształtujące ewolucję były wręcz przeciwnie tym, jakie panowały w okresach maksymalnych ruchów i najwyższych elewacji. Laramicka faza orogeniczna w czasie późnej kredy i wczesnego trzeciorzędu, była ze stanowiska ewolucji symbiozy typu kwiat—zwierzę, jak się wydaje, najważniejsza.

Emberger (1968) w swej doskonałej książce syntetycznej na temat stosunku świata roślin wymarłych do dziś żyjących, podał m.in. interesujące nas zestawienie zmieniającego się w kredzie składu flory grupy *Angiospermae*. Zestawienie to uwzględnia wyniki wszystkich nowszych badań krytycznych jednostek taksonomicznych kredowych roślin Okrytozalążkowych (l.c. str. 619—623). Można z niego wyciągnąć interesujące wnioski co do ekologii ich zapylania. Biorąc pod uwagę tylko same rodziny roślin Okrytozalążkowych — były one reprezentowane w kredzie tak, że w kredzie dolnej (od neokomu po apt) było ich na Ziemi tylko około 14, w kredzie środkowej (alb — cenoman) około 32, zaś w kredzie górnej (turon — dan) już co najmniej 53. Skok w ilości rodzin roślin Okrytozalążkowych od dolnej do górnej kredy wyniósł zatem z górą 300% przyrostu.

Spomiędzy 14 rodzin *Angiospermae* reprezentowanych w kredzie dolnej ogromna większość (ok. 60%) była zapewne wyłącznie lub częściowo wiatropylna, w kredzie środkowej (32 rodziny) stosunek rodzin wiatropylnych do owadopylnych przedstawiał się jak 21 : 10, czyli było tylko około 1/3 rodzin o kwiatach owadopylnych; w kredzie górnej (53 rodziny) stosunek ten radykalnie się zmienił i przedstawiał się mniej więcej jak 26 : 27, czyli że ilość rodzin wiatropylnych i owadopylnych na Ziemi prawie się wyrównała.

Powyższe dane mają oczywiście tylko ogólną i orientacyjną wartość, niemniej potwierdzają one wyraźnie słuszność tezy o decydującym znaczeniu okresu górnej kredy dla ewolucji zoidiogamii kwiatów na Ziemi.

W następstwie trzeciorzędowego odnowienia oblicza Ziemi, nastąpiło w tym okresie zmodernizowanie i udoskonalenie symbiozy typu kwiat—zwierzę. Progresywna ewolucja zoidiogamii wprowadziła stopniowo do niej, obok dawnych, nowe grupy błonkówek żyjących towarzysko, coraz bardziej inteligentnych, oraz motyle, które dopiero w tym okresie stały się ważnym symbiontem kwiatów. Ilość typów morfologiczno-ekologicznych wśród kwiatów powiększyła się istotnie, zwłaszcza po opanowaniu przez Okrytozalążkowe rośliny zielne nawet bardzo wysokich gór oraz obszarów suchych. Zapewne przy końcu tego okresu rozwinęła się też na Ziemi w strefach klimatu ciepłego ornitogamia w kilku centrach na półkuli południowej. Zwłaszcza z centrum południowo-amerykańskiego weszły kolibry na niesłychanie wprost twórczą drogę przystosowawczego rozprzestrzenienia się i specjalizacji ewolucyjnej. Pod naporem ich konkurencji poczęły wyraźnie wycofywać się z udziału w ścisłym współżyciu z kwiatami tu i ówdzie owady, nie wyłączając motyli.

Następny, czwartorzędowy okres w ewolucji kwiatów nie dorównał poprzednim ani pod względem zasięgu, jakim objął Ziemię, ani też pod względem czasu swego trwania. W wiele milionów trwającej historii życia roślin Okrytozalążkowych na Ziemi niespełna 1 milion lat trwający plejstocen był tylko krótkim epizodem. Niemniej wywołał on ważne przemiany w składzie i rozmieszczeniu geograficznym biocenozy oraz składających je populacji roślin i zwierząt; zwłaszcza na półkuli północnej, a także w obszarach górskich. Jednakże w strefie przyrównikowej zmian prawie nie było. Łądolody na niżu i lodowce w górach wyparły z wielu obszarów rośliny i zwierzęta; niemniej pozostałe na nunatakach oazy ich życia przyczyniły się do utrzymania nawet w obszarach najsilniej zlodowaciałych reliktowych kolonii roślin kwiatowych i współżyjących z nimi owadów.

Czynnikiem kierującym ostatnim okresem historii symbiozy typu kwiat—zwierzę stał się człowiek. Bardzo krótko, bo niewiele więcej aniżeli 10—12 tysięcy lat trwająca jego w tym kierunku działalność, przybrała z czasem na sile i zasięgu tak bardzo, że dzisiaj gospodarka człowieka w przyrodzie dobra lub zła (częściej zła aniżeli dobra) wpływa najsilniej na Ziemi na przekształcanie naturalnego obrazu symbiozy typu kwiat—zwierzę.

LITERATURA

- [1] Axelrod D. I. — *How old are the Angiosperms?* Amer. Journ. of Science, vol. 259, 447—459, 1961.
- [2] Baker H. G. — *Evolutionary mechanisms in pollination biology*, Science, 139, 1963.
- [3] Baker H. G., Hurd P. D. — *Intrafloral ecology*, Ann. Rev. of Entomol., 13, 1968.
- [4] Becker H. F. — *Fleurs et insectes pollinizateurs. Une longue histoire évolutive de spécialisation*. Nature Sc. Progr., 3363, 241—248, 1965.
- [5] Berg R. — *Dalnieszyje issledowanija po stabilizirujuszczemu otboru w ewolucji cwiетка*, Bot. Żurn., 43, 1, 12—27, 1958.
- [6] Bodmer W. F. — *The genetics of homostyly in populations of Primula vulgaris*, Phil. Trans. B., 242, 517—549, 1960.
- [7] Brown W. H. — *The bearing of nectaries on the phylogeny of flowering plants*, Proc. Amer. Phil. Soc., 79, 549—595, 1938.
- [8] Cammerloher H. — *Blütenbiologie, Wechselbeziehungen zwischen Blumen und Insekten*, Berlin, Gebr. Bornträger, 1—199, 1931.
- [9] Czeczott H. — *Skład i wiek flory bursztynów bałtyckich*, Prace Muzeum Ziemi, nr 4, Warszawa, 1961.
- [10] Davenport D. — *The esthetics of Orchid Pollination*, Natural History, Journal of the American Museum of Natural History, vol. 77, no. 4, 1968.
- [11] Delevoryas T. — *Morphology and Evolution of Fossil Plants*, London, 1962.
- [12] Delevoryas T. — *Prinzipien der Pflanzenphylogenie*, (Seria: Moderne Biologie), München, 1962.
- [13] Diels L. — *Pflanzengeographie*, Berlin und Leipzig, Aufl., 3, 1929.
- [14] Ehrlich P. R., Holm R. W. — *The process of Evolution*, Stanford University, New York—London, 1963.
- [14a] Emberger L. — *Les plantes fossiles dans leurs rapports avec les végétaux vivants*, Paris, 1968.
- [15] Emerson A. E. — Section V. *Ecology and Evolution*, in Allee et al. 598—729, 1949.
- [16] Ford E. B. — *Genetyka ekologiczna*, Warszawa, PIWRiL, 1—350, 1967.
- [17] Gawryluk W. A. — *Prodożytelność perioda plodonosenija i semennaja produktiwnost rastenij jugo-wostocznoj Czukotki*, Bot. Żurn., 46, 1, s. 93, 1961.
- [18] Gaylord G. S. — *The Meaning of Evolution*, New Haven Yale University Press, 1960.
- [19] Grant V. — *Natural History of the Phlox Family*, Systematic Botany, The Hague, 1959.
- [20] Grant V., Grant K. A. — *Flower pollination in the Phlox Family*, New York—London, 1965.
- [21] Heberer G. — *Die Evolution der Organismen*, Ergebnisse und Probleme der Abstammungslehre, Stuttgart, 1954.

- [22] Hecker R. F. — *Introduction to paleoecology*, 1965.
- [23] Knoll F. — *Die Erfolge der experimentellen Blütenbiologie*, Abh. Zool. Bot. Ges. Wien 12, Heft 3, 1926.
- [24] Knoll F. — *Organisation und Gestalt im Bereich der Blüte*, Berlin 1928.
- [25] Knoll F. — *Die Biologie der Blüte*, Berlin—Göttingen—Heidelberg, Springer, 1—164, 1956.
- [26] Kugler H. — *Einführung in die Blütenbiologie*, Jena, G. Fischer: 1—278, 1965.
- [27] Leppik E. E. — *Floral evolution in the Ranunculaceae*, Iowa State Journ. Sci., 39, 1964.
- [28] Marloth R. — *Die Ornithophilie in der Flora Südafrikas*, B. D. B. G., 19, 1771, 1901.
- [29] Mrazek H. — *Das Werden Europas — geotektonisch gesehen*, Wissen und Leben 3, Urania, Berlin, 1963.
- [30] Müller H. — *Die Alpenblumen, ihre Befruchtung durch Insekten und die Anpassungen an dieselben*, Leipzig, W. Engelmann, 1881.
- [31] Pijl D. — *Ecological aspects of flower evolution*, II. Zoophilous flower classes, Evolution vol., 15, 1961.
- [32] Porsch O. — *Methodik der Blütenbiologie*, Abderhalden, Handbuch d. biolog. Arbeitsmethoden, Abt. XI. Leipzig, 1924.
- [33] Porsch O. — *Der Vogel als Blumenbestäuber*, Biol. General., 9, 2, 239—252, 1933.
- [34] Porsch O. — *Das Bestäubungsleben der Kakteenblüte*, Jhrb. Deutsch. Kakteenenges., 1937, 1939.
- [35] Rattray G. — *Notes on the pollination of some South African Cycads*, Trans. R. Soc. South-Africa, 3, 259—270, 1913.
- [36] Reymanówna M. — *A Cycadeoidean Stem from the Western Carpathians*, Acta Palaeobotanica, vol. I, nr 2, Kraków, 1960.
- [37] Roberstson C. — *The Structure of the flowers and the mode of pollination of the primitive Angiosperms*, Bot. Gaz., vol. 37, 1904.
- [38] Roberstson C. — *Flowers and Insects. Evolution of entomophilous flowers*, Bot. Gaz., vol. 63, 1917.
- [39] Rose H. H. — *A synthesis of Evolutionary Theory*, New York, 1962.
- [40] Schwarzbach M. — *Das Klima der Vorzeit. Eine Einführung in die Paläoklimatologie*, II Aufl. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 1—275, 1961.
- [41] Simpson G. G. — *The Meaning of Evolution*, New Haven, Yale Univ. Press, 1949.
- [42] Stebbins G. L. — *Zmienność i ewolucja roślin*, Warszawa, 1958.
- [43] Szafer W. — *Życie kwiatów (Zarys biologii kwiatów)*, Lwów, Jakubowski, I—VIII, 1—190, 1927.
- [44] Szafer W. — *Ogólna geografia roślin*, PWN, Warszawa, s. 434, 1964.
- [45] Sztolcman J. — *Szkice ornitologiczne*, Warszawa, 1916.
- [46] Takhtajan A. — *Die Evolution der Angiospermen*, Jena, 1959.
- [47] Termier H. et Termier G. — *Evolution et Paléogéographie*, Paris, 1959.
- [48] Vogel S. — *Farbwechsel und Zeichnungsmuster bei Blüten*, Österr. bot. Z. 97, Heft 1, 45—100, 1950.
- [49] Vogel S. — *Blütenbiologische Typen als Elemente der Sippengliederung*, Bot. Studien, 1., Jena, 1954.
- [50] Wachramejew W. A. — *Die Rolle der geologischen Verhältnisse bei der Entwicklung und Verbreitung der Angiospermenfloren in der Kreidezeit*, Bull. d. Moskauer Gesellsch. d. Naturforscher, Abt. Geologie, 22 (6), 3—17, 1947.

- [51] Werth E. — *Wie alt ist die Erkenntnis der Sexualität der Pflanzen?* B.D.B.G., Bd. XLVII, Berlin—Dahlem, 1929.
- [52] Werth E. — *Bau und Leben der Blumen*, Stuttgart, 1956.
- [53] Wojtusiak R. J. — *Rozróżnianie barw u zwierząt a barwy kwiatów*, Kosmos B. Lwów, 62, 259—284, 1937.
- [54] Wojtusiakowa H. — *Współżycie zwierząt i kwiatów*, Kraków, Ks. S. Kamińskiego, 1—80, 1948.
- [55] Zinderen-Bakker E. M. — *Palaeoecology of Africa 1950—1963*, 1, A.A. Balkema Cape Town, Amsterdam, 1966.
- [56] Zinderen-Bakker E. M. — *Palaeoecology of Africa 1964—1965*, A.A. Balkema Cape Town, Amsterdam, 1967.

RACJONALNA SIEĆ REZERWATÓW PRZYRODY W ZWIĄZKU RADZIECKIM

PROGRAMOWANIE SIECI REZERWATÓW

Cechą współczesnego kierunku konserwatorskiego w ruchu ochrony przyrody jest planowa działalność w skali całego państwa. Rezerwaty przyrody, to jest tereny i obiekty, których zachowanie w stanie naturalnym uznaje się za pożądane z motywów naukowych, gospodarczych, społecznych lub innych, w wielu krajach ustanawiane są w oparciu o wszechstronnie opracowany, długofalowy plan. Plan taki, zwany racjonalną siecią rezerwatów, powstaje na podstawie krytycznej analizy dotychczas istniejących lub projektowanych rezerwatów, skonfrontowanej z całą wiedzą o przyrodzie danego kraju oraz z potrzebami — aktualnymi i przewidywanymi — nauk przyrodniczych, nauczania, gospodarki i kultury narodowej. Prawidłowo opracowana sieć rezerwatów, obok istniejących i projektowanych rezerwatów, zawiera również elementy prognozy: wybiegając w przyszłość zakłada powstawanie rezerwatów nawet na tych terenach; na których obecnie nie są znane odpowiednie obiekty, z powodu niedostatecznego stopnia zbadania terenu. Wyraża również potrzebę powołania pewnych kategorii rezerwatów, dotychczas w niedostatecznej ilości reprezentowanych w inwentarzu rezerwatów całego państwa lub poszczególnych jej części.

Racjonalne sieci rezerwatów opracowywane są przez instytucje naukowe, a zatwierdzone przez odpowiednie urzędy państwowe lub inne oficjalne instytucje powołane do spraw ochrony przyrody. Przyjęcie sieci przez urząd państwowy jest wyrazem zobowiązania państwa do jej realizacji.

Polska posiada racjonalną sieć rezerwatów od 1961 r. (Czubiński 1965). Powstała ona po wielu latach badań i została zatwierdzona przez Państwową Radę Ochrony Przyrody. Sieć przewiduje dla Polski potrzebę ustanowienia około 800 rezerwatów i 14 parków narodowych. Uwzględnia ich strukturę przestrzenną proporcjonalnie do stopnia zróżnicowania krajobrazu i stanu zachowania przyrody. Jednocześnie ustala pewne wytyczne w płaszczyźnie podziału rezerwatów na grupy według obiektu ochrony, tak by wszystkie dziedziny zjawisk przyrodniczych, wszystkie typy krajobrazów — a więc przyroda nieożywiona, woda, torfowiska, szata roślinna, flora, fauna — znalazły właściwą ochronę. Sieć rezerwatów wyznacza wojewódzkim konserwatorom przyrody oraz badaczom terenowym kierunki poszukiwań właściwych terenów i obiektów pożądanych do rezerwatów z punktu widzenia potrzeb ogólnopaństwowych. Jednocześnie kwalifikuje obszary oraz kategorie zjawisk przyrody, które

w pierwszej kolejności powinny być poddane ochronie z racji szybkiego zaniku, niedostatecznej reprezentacji w inwentarzu dotychczas istniejących rezerwatów bądź też z racji większego zapotrzebowania nauki lub życia społecznego na określony rodzaj rezerwatów.

Przykładem takiego zapotrzebowania, wciąż rosnącego, jest masowy ruch turystyczny oraz potrzeby terenów rekreacyjnych dla ludności, zwłaszcza w rejonach silnej urbanizacji. Pod naporem ogromnej fali turystów, koncentrującej się w parkach narodowych — jakże nielicznych i jakże małych wobec rozmiarów tej fali — przyroda i krajobraz tych parków ponosi duże straty. Zaspokojenie potrzeb na tereny turystyczno-rekreacyjne jest możliwe tylko poprzez zwiększenie liczby i obszaru specjalnie do tych celów powoływanych rezerwatów przyrody, zwanych u nas rezerwatami krajobrazowymi. Postulat taki znajduje dobitny wyraz w polskiej racjonalnej sieci rezerwatów. Widzimy zatem, że opracowanie racjonalnej sieci rezerwatów jest zagadnieniem ważnym nie tylko dla sprawy ochrony przyrody, ale również niezbędnym do harmonijnego rozwoju cywilizacyjnego współczesnych społeczeństw.

W pracy tej pragnę omówić projekt racjonalnej sieci rezerwatów przyrody w Związku Radzieckim, w oparciu o dostępne mi publikacje, przede wszystkim znakomitą pracę „Primieczatelnije prirodnyje ląd-szafty SSSR i ich ochrana” pod redakcją L. K. Szaposznikowa (1967).

Związek Radziecki jest jednym z dwu krajów świata, gdzie w granicach jednego organizmu państwowego znalazła się tak wielka różnorodność krajobrazów: od tundry Arktyki po plantacje bawełny i herbaty, od bujnych lasów liściastych Dalekiego Wschodu po stepy Ukrainy i pustynie Turkmenii, od skutych lodem siedmiotysięcznych szczytów Pamiru po dyszące żarem depresje Niziny Nadkaspjskiej. Z powodu niedostępności terenu oraz przyczyn historycznych na niezmiernych przestrzeniach tego kraju zachowały się nie strzępy, jak w Europie, lecz wielkie obszary naturalnej przyrody, obejmujące nierzadko kilka stref roślinno-klimatycznych, bądź przekroje roślinności górskiej od najniższych do najwyższych pięter. Ustrój państwowy nie stwarza obiektywnych przeszkód w urzeczywistnieniu śmiałych i wielkich przedsięwzięć, służących dobru przyszłych pokoleń, wręcz przeciwnie, daje możliwości większe niż w innych krajach świata. Wreszcie trzeba zaznaczyć, iż to, co dzieje się w tym największym państwie świata, dotyczy 1/7 powierzchni lądów naszej planety, w istotny więc sposób waży na sprawach zachowania zasobów przyrody, właściwości biosfery i naturalnego oblicza całej Ziemi. Spojrzenie zatem na postępy ochrony przyrody u naszego potężnego sąsiada może mieć dla nas znaczenie nie tylko poznawcze.

KATEGORIE PRAWNE OBIEKTÓW CHRONIONYCH W ZSRR

W Związku Radzieckim wyróżnia się cztery kategorie prawne obiektów chronionych.

1. Pamiątnik przyrody — odpowiada polskiemu pojęciu „pomnik przyrody” i posiada taki sam zakres. Są to niewielkie powierzchnie lub pojedyncze twory przyrody, mające szczególną wartość naukową i kulturowo-historyczną. Określenie to było użyte w dekreście Rady Komisarzy

Ludowych z dnia 21.X.1921 r. „O ochronie pomników przyrody, ogrodów i parków”, podpisanym przez Lenina.

2. Zapowiednik — według ustawy o ochronie przyrody Republiki Rosyjskiej z dnia 27.X.1960 r. jest to „obszar przeznaczony dla celów naukowo-badawczych i kulturalno-oświatowych, na zawsze wyjęty spod użytkowania gospodarczego”. Podobne sformułowanie zawierają też ustawy innych republik związkowych. Zapowiedniki są dużymi obszarami chronionymi, rzędu dziesiątków i setek tysięcy hektarów, posiadające własną administrację, z reguły własną samodzielną placówkę naukowo-badawczą, często własne wydawnictwo seryjne. Zapowiedniki posiadają reżim ochronny naszych rezerwatów ścisłych, pod względem zaś stopnia organizacji, wielkości obszaru i statutu administracyjno-prawnego odpowiadają naszym parkom narodowym. Z powodu nieprzetłumaczalności tego terminu w dalszym ciągu pracy posługiwać się będą nazwą oryginalną, której słowiańskie brzmienie nie razi naszego ucha. Warto zaznaczyć, że według słowników języka polskiego (M. Orgelbranda, Wilno, 1861; S. B. Lindego, Lwów, 1860; Karłowicza, Kryńskiego i Niedźwiedzkiego, Warszawa, 1927) do XIX wieku był u nas w użyciu przymiotnik „zapowiedny” albo „zapowiedni” w znaczeniu „zakazujący”, „zakazany”, „wstrzymujący”, „wstrzymany”, np. listy zapowiednie = listy wstrzymujące dalsze postępowanie prawne.

3. Zakaznik — według cytowanej wyżej ustawy jest to „obszar ochronny, w którym dopuszcza się gospodarze użytkowanie tylko części składników przyrody, tylko na określony przeciąg czasu i tylko w takim zakresie, który nie przyniesie szkody obiektom chronionym”. Pod względem reżimu ochronnego jest to zatem odpowiednik naszego rezerwatu częściowego, nie ma jednak ograniczeń wielkości powierzchni, która waha się od 0,2 ha do ponad miliona hektarów. Pojęcie to będą w dalszym ciągu tłumaczył jako „rezerwat częściowy”.

4. Prirodnyj park — park natury. Jest to nowe pojęcie, wprowadzone „Zarządzeniem o ochronie przyrody Kazachskiej SRR” z 12.V.1962 r. i analogiczną ustawą Turkmęńskiej SRR z dnia 26.III.1963 r. W parkach natury „na równi z ochroną i ulepszaniem naturalnych kompleksów przyrodniczych stwarza się najbardziej sprzyjające warunki dla pełnowartościowego wypoczynku i odzyskania zdrowia ludności”. W polskim prawodawstwie ochronnym pojęcie to nie ma jeszcze odpowiednika, zbliżone jest do tego, co rozumie się u nas pod pojęciem „rezerwatu krajobrazowego” lub „strefy ochrony krajobrazowej”. Jest ono wytworem zapotrzebowania społecznego na tereny rekreacyjne z naturalną, piękną i pełnosprawną przyrodą.

Opracowane zostały projekty sieci zapowiedników i rezerwatów częściowych. Nad projektem sieci parków natury pracuje Centralne Laboratorium Ochrony Przyrody przy Ministerstwie Rolnictwa w Moskwie. Wszystkie te trzy projekty mają charakter sieci centralnych, obejmujących obiekty o zasadniczym znaczeniu ogólnopństwowym. Mogą one być uzupełnione obiektami o znaczeniu regionalnym przez władze poszczególnych republik związkowych. Z tego tytułu na niektórych terenach, np. na Krymie, w Estonii, istnieje już więcej rezerwatów częściowych, niż przewiduje to sieć ogólnopństwowa. Władzą uprawnioną do stanowienia zapowiedników i rezerwatów częściowych są rządy republik związkowych, w oparciu o własne, republikańskie ustawy o ochronie przyrody.

PROJEKT SIECI ZAPOWIEDNIKÓW

Do roku 1951 istniało w ZSRR 128 zapowiedników o łącznej powierzchni około 12,5 miliona hektarów; tylko nieliczne z nich powstały przed 1917 r. np. Krymski i Barguziński, jako tereny ochronnomyśliwskie. Przeprowadzona w 1951 r. redukcja zmniejszyła liczbę zapowiedników do 11; w pięć lat później istniały tylko 52 zapowiedniki o łącznej powierzchni 1554 tys. ha, przy czym niektóre z nich były traktowane jako tereny doświadczalno-hodowlane dla introdukcji obcych gatunków zwierząt, w innych nie przestrzegano w pełni zasady wyłączenia terenu spod użytkowania gospodarczego.

Projekt racjonalnej sieci zapowiedników został opracowany w 1957 r. przez Komisję Ochrony Przyrody Akademii Nauk ZSRR pod kierownictwem E. M. Ławrenki (Ławrenko i in., 1958). Objął on wszystkie obiekty istniejące wraz z propozycjami powiększenia wielu z nich, część zapowiedników uprzednio skasowanych oraz nowe obiekty. Ogólna liczba zapowiedników w projekcie sieci wynosi 99 łączna zaś ich powierzchnia około 16—17 milionów hektarów; niektóre zapowiedniki składają się z kilku części, np. moskiewski z 3 części, centralno-czarnomorski z 10. W poszczególnych republikach plan przewiduje zapowiedników: Rosja — 50 (plus 20 filii), Estonia — 1, Łotwa — 4, Litwa — 4, Białoruś — 4, Ukraina — 6 (plus 25 filii), Mołdawia — 0, Gruzja — 6 (plus 2 filie), Armenia — 3 (plus 1 filia), Azerbejdżan — 5 (plus 3 filie), Kazachstan — 9, Turkmenia — 9 (plus 1 filia) oraz 2 na pograniczu z Uzbekistanem, Uzbekistan — 3 oraz 2 wspólne z Turkmenią, Kirgizja — 4, Tadżykistan — 2.

W strefie arktycznej sieć przewiduje 4 zapowiedniki (na Nowej Ziemi, Wyspie Wrangla, Półwyspie Tajmyr i Czukczów), przede wszystkim dla ochrony siedlisk fauny arktycznej, zwłaszcza ptaków. W strefie tajgi ma być 30 zapowiedników, z tego 16 w Europie, 7 w Syberii Zachodniej i 7 w Syberii Wschodniej. Lasy liściaste Dalekiego Wschodu znajdują ochronę w 3 zapowiednikach, europejskie zaś lasy liściaste w 5, 1 zapowiednik posiada Krym, 16 Kaukaz i Zakaukazie. Przyrodę strefy stepowej i leśno-stepowej chronić ma w części europejskiej 9 zapowiedników, stepów zachodniosyberyjskich i kazachstańskich 6; sieć zakłada również potrzebę 2 lub 3 zapowiedników na stepach zabajkałskich, brak jednak danych do wyboru najważniejszych terenów. Dla strefy pustynnej przewiduje się 7 zapowiedników, wreszcie dla gór Azji środkowej 16 i dla Kamczatki 2 zapowiedniki.

Autorzy projektu sieci podkreślają szczególnie pilną potrzebę uzupełnienia sieci zapowiedników stepowych i leśno-stepowych, zwłaszcza w Europie, ten bowiem typ krajobrazu ulega najszybszym przemianom.

Organizacja zapowiednika obejmuje następujące czynności: 1) wybór powierzchni drogą badań terenowych i opublikowanie decyzji rządu o utworzeniu zapowiednika wraz z określeniem jego powierzchni, opisem granic; z tą chwilą winna ustać wszelka działalność gospodarcza; 2) organizację ochrony terenu; 3) organizację badań naukowych w zapowiedniku.

Projekt sieci zapowiedników został przedstawiony i przyjęty na posiedzeniu Wydziału Nauk Biologicznych Akademii Nauk ZSRR, a następnie zatwierdzony uchwałą Prezydium Akademii Nauk z dnia 13.IX. 1957 r. W uchwale czytamy: „Uznając wyjątkowo wielkie znaczenie

zapowiedników dla ekonomiki, kultury i nauki ZSRR, Prezydium Akademii Nauk ZSRR postanawia: 1) zatwierdzić wnioski Komisji Ochrony Przyrody AN ZSRR o racjonalnej sieci zapowiedników; 2) zwrócić się z prośbą do Rady Ministrów Republiki Rosyjskiej i wszystkich republik związkowych o rozpatrzenie tych wniosków oraz podjęcie kroków w kierunku rozszerzenia sieci istniejących zapowiedników”.

Projekt sieci zapowiedników został przyjęty z uwagą, nie spotkał się z głosami krytyki ani ze strony przyrodników, ani ze strony czyn-

Tabela 1

Struktura przestrzenna sieci rezerwatów częściowych ZSRR

Republika	Powierzchnia republiki tys. km ²	Grupy rezerwatów					Razem rezerwatów
		botaniczne	geologiczne	bot.-geol.	jeziorne	zoologiczne	
Rosyjska	17100	117	13	11	33	42	216
w tym: część europejska:							
centrum		47	1	3	11	6	68
północ		19	—	2	2	4	27
powołże		17	—	2	6	9	34
Ural		13	4	1	4	7	29
Syberia							
Zachodnia		1	2	—	4	6	13
Syberia							
Wschodnia		4	2	2	1	6	15
Daleki Wschód		10	2	—	1	2	15
Estonia	45,1	6	3	—	1	2	12
Łotwa	63,7	—	—	—	—	—	—
Litwa	65,2	2	1	—	1	—	4
Białoruś	207,6	2	—	—	2	4	8
Ukraina	601	46	7	5	1	5	64
w tym: Krym		7	4	4	—	—	15
Karpaty		22	—	—	1	2	25
Gruzja	69,7	2	3	—	4	—	9
Armenia	29,8	1	—	—	—	—	1
Azerbejdżan	86,6	3	4	—	1	1	9
Mołdawia	33,7	5	6	1	—	—	12
Kazachstan	2715	14	1	—	—	7	22
Turkmenia	488	—	2	—	1	3	6
Uzbekistan	408,9	1	—	—	—	4	5
Kirgizja	198,5	—	—	—	—	2	2
Tadżykistan	143,1	1	—	—	1	3	5

ników gospodarczych. Nie oznacza to oczywiście, że jego realizacja nie napotyka trudności i oporów. W toku realizacji dokonuje się pewnych korektur sieci zapowiedników, z niektórych zrezygnowano, tworząc na ich miejsce rezerwy częściowe.

PROJEKT SIECI REZERWATÓW CZĘŚCIOWYCH

Projekt sieci rezerwatów częściowych powstawał w oparciu o bogaty materiał dokumentacyjny. Rozesłano ankiety, zebrano opinie uczonych i organizacji społecznych, wykorzystano materiały gromadzone od pół wieku, począwszy od komisji ochrony przyrody, powołanej w 1912 roku przy Rosyjskim Towarzystwie Geograficznym. Pracami, skupionymi w Centralnym Laboratorium Ochrony Przyrody, kierował prof. L. K. Szaposznikow. Pierwsza postać projektu została zreferowana na VI Ogólnozwiązkowej Konferencji Ochrony Przyrody w Mińsku w 1963 r., następnie rozesłana dla wniesienia uzupełnień i poprawek do instytucji naukowych, uczelni, organizacji społecznych i władz lokalnych administracji państwowej. Po uzyskaniu odpowiedzi opracowano ostateczną postać projektu, która została opublikowana w 1967 r. (Szaposznikow — red.) w nakładzie 11400 egzemplarzy.

Tabela 2

Projektowana sieć rezerwatów częściowych ZSRR według głównego obiektu ochrony

Grupy rezerwatów	Liczba rezerwatów
Rezerwy botaniczne	200
w tym: rezerwy leśne	137
„ stepowe	37
„ torfowiskowe	16
„ roślinności naskalnej	9
„ łąkowe	1
Rezerwy geologiczne	40
w tym: jaskinie i systemy jaskiń	20
obiekty paleontologiczne	16
inne	4
Rezerwy botaniczno-geologiczne	17
Rezerwy jezienne	45
w tym: ochrona stanowisk gatunków rzadkich lub reliktowych	18
jeziora o unikalnych stosunkach hydrologicznych lub hydrochemicznych	15
jeziora o wielkiej wartości estetycznej	12
Rezerwy zoologiczne	73
w tym: ochrona rzadkich lub cennych kompleksów fauny	17
ochrona rzadkich lub ginących gatunków	17
ochrona miejsc sezonowej koncentracji zwierząt i szlaków migracji	20
rezerwy w rejonach intensywnego łowiectwa sportowego	19

Projekt sieci rezerwatów częściowych obejmuje 375 pozycji; ich przestrzenne rozmieszczenie przedstawia tabela 1. Są to obszary, które winny być trwale chronione jako rezerваты częściowe, jako najcenniejsze fragmenty przyrody o ogólnopństwowym lub międzynarodowym znaczeniu. Projekt oczywiście nie wyczerpuje listy obiektów zasługujących na ochronę; w miarę rozszerzania gospodarczego użytkowania przyrody i opanowywania nowych obszarów zrodzą się potrzeby utworzenia dalszych rezerwatów. Granice i powierzchnię wielu rezerwatów projekt sieci określa tylko w przybliżeniu. Ze względu na główny obiekt ochrony radziecka sieć rezerwatów wyróżnia następujące grupy rezerwatów: botaniczne, geologiczne, botaniczno-geologiczne, jeziorne i zoologiczne (tabela 2).

REZERWATY BOTANICZNE

Obejmują tereny, na których zachowała się pierwotna lub naturalna roślinność, nie zmieniona lub tylko w minimalnym stopniu zmieniona działalnością człowieka. Posiadają one znaczenie nie tylko dla badań naukowych i nauczania, lecz niejednokrotnie również dla praktyki rolniczej. Wiele bowiem gatunków roślin chronionych w rezerwach może być wprowadzonych do kultur rolnych (rośliny pastewne, lecznicze, olejkodajne, garbnikodajne, miododajne itp.), do walki z erozją gleb, do utrwalania piasków lub rekultywacji ziem zniszczonych przez przemysł. Rezerваты są rezerwuarem ich cennych nasion, swoistym bankiem ich żywej materii.

Najliczniej reprezentowane są w tej grupie rezerваты leśne (tabela 3), projektowane dla ochrony rzadkich lub szczególnie cennych ga-

Tabela 3

Sieć rezerwatów leśnych w ZSRR

Motywy ochrony	Karpaty	Góry Krymskie	Pozostały obszar europejski	Kaukaz	Azja środkowa	Syberia i Daleki Wschód
Ochrona gatunków roślin rzadkich, endemicznych lub rosnących na granicy zasięgu	8	6	33	14	3	11
Ochrona naturalnych zbiorowisk roślinnych	9	1	27	2	3	3
Ochrona lasów reliktowych	1	—	8	—	6	2
Ogółem rezerwatów leśnych	18	7	68	16	12	16

tunków drzew, typowo wykształconych zbiorowisk leśnych, lasów reliktowych oraz dla ochrony stanowisk na granicy zasięgu gatunków. Na przykład dla ochrony cisa, *Taxus baccata*, zaplanowane są rezerваты na wyspie Hiiumaa w Estonii (75 ha), Kniaźdwór w Karpatach (70 ha), Lericki gaj cisowy w Azerbajdżanie (2 ha), Manas-Aua w Dagestanie oraz u źródeł rzeki Nietchoj na Kaukazie (220 ha); poza tym wiele stanowisk cisa znalazło ochronę w zapowiednikach. Kilka rezerwatów

chroni europejskie elementy leśne na granicach wschodniej, północnej lub południowej, np. świerk zwyczajny (m.in. u źródeł rzeki Oredeża k. Leningradu, w leśnictwie Sankowskim w obwodzie permskim), grab zwyczajny, dęby, wiązy, jesion, buk zwyczajny; szczególną uwagę zwrócono na ochronę stanowisk lasów liściastych na granicy ze strefą stepową oraz wysp leśnych wśród stepów. Na Kaukazie, w górach Azji Środkowej i na Dalekim Wschodzie chronione są kresowe stanowiska gatunków drzewiastych, należących do śródziemnomorskiego, syberyjskiego lub mandżurskiego elementu geograficznego. Niektóre endemiczne gatunki drzewiaste znalazły ochronę w kilku rezerwach, np. sosna Stankiewicza *Pinus stankiewiczii* na Krymie, sosna picundzka, *P. pithyusa*, na czarnomorskim wybrzeżu Kaukazu, sosna mogilna, *P. funebris*, w Kraju Przymorskim, las jodły nadobnej, *Abies gracilis*, na Kamczatce, dąb kędzierzawy, *Quercus crispula*, na Sachalinie, świerk Glehna, *Picea glehnii*, na Wyspach Kurylskich. Cztery rezerwy poświęcone są ochronie interesującej, zawierającej reliktowe, pliocenские gatunki flory na wychodniach kredowych okolic Woroneża i Kurska. W Karpatach Wschodnich, między innymi, chronione są stanowiska limby i modrzewia polskiego pod połoniną Pobita koło Tereswy oraz Marmaroski Pop-Iwan (około 400 ha); rezerwat „Domniaska” nad Prutem w Moldawii chroni dąbrowę z silnie rozrośniętą dziką winoroślą, *Vitis silvestris*. Zaprojektowano również ochronę lasów galeriowych w dolinach rzek Azji Środkowej, tzw. tugajów, np. „Czaryński las jesionowy” pod Alma-Atą (1200 ha), w którym rosną: *Fraxinus potamophila*, *Populus macrocarpa*, *Eleagnus angustifolia*, *Salix turanica*, *Berberis iliensis*, *Clematis orientalis*, *Asparagus persicus*, *Phragmites communis* i inne. Krótki przegląd rezerwatów leśnych zakończmy na dalekiej północy, gdzie podlegają ochronie najbardziej na północy na kuli ziemskiej wysunięte placówki roślinności drzewiastej: w uroczysku Ary-Mas (= Leśna Wyspa) na 72°37' szerokości geograficznej, w Kraju Krasnojarskim, występują zarośla modrzewiowe *Larix sibirica* z mchami, porostami i *Cassiope tetragona* w runie. Drzewa rosną grupami po 5—8 sztuk i w wieku 180 lat osiągają 7 m wysokości oraz 10—14 cm średnicy pni.

Rezerwy stepowe obejmują resztki dziewiczych stepów, które nie znalazły się w zapowiednikach, płaty stepów poza zasięgiem strefy stepowej oraz płaty roślinności stepowej obfitujące w gatunki endemiczne lub reliktowe, np. na Wyzynie Środkoworosyjskiej. Mają one wielkość od 1 do 1300 ha. Spośród stepów ukrańskich rezerwy obejmują, między innymi, klasyczne stanowisko reliktywnej flory stepowej na skalistych brzegach Donu: Galiczja i Morozowa Góra (120 ha) oraz Bykowa Szyja w obwodzie lipieckim. Trzy rezerwy planuje się na stepach kurskich, dziewięć rezerwatów na woroneskich (m.in. stepy z endemicznymi gatunkami na ospiskach kredowych), poza tym na stepach orłowskich, penzeńskich, saratowskich i podolskich (tu powstaną rezerwy w Żezawie, Bogdanowie, Zaleszczykach i w innych miejscowościach), wreszcie położone na północy fragmenty stepów łąkowych koło Białogrodu pod Moskwą znajdą również należną im ochronę. Na stepach stawropolskich, nadwołżańskich i uralskich projektuje się sześć rezerwatów. Tylko jeden rezerwat planowany jest w stepach Kazachstanu, w górach Czu-Ilijskich; flora tych gór liczy około 1200 gatunków, w tym wiele endemicznych, m.in. stary endemit pochodzenia tropikalnego, krzewinka *Niedzwetzka semiretschenska* z rodziny *Pedaliaceae*. Rezerwy stepowe projektowane są przede wszystkim w części europej-

skiej ZSRR dla ratowania ocalałych resztek stepów w krajobrazie przekształconym przez człowieka. Brak natomiast w sieci reprezentacji stepów zabajkalskich oraz wyspowych stanowisk roślinności stepowej na południu Syberii środkowej.

Rezerваты torfowiskowe obejmują głównie torfowiska wysokie typu kontynentalnego, ze stanowiskami roślin interesujących z uwagi na ich geograficzny charakter oraz torfowiska mające szczególne znaczenie dla badań historii klimatu i roślinności. Ochrona torfowisk jest sprawą szczególnie aktualną, wprost naglącą — co autorzy sieci z mocą podkreślają — z uwagi na ich szybki zanik powodowany melioracjami lub eksploatacją torfu. Większość spośród 16 torfowisk wymienionych w sieci od dawna już podlega ochronie; wydaje się jednak, że liczba ta jest zbyt skromna, zważywszy rozmiary kraju i różnorodność zbiorowisk roślinnych na torfowiskach. Sieć wymienia dwa rezerваты w Estonii: Niatsi (4100 ha) i Muuraka (7200 ha), dwa na Litwie: Kapanos (989 ha) i Tiraj (528 ha) ze stanowiskiem woskownicy europejskiej, *Myrica gale*, Nikandrowskie Błoto na źródłach siarkowodorowych w obwodzie pskowskim, dwa rezerваты pod Leningradem, jeden pod Moskwą, pięć torfowisk w strefie stepowej pod Kurskiem i Saratowem, poza tym w Karpatach i Kazachstanie. Interesujący jest rezerwat w Górach Karkalińskich koło Karagandy — daleko na południe wysunięte torfowisko sfagnowe z reliktowym stanowiskiem gruszycki jednokwiatowej, *Pirola uniflora*, turzycy siwej i dzióbkwatej, *Carex canescens*, *C. rostrata*, sitowia leśnego, *Scripus silvaticus* i trzcinnika lancetowatego, *Calamagrostis canescens*.

Wśród rezerwatów roślinności naskalnej znalazły się Góry Czywczyńskie oraz masyw Świdowca w Karpatach Wschodnich. Interesujący jest rezerwat na skalnych brzegach rzeki Pinegi w obwodzie archangielskim, gdzie rośnie mieszana flora o złożonej genezie: elementy arktyczno-alpejskie, europejskie i syberyjskie elementy leśne oraz stepowe (m.in. *Gypsophila fastigiata*, *Anemone silvestris*, *Astragalus danicus* obok *Dryas octopetala*, *Cortusa matthioli*, *Bartsia alpina*). Rezerwat nad rzeką Iwdel na Uralu chroni, między innymi, endemity uralskie: *Schivereckia kusnetzovii*, *Cystopteris dickieana*, *Agropyrum reflexiaristatum*.

REZERWATY GEOLOGICZNE

W rezerwach przyrody nieożywionej znalazły się rzadkie lub unikalne obiekty geologiczne, mające znaczenie dla badań dziejów skorupy ziemskiej i procesów jej przemian oraz poznania lub przekonującego pokazania niektórych problemów geologii, a więc jaskinie, interesujące odsłonięcia, stanowiska kopalnych flor lub faun, oryginalne formy, gejzery itp. Wiele rezerwatów geologicznych przedstawia — obok naukowej — dużą wartość estetyczną. Taką wartość ma np. Kungurska Jaskinia Lodowa w obwodzie permskim: w jej 100 salach i korytarzach o długości około 5 km znajduje się 36 podziemnych jezior (największe 750 m² powierzchni), niektóre sale są baśniowo ustrojone kryształami lodowymi na ścianach i sklepieniach, lodospadami itp. Ochronie podlega jaskinia Młynki koło Czortkowa na Podolu (długość 9750 m), gipsowa jaskinia w Krzyweu Dolnym (długość 11 km), kilka jaskiń na Krymie, Kaukazie, w Turkmenii, koło Irkucka i na Dalekim Wschodzie.

Spośród obiektów paleontologicznych wyróżniają się rafy barierowe wieku permskiego (rezerwat Sylweńskie Rafy koło Permu) i miocenińskiego (Sto Mogił w dolinie Prutu w Mołdawii), pradolina rzeki Ahjajogi w Estonii z odsłonięciami 20-metrowej miąższości piaskowców de wońskich, zawierających bogatą faunę ryb pancernych, stanowiska kopalnej fauny ssaków trzeciorzędowych (około 50 gatunków) w wąwozie Taraklija oraz Czimiszkka i Karpowy Jar w Mołdawii, fauny trzeciorzędowe w Eldarskim Stepie w Azerbejdżanie oraz czwartorzędowe na półwyspie Apszeron i w Binagady koło Baku. Rezerwatem jest skamieniały las w Adżarii — plioceniński, tropikalny las zasypany popiołem wulkanicznym, ze stojącymi, sfossylizowanymi pniami drzew o średnicy do 1,5 m.

Rezerwat w Dolinie Gejzerów na Kamczatce, grupa kraterów meteorytowych na wyspie Saaremaa w Estonii oraz wyspa wiecznej zmarzliny na górze Rozwarka w obwodzie stawropolskim są przykładami rezerwatów interesujących form geologicznych.

REZERWATY BOTANICZNO-GEOLOGICZNE

Obejmują tereny o interesującej rzeźbie powierzchni, swoistej budowie geologicznej, stwarzającej warunki do rozwoju osobliwych zbiorowisk roślinnych lub rzadkich gatunków roślin. Do takich terenów należą nadmorskie wydmy na brzegu Zatoki Fińskiej (rezerwat Repino pod Leningradem), krasowa dolina rzeki Raguszy w obwodzie nowgorodzkiem i leningradzkim, krasowe leje porośnięte sosnowym borem nad rzeką Pianą w obwodzie gorkowskim (rezerwat Pczalkowski Bór, stanowisko wapieniolubnych paproci poza granicą zasięgu), rezerwat Czaracie Grodzisko koło Kaługi — wysoko wzniesiona wychodnia piaskowców karbońskich, które były nunatakami w czasie zlodowacenia. Rezerwatem są słynne Żyguli — wysokie, malownicze zbocza doliny Wołgi, o erozyjnym krajobrazie, koło Kujbyszewa, z bogatą roślinnością (reliktywne stanowisko *Juniperus sabina*), z własnymi endemitami — obejmujące powierzchnię około 5000 ha. W sieci rezerwatów znalazły się również „Góry Krzemienieckie” — związane z pamięcią Wilibalda Bessera, opisywane w literaturze polskiej — ochrona obejmuje Ostrą Górę, Bożą Górę, Dziewicze Skały, Strachową Górę, Maślatyń, Zamkową i Czarną Górę. Rezerwatem ma być jedna z największych wydm — barchan o wysokości względnej 213 m — znajdująca się koło Machaczkały w Dagestanie, z florą typową dla piasków Azji Środkowej.

REZERWATY JEZIORNE

W ZSRR znajduje się około 16 000 jezior o powierzchni większej niż 1 km². Są wśród nich takie, w których zachował się niezmienny świat roślin i zwierząt z okresu lodowcowego, a nawet z trzeciorzędu. To też sieć rezerwatów obejmuje przede wszystkim jeziora będące siedliskami reliktywnej flory lub fauny. Ważnym motywem są też walory estetyczne jezior, wreszcie osobliwość stosunków hydrologicznych i hydrochemicznych. Ochrona jezior polega na utworzeniu strefy ochronnej wokół brzegów o rozmiarach zależnych od lokalnych warunków, w któ-

rej zakazany jest wyrąb lasów, poza cięciami sanitarnymi, prace hydromelioracyjne w rozmiarach mogących wywrzeć wpływ na jezioro oraz pobór wód do celów gospodarczych w ilościach wpływających na reżim hydrologiczny jeziora, wreszcie zakaz zanieczyszczania wód ściekami.

Wśród 45 rezerwatów jeziornych na jednym z pierwszych miejsc wymienione jest jezioro Świtez koło Nowogródka. Ochrona obejmuje, między innymi, starorzeczka rzeki Katuń na Altaju, jezioro Turgojak na Uralu, Sagamo w Gruzji — jezioro położone na wysokości 1955 m. n.p.m., Iskander-Kul w Tadżykistanie, jezioro Jaschan, położone wśród piasków, pustyni Kara-Kum, w pradolinie Amu-Darii, w którym zachowały się reliktywne ryby i bezkręgowce z okresu, gdy istniało połączenie Jeziora Aralskiego z Morzem Kaspijskim. Sieć nie objęła jezior położonych na terenie zapowiedników, jezior mających znaczenie balneologiczne, a także wielkich jezior, dla których trzeba wypracować odpowiednie formy ochrony, umożliwiające jednocześnie wykorzystanie ich zasobów naturalnych. Takim jeziorem jest Bajkał, którego z racji rozmiarów i dużego znaczenia gospodarczego nie da się objąć ochroną rezerwatową. Dla obszaru Bajkału został opracowany w Instytucie Limnologicznym Syberyjskiego Oddziału Akademii Nauk osobny plan ochrony przyrody. Przewiduje on rezerwy ścisłe, powiększenie obszaru Barguzińskiego Zapowiednika (istniejącego od 1916 r.), reglamentację odłowów ryb oraz szerokie strefy rekreacyjno-ochronne wokół jeziora. Autorzy sieci podzielają pogląd, iż to unikalne w świecie jezioro zasługuje, by w jego otoczeniu nie lokalizować przedsiębiorstw przemysłowych.

REZERWATY ZOOLOGICZNE

Rezerwaty zoologiczne, będące jedną z kilku form ochrony zasobów fauny, mają z reguły ogromne obszary. Mimo to, zdaniem autorów sieci, nie zaspokajają potrzeb i w przyszłości sieć rezerwatów zoologicznych winna zostać uzupełniona. Rezerwaty zoologiczne mają do spełnienia cztery główne zadania:

1. Ochrona rzadkich lub wyjątkowo cennych zbiorowisk zwierzęcych (kompleksów faunistycznych), np. żyjących na granicach stref geograficznych, gdzie biologia poszczególnych gatunków wykazuje interesujące cechy adaptacyjne, ewolucyjne itp., i gdzie liczba osobników poszczególnych gatunków, typowych dla strefy, jest niewielka. Przykładem tego rodzaju rezerwatów są, między innymi: rezerwat Poleski (92 000 ha); rezerwat na półwyspie Tajmyr (około 1 mln ha) dla ochrony wybrzeża, gdzie gnieźdzą się morsy, oraz terenów pastwiskowych reniferów i stanowisk pieśca; rezerwat Jakucki (300 000 ha), obejmujący doliny kilku dopływów rzeki Ałdan i otaczające góry, gdzie występuje soból, łoś, renifer, sarna, kabarga i owca śnieżna; rezerwat Czytyński (200 000 ha) — ochrona fauny górskich lasów limbowo-modrzewiowych.

2. Ochrona stanowisk ginących, rzadkich lub wyjątkowo cennych gatunków zwierząt (rezerwaty faunistyczne wg polskiej nomenklatury). Idzie tu o ochronę siedlisk gatunków zwierząt wyspecjalizowanych, o wąskiej skali ekologicznej lub też zagrożonych innymi przyczynami. Ochronie leoparda i jeżozwierza poświęcony jest rezerwat Tałyszski w Azerbejdżanie (25 000 ha). Rezerwat w międzyrzeczu rzek Nugusz i Uriuk w Baszkirii chroni dzikie pszczoły. Rezerwaty Amu-Daryjskie —

trzy rezerwaty w średnim biegu rzeki (ok. 35 000 ha) dla ochrony jelenia bucharskiego (*Cervus elaphus bactrianus*) oraz dzika i bazynta; rezerwat Kazachły na Płaskowyżu Ustiurt (ok. 75 000 ha) — ochrona geparda, leoparda, suhaka, jeżozwierza, dzejrana (*Gazella subgutturosa*) oraz podobnego do borsuka — miodojada (*Mellivora indica*); Kyzyl-Raj w Kazachstanie (80 000 ha) — ochrona archara (*Ovis ammon*) oraz bobaka, lisa korsaka (*Vulpes corsac*), sarny, cietrzewia i zająca bielaka, żyjących tu wśród stepów piolunowo-trawiastych.

3. Ochrona szlaków migracji oraz miejsc sezonowej koncentracji zwierząt, szczególnie ważna dla ochrony ptaków. Rezerwat na Mierzei Kurońskiej oraz kilka rezerwatów w Estonii chroni szlak przelotu ptaków wzdłuż wybrzeży Bałtyku; drugi szlak migracji chronią rezerwaty rozmieszczone wzdłuż rzek: Wołgi, Kamy i Białej. Zimowiska ptaków chronione są w rezerwach w delcie Dunaju, w Zatoce Tamańskiej nad Morzem Azowskim, nad rzeką Manycz i jeziorem Manycz-Gudiło.

4. Ochrona i rozmnożenie fauny łownej, zarówno rodzimej, jak i aborygennej, w rejonach gęsto zaludnionych i na obszarach intensywnej gospodarki łowieckiej. Zdaniem autorów projektu sieci winny one obejmować 1/5 do 1/3 ogólnej powierzchni obszarów łowieckich.

REALIZACJA SIECI

Zgodnie z radzieckim ustawodawstwem ustanawianie i kasowanie zapowiedników i rezerwatów nie leży w zakresie centralnej władzy państwowej, lecz rządów poszczególnych republik związkowych, republik autonomicznych lub władz obwodowych. Wpływa to w istotny sposób na zróżnicowanie poszczególnych terytoriów pod względem liczby i wielkości terenów chronionych. Radzieccy działacze ochrony przyrody podkreślają potrzebę ujednoczenia ustawodawstwa i przyjęcia ogólnozwiązkowej ustawy o ochronie przyrody oraz powołania państwowego komitetu ochrony przyrody na prawach ministerstwa, niezależnego od resortów gospodarczych i wyposażonego w odpowiednie uprawnienia. Taki postulat znalazł się wśród uchwał rezolucji ogólnozwiązkowej konferencji naukowo-metodycznej ochrony przyrody, jaka odbyła się w Kazachskim Instytucie Pedagogicznym w Alma-Acie w 1966 r., w tym duchu wypowiadają się również niektóre towarzystwa naukowe, np. botaniczne (Rezolucja... 1968) oraz indywidualni uczeni (np. Nasimowicz 1968). Przyrodnicy radzieccy niejednokrotnie wyrażają zaniepokojenie powolnym postępem realizacji sieci rezerwatów i zapowiedników, która nie nadąża za postępującym przekształcaniem krajobrazów, zmniejszaniem powierzchni istniejących zapowiedników, naruszaniem ich statutu ochronnego, likwidacją pionów naukowych w niektórych zapowiednikach.

Obecnie istnieje w ZSRR około 80 zapowiedników różnej rangi prawnej o ogólnej powierzchni około 6,4 milionów hektarów, co stanowi nieco mniej niż 0,3% powierzchni kraju. Ten wskaźnik stawia ZSRR w tyle za wielu krajami, wielkimi i małymi, nawet o dużo większej gęstości zaludnienia. Wiele zła wyrządziło ochronie przyrody przekształcenie niektórych zapowiedników, np. krymskiego, białowieskiego, w gospodarstwa rezerwatowo-myśliwskie. Przyrodnicy radzieccy domagają się powrotu do zasad ochrony przyrody i organizacji rezerwatów, wypracowanych w pierwszych latach istnienia państwa radzieckiego, przy oso-

bistym wielkim udziale Lenina. Jedną z tych zasad, które wyróżniają radzieckie rezerваты od innych, jest silne związanie zapowiedników z badaniami naukowymi oraz podporządkowanie organizacyjne sieci rezerwatów i zapowiedników Akademii Nauk; z tą drugą zasadą, niestety, obowiązujące ustawodawstwo generalnie się rozminęło. Jeden z punktów rezolucji towarzystwa botanicznego wyraża, m.in. prośbę do Instytutu Marksizmu-Leninizmu przy KC KPZR o wydanie zbioru dokumentów leninowskich dotyczących zagadnień ochrony przyrody. Dokumenty te są wyrazem uwagi, jaką poświęcał ochronie przyrody twórca państwa radzieckiego, nawet w okresach tragicznie trudnej sytuacji ekonomicznej. Są jednocześnie wciąż aktualnym drogowskazem najwłaściwszego postępowania w tej dziedzinie.

Przykładem republiki, gdzie pomyślnie przebiega realizacja sieci rezerwatów, jest Estonia (Grosser 1966). Istnieją tam 4 zapowiedniki (projekt sieci z 1957 r. przewidywał 1) o łącznej powierzchni 63 358 ha oraz 26 rezerwatów częściowych o powierzchni 25 455 ha; w sumie około 2% powierzchni republiki znalazło się pod ochroną. Zrealizowane są zamierzenia sieci na obszarze ukraińskich Karpat (Stojko 1968) a także na Krymie (Olaczek 1966). I na innych terenach realizacja sieci posuwa się naprzód. Ostatnio Chabarowski Krajowy Komitet Wykonawczy podjął decyzję o przyłączeniu do istniejącego Zapowiednika Komсомolskiego — filii, obszarów leśnych nad rzeką Chungari o powierzchni 2000 ha (Sztjmark 1968). Lasy te, porastające zbocza gór Sichote-Aliń, przedstawiają kilka typów pierwotnych biocenoz leśnych z udziałem elementów flory ussuryjskiej (m.in. korkowiec amurski, orzech mandzurski, jesion mandzurski, schizandra chińska). Wśród wielu gatunków zwierząt występuje tu również tygrys ussuryjski, podlegający ochronie gatunkowej od 1956 r.

Z przeglądu sieci rezerwatów ZSRR wyłania się obraz niezwykle bogactwa i piękna przyrody ziemi. Zapowiedniki i rezerваты są nie tylko formą ochrony tego bogactwa i piękna, są przede wszystkim warsztatami pracy naukowej, „laboratoriami żywej przyrody”. Jak wielkie znaczenie mają te laboratoria dla wielu nauk przyrodniczych, wskazuje dobitnie realizacja Międzynarodowego Programu Biologicznego.

LITERATURA

- [1] Czubiński Z. — *Parki narodowe i rezerваты przyrody w Polsce*. Rozdział w pracy zbiorowej pod red. W. Szafera *Ochrona przyrody i jej zasobów*, t. II, s. 782—880, Kraków, Zakład Ochrony Przyrody PAN, 1965.
- [2] Grosser K. H. — *Naturschutz in der Estnischen SSR*, Naturschutzarb. Berlin und Brandenburg, 2, 1, 17—21, 1966.
- [3] Ławrenko E. M., Geptner W. G., Kirikow S. W., Formozow A. N. — *Perspektiwnyj plan geograficzeskoj sieti zapowiednikow SSSR*, Ochrona przyrody i zapowiedniczość w SSSR, 3, 3—92, 1958.
- [4] Nasimowicz A. A. — *Zadaczi i puti razwitija zapowiedniczo go diela w SSSR*. Biull. Mosk. Obszcz. Ispyt. Prir., Otd. Biol., 73, 4, 148—151, 1968.
- [5] *Ochrona i racjonalnoje ispolzowanije resursow dikoj żywoj przyrody*. Materiały naukowo-metod. konferencji. Alma-Ata, s. 1—222, 1966.
- [6] Olaczek R. — *Ochrona przyrody na Krymie*, Chrońmy Przyrodę Ojczystą, 22, 6, 13—27, 1966.

- [7] Rezolucija sowieszczanija po ochranie botaniczeskich obiektow, Bot. Żurn., 53, 8, 1184—1187, 1968.
- [8] Stojko S. M. — *Přirodni rezerwace Ukraїńských Karpat*. Ochrana Přirody, 4, 90—93, 1968.
- [9] Szaposznikow L. K., (red.), — *Primieczatelnyje přirodnyje lądshafty SSSR i ich ochrana*. Moskwa, Izdat. „Nauka”, s. 1—174, 1967. Poszczególne grupy rezerwatów opracowali: Bielousowa L. S. i Denisowa L. W. — botaniczne; Knorina M. W. — geologiczne; Bielousowa L. S., Denisowa L. W. i Knorina M. W. — botaniczno-geologiczne; Polakowa A. A. — jezienne; Pokrowskij W. S. i Rukowskij N. N. — zoologiczne.
- [10] Sztilmark F. R. — *Zamieczatielnaja rieka Priamuria*. Přiroda, 1, 100—104, 1968.

NOWSZE BADANIA I POGLĄDY NA POCHODZENIE NIEKTÓRYCH ROŚLIN UPRAWNYCH

Problemy pochodzenia roślin uprawnych mogą być rozwiązywane nie tylko na podstawie dotychczasowych osiągnięć archeologii, historii kultury materialnej i botaniki, ale również w oparciu o zdobycze nowszych gałęzi naukowych, jak genetyki, cytologii i biochemii. Stąd niektóre wywody Alfonsa de Candolle'a, który nie mógł korzystać z osiągnięć tych nowoczesnych nauk, straciły na aktualności (*Origine des plantes cultivées*, Pochodzenie roślin uprawnych, 1883). Zagadnienia te są bardziej złożone, niż się wydawały lat kilkadziesiąt temu.

Stosunkowo niedawno archeologiczne badania przeprowadzone w Pendżabie (India Północna), pozwoliły odsłonić kulturę materialną dawnej Indii oraz ustalić jej współczesność z kulturą starożytnego Egiptu. Poszukiwania archeologiczne przeprowadzone w latach 1948 i 1950 w Omarze (Egipt), a odnoszące się do okresu neolitu (młodsza epoka kamienna, 5000—2000 lat do naszej ery, narzędzia z kamienia ciosanego), ustaliły brak samopszy, pszenicy jednoziarnistej (*Triticum monococcum*) wśród pszenic uprawianych w starożytnym Egipcie. Natomiast w wyniku poszukiwań archeologicznych przeprowadzonych na obszarze starożytnego ogniska rolniczego, tak zwanej oazy Annauskiej (Turkmenia, ZSRR) udało się ustalić odciski ziarniaków pszenicy miękkiej (*Triticum aestivum* = *T. vulgare*).

Uczony duński Helbaeck skonstatował w 1950 r. przynależność systematyczną ziarniaków pszenicy, znalezionych podczas badań archeologicznych grobowca Iczetis w piramidzie Sakkara, liczącej przeszło 4500 lat. Zebrane tam kłoski dzikiej dwuziarnistej pszenicy płaskurki (*Triticum dicoccoides*) wykazały podobieństwo do współczesnej uprawianej pszenicy płaskurki (*Triticum dicocum*). Oprócz tego Helbaeck stwierdził odciski tejże dzikiej dwuziarnistej płaskurki na odłamkach naczynia znalezionej w południowo-zachodnim Iraku, a pochodzącego z V wieku przed naszą erą. Te dwa odkrycia pozwoliły wywnioskować, że uprawna pszenica płaskurka powstała w wyniku wieloletniego procesu udomowienia dzikiej płaskurki. Z nową klasyfikacją pszenic wystąpił w 1954 r. J. Mak-Key (*Taxonomy of hexaploid wheat*, Sven. Bot. Tidskr. 48, 2). W specjalnym artykule o taksonomii heksaploidalnych pszenic (z sześciokrotną liczbą chromosomów) ustalił tylko jeden 42-chromosomowy gatunek pszenicy miękkiej (*Triticum aestivum*), zaliczając do podgatunków resztę.

Pochodzenie uprawnego żyta (*Secale cereale*) pozostaje w dalszym ciągu w aspekcie przedstawionym w swoim czasie przez N. I. Wawilowa (Vavilov N., 1940, *The new systematics of cultivated plants*, New systematics Oxford). Systematyka uprawnych roślin Wawilowa oparta została na podstawach agroekologicznych. W dalszym ciągu przyjmuje się, że

zachwaszczające zasiewy pszenicy dziko rosnące gatunki żyta, występujące głównie w Kraju Zakaukaskim i w Azji Mniejszej, są prarodzicielami żyta uprawnego (*Secale cereale*). Dzikie żyto, przedostawszy się jako chwast wraz z pszenicą do krajów o klimatach chłodniejszych przetrzymywało sroższe zimy, podczas gdy specjalnie sprowadzona pszenica tam wymarzała. W okresach głodowych spożywano ziarniaki chwastu-żyta, które stopniowo zaczęto uprawiać (Mowszowicz J., *Z dziejów roślin uprawnych*, cz. I, Zboże, Książka i Wiedza, Warszawa 1948, s. 68).

Zagadnienie pochodzenia uprawnej kukurydzy zawsze było trudne do rozwiązania. W znaleziskach w Nowym Meksyku odszukano kopalne ziarniaki uprawnej kukurydzy. Ostatnie badania archeologiczne przeprowadzone w Meksyku-City, rozstrzygnęły sprawę istnienia dzikiej kukurydzy w najodleglejszej od nas przeszłości. Na odciski kolb kwiatostanowych natrafiono w pokładach bazaltowej lawy w tymże Meksyku. Starożytny Meksyk był terenem podboju i najazdów ze strony sąsiadów i plemion Ameryki Środkowej, podczas których również mogły dostać się liczne rasy uprawnej kukurydzy z Gwatemali, Kolumbii lub z innych obszarów. W następstwie tego nastąpiła naturalna hybrydyzacja (krzyżowanie) lokalnych ras kukurydzy z zawleczonymi, zaznaczyła się heterozja wraz z szybką dyferencjacją na morfofizjologiczne genotypy. Genetycy przyjmują, że we wczesnej ewolucji kukurydzy miały często miejsce mutacje. Większość meksykańskich uprawnych form kukurydzy przedstawiają populacje (złożone z osobników jednego gatunku, podgatunku itp.). Do ostatnich czasów przeważała teoria krzyżowego pochodzenia uprawnej kukurydzy. Wyprowadzili ją z rocznego gatunku teosinte (*Euchlaena mexicana*), mającego podobną liczbę chromosomów co i kukurydza, łatwo krzyżującego się ze wszystkimi odmianami kukurydzy, zachwaszczającego zasiewy teje. Ziarniaki teosinte są jednak niejadalne, stąd istnieje wątpliwość, czy Indianie w ogóle używali tej trawy jako pokarmu. Dlatego mało prawdopodobne jest przypuszczenie o domestyfikacji teosinte. Przypuszcza się, że w okresie przesiedlenia w VII wieku naszej ery Majów z Jukatana na płaskowzgórze Ameryki Środkowej nastąpiło naturalne skrzyżowanie dzikiej kukurydzy z jednym z gatunków trawy tripsacum, że w wyniku tego procesu powstało teosinte. Znaleziska w skalnych schroniskach Nowego Meksyku pozwoliły określić wiek uprawnej kukurydzy na 4500—5000 lat. W roku 1954 E. Barghorn, M. Wolfe, K. Clisby (*Fossil maize from the valley of Mexico*, Bot. Mus. Leaflet. Harw. Univ. 16) opublikowali dane o kopalnych pyłkach kukurydzy, teosinte i tripsacum, pochodzących z torfowiska powstałego na dnie byłego jeziora, które znajdowało się w pobliżu stolicy Meksyku-City. Ziarnka pyłku tych trzech gatunków dobrze zachowały się i wykazywały bardzo duże podobieństwo do ziaren pyłku współczesnych okazów. Podczas tych badań archeologicznych dokopano się do warstw leżących na głębokości 74 m. Na ziarna pyłku teosinte nie natrafiono głębiej niż do 6 m. Jedno ziarno pyłku tripsacum odszukano na głębokości 45 m, dalsze zaś 3 — na głębokości 74 m. Na głębokości 63—70 m napotkano 19 ziaren pyłku kukurydzy. Przy pomocy radioaktywnego węgla określono wiek pokładów leżących na głębokości 60—70 m, a wynoszących około 60 000 lat. Otóż w tym okresie ani rolnictwa, ani kukurydzy, ani nawet człowieka nie było w Ameryce. Znalezione kopalne ziarna pyłku należą więc do dziko rosnącej kukurydzy, która w późniejszym okresie została udomowiona. Zniknięcie natomiast dzikiej kukurydzy należy przypisywać ujemnemu od-

działaniu spowodowanego ze Starego Świata bydła, które tak się rozmnożyło na dziewiczych preriach, że całkiem ją wyniszczyło.

Do również trudnych zagadek należy ustalenie ewolucji ryżu i pochodzenie jego uprawnych form. Według R. Portèresa (*Taxonomie agrobotanique des Riz cultivés, Oryza sativa et O. glaberrima*, Journ. d'agricult. tropic. et de botan. appl., 1955—1957) pochodzenie uprawnego ryżu jest polifiletyczne (pochodzenie z kilku różnych pierwotnych grup).

W stanie zagrożenia znajduje się uprawa ziemniaka (*Solanum tuberosum*), atakowanego przez wiele niebezpiecznych chorób i szkodników. Porażają go, obok różnych wirusów (A,B,S,X,Y), także bakteriozy (choroby roślin spowodowane przez bakterie), jak czarna nóżka ziemniaczana (*Bacillus phytophthorus*), pierścieniowa zgnilizna ziemniaka (*Bacterium sepedonicum*) lub grzyby pasożytnicze: prągrzyby, rak ziemniaczany (*Synchytrium endobioticum*), parch prószysty ziemniaka (*Spongospora subterranea*), glonogrzyb, zaraza ziemniaczana (*Phytophthora infestans*). Bardzo groźne są szkodniki zwierzęce, jak np. stonka ziemniaczana (*Leptinotaesa decemlineata*), krówka ziemniaczana (*Epilachna maculata*) lub nicien ziemniaczany (*Heterodera rostochiensis*). Oprócz tego niektóre odmiany ziemniaków wykazują słabą mrozoodporność, zawierają stosunkowo małe ilości białka oraz skrobi.

W chwili obecnej w oparciu o najnowszą, z 1956 r. systematykę ziemniaka J. Hawkesa (*Revision of tuber-bearing Solanus*, Scottish plant-Breed. Station, Ann. Report. 1956) istnieje 114 dziko rosnących i uprawnych gatunków. W dotychczasowej literaturze podano razem 265 gatunków, lecz większość z nich okazała się synonimami. W ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat przybyło wiele nowych danych, odnoszących się do systematyki, ekologii i cytogenetyki ziemniaków. W tym okresie odbyto do Ameryki Południowej liczne ekspedycje, na czele których stali następujący uczeni: Brücher, Castronovo, Corell, Hawkes, Ochoa i inni. Szeroko zakrojone dyskusje naukowe, które toczyły się wokół uprawy ziemniaka, wyjaśniły zagadnienie geografii i ekologii tegoż, biologię zapyleńia, odporność poszczególnych odmian i ras na różne choroby i szkodniki. Większość dziko rosnących gatunków zajmuje pustkowia, występuje na półpustyniach, na kamienistej glebie, ograniczając rozmnażanie wegetatywne przy pomocy bulw, natomiast rozmnażanie nasienne prowadzi do powstania znacznej liczby zróżnicowanych przystosowawczych genotypów (różniących się składem genów). Uprawiany przez nas gatunek ziemniaka (*Solanum tuberosum*) stanowi jeden z przykładów występowania naturalnej poliploidalności w przyrodzie. P. M. Żukowski, *Kulturowe rośliny i ich sorodzieci*, Moskwa 1950, s. 592). Dziko występujące gatunki diploidalne lub tetraploidalne (o dwukrotnej lub czterokrotnej liczbie chromosomów) zwykle rozmnażają się przez nasiona, a chociaż uprawny ziemniak jest też tetraploidem, to jednak „przystosował się” do rozmnażania wegetatywnego, czyli przy pomocy bulw.

Dziki gatunki ziemniaka rosną w górach, w Andach, gdzie występują na wysokości 4200 m. Największa liczba gatunków skupia się w Peru i w Boliwii. Botanicy R. Salamon (1949), D. Correll (1952), J. Hawkes (1956) i inni przyjmują za ojczyznę europejskiego ziemniaka uprawnego Andy peruwiańskie i boliwijskie, a za jego prarodziciela uważają peruwiański gatunek *Solanum andigenum*, różniący się wąskimi łatkami liści, obfitszymi jagodami, znaczną mrozoodpornością. Natomiast S. M. Bukasow (*Origin of potato species*, Physis, Buenos Aires, 1939) wypowiada się za jego chilijskim pochodzeniem; uważa, że ziemniak uprawny powstał

w dolinach Chile i na wyspie Cziloe, skąd później wywieziono go do Europy.

Uwagę genetyków przykuwa ewolucja uprawnego pomidora (*Solanum lycopersicum*). Zagadnienia mutacji i fascjacji (staśmienie organów na tle zrastania się osobników) mają niepoślednie znaczenie w ewolucji uprawnych odmian pomidora. Różne gatunki dzikich pomidorów rosną w Chile, Peru i w Ekwadorze. Badania przeprowadzone w 1956 r. przez Ch. Ricka na wyspach Galapagos, położonych w pobliżu Peru (*Genetic and systematic studies on accessions of Lycopersicon from the Galapagos Islands*, Amer. Journ. Botan., 43,9) dewiodły istnienia tam form endemicznych, jak również potwierdziły pochodzenie uprawnego pomidora (*Solanum lycopersicum*) od dziko rosnących form, które zachowały się jeszcze na tych wyspach, a nawet przypuszczalnie na lądzie.

Radziecki botanik W. G. Transzel opracował systematykę rodzaju buraka (*Beta*), wyróżniając w 1924 r. 12 gatunków (J. Mowszowicz, *Z dziejów roślin uprawnych*, cz. II, Warzywa, Książka i Wiedza, Warszawa, 1950, s. 108). W powstaniu buraka cukrowego brały zasadniczy udział dwa dzikie gatunki polimorficzne: burak nadmorski (*Beta maritima*) i burak trwały (*Beta perennis*). Dzikie burak nadmorski występuje na wybrzeżach Francji, Holandii, Anglii i Skandynawii, burak trwały zaś wykazuje znaczny zasięg euroazjatycki. Hybrydyzacyjne pochodzenie uprawnego buraka cukrowego podkreślają również dane cytogenetyczne. W uprawie rozpowszechnione są formy tetraploidalne o wysokiej zawartości cukru.

Ojczyzną dzikiej kapusty warzywnej (*Brassica oleracea*) są zachodnie wybrzeża Morza Śródziemnego, wybrzeża Europy zachodniej oraz wybrzeża Szkocji. Dotychczas przyjmowano, że wszystkie odmiany uprawnej kapusty warzywnej, jak dwuletnie głowiasta (var. *capitata*), brukselka (var. *gemmifera*), kalarepa (var. *gongylodes*), włoska (var. *sabauda*) oraz roczny kalafior (var. *botrytis*) pochodzą od jednego tylko gatunku kapusty warzywnej. Takie fenomenalne zjawisko mogłoby powstać tylko drogą różnorodnych mutacji. Ewolucja natomiast uprawnych przedstawicieli rodzaju kapusty (*Brassica*) odbywała się przy współudziale licznych dzikich gatunków, czyli wykazuje pochodzenie polifiletyczne (od kilku różnych pierwotnych grup). Dzika kapusta warzywna (*Brassica oleracea*), jej rasy geograficzne są niewątpliwie protoplastami kapusty głowiastej i brukselki. Natomiast kapusta występująca we wschodniej części Morza Śródziemnego (*Brassica cretica*) uczestniczyła w powstaniu kalafiora. Przyjmuje się również współudział w tych procesach takich dzikich gatunków, jak kapusty atlantyckiej (*Brassica atlantica*) oraz kapusty Roberta (*Brassica robertiana*). Naturalna allopoloidalność (uwielokrotnienie zespołu genomów mieszańca; genom — zespół chromosomów z zawartymi w nim genami) występuje u rodzaju kapusty (*Brassica*) i jest dość częstym zjawiskiem. Takim alloplloidem jest rzepak olejny, raps (*Brassica napus* var. *oleifera*, $2n = 38$), który powstał w wyniku skrzyżowania kapusty warzywnej (*Brassica oleracea*, $2n = 18$) i kapusty polnej (*Brassica campestris*, $2n = 20$). Kapusta sitowa, czyli gorczyca sarspka (*Brassica juncea*, $2n = 36$) jest wynikiem skrzyżowania kapusty czarnej, czyli gorczyca czarnej (*Brassica nigra*, $2n = 16$) oraz kapusty polnej (*Brassica campestris*, $2n = 20$). Oprócz tego u niektórych gatunków kapusty miały miejsce genetyczne i somatyczne (zwykle komórki ciała) mutacje, jak pojawienie się fioletowej kapusty zwanej brzoskwią (var. *laciniata*) oraz powstawanie promienistej dziedzicznej fascjacji (staśmienia) u kapusty kalafiora (var. *botrytis*). Chromosomy głowiastej, bruk-

selskiej i kalafiorowej, jak również karpelowej (*Brassica napus* var. *napobrassica*) i rzepy (*Brassica rapa*) odznaczają się różnorodnością kształtów i wymiarów.

Fasola zwykła (*Phaseolus vulgaris*) pochodzi z Ameryki Południowej, a według poprzednich danych z Ameryki Środkowej. Argentynscy botanicy A. Burkart i H. Brücher donieśli w 1953 r. o znalezieniu dzikich form fasoli zwykłej (*Phaseolus aborigineus*) występujących w Argentynie. Oprócz tego H. Brücher natrafił na dziko rosnącą formę zwykłej fasoli w górach Akonkagua (Andy Argentyńskie), która tam rosła w postaci typowej rocznej leśnej liany, dość rozpowszechnionej w innych krainach Ameryki Południowej.

Orzech ziemny, czyli orzacha, fistaszki (*Arachis hypogaea*) przedostał się z Brazylii do Peru, jeszcze na długo przed podbojem Hiszpanów. Stamtąd Portugalczycy przewieźli go do Starego Świata, Hiszpanie zaś — na Wyspy Filipińskie. Darlington (1956) podaje, że później wraz z Murzynami afrykańskimi orzech ziemny wrócił do Ameryki zwrotnikowej.

Jednym z ciekawszych odkryć jest wykrycie dzikiej palmy kokosowej, (*Cocos nucifera*). Botanik J. F. Rock, badacz Wysp Palmirskich w Oceanii, napotkał tam gęste lasy, złożone z dziko rosnącej palmy kokosowej.

W ten sposób na podstawie niektórych przykładów można wnioskować, że rośliny uprawne powstawały bezpośrednio od dzikich protoplastów drogą ich udomowienia, przy jednoczesnym wykorzystaniu mutacji i doboru sztucznego. Do kategorii takich roślin uprawnych, powstałych z dzikich gatunków, można jeszcze zaliczyć: groch zwyczajny (*Pisum sativum*) — pochodzi z dzikiego grochu polnego (*Pisum arvense*); len zwyczajny (*Linum usitatissimum*) — pochodzi z dzikiego lnu wąskolistnego (*Linum angustifolium*); słonecznik zwyczajny (*Helianthus annuus*) z słonecznika soczewicowego (*Helianthus lenticularis*); winorośl właściwa (*Vitis vinifera*) z dzikiej winorośli leśnej (*Vitis sylvestris*) itd. Liczba chromosomów u gatunków dzikich i uprawnych jest częściej jednakowa (P. M. Zukowski, *Sowriemiennie sostojanije problemy proischożdienija kulturnych rastienij*, Botaniczeski Żurnał, t. 42, nr 11, 1957, s. 1596—1614).

W ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat w badaniach nad pochodzeniem roślin uprawnych, obok systematyki, geografii i ekologii roślin, ważną rolę odgrywa genetyka. Badania genomów różnych gatunków, studiowanie chromosomowych, genetycznych i somatycznych mutacji, autopoloidalności (uwielokrotnienie genomów w obrębie gatunku) i allopoloidalności (uwielokrotnienie genomów mieszańca), prześledzenie zjawisk translokacji i pozycji genów, ułatwiają orientację w powyższych zagadnieniach.

Zwiększenie produktywności takich roślin, jak pszenicy, kukurydzy, buraka cukrowego, słonecznika i innych pozostaje również w ścisłym związku z genetyką.

POLIMORFICZNE POPULACJE PŁAZÓW

Termin polimorfizm oznacza występowanie na jednym terenie dwóch lub więcej form jednego gatunku różnych fenotypowo, przy czym różnice te są uwarunkowane genetycznie. Poszczególne formy krzyżują się ze sobą. Formy te mogą występować w różnej częstości, jednakże utrzymywanie się najrzadszej z nich nie jest wynikiem aktualnie zachodzących mutacji, lecz jest skutkiem przechodzenia cechy z pokolenia na pokolenie. Dawniej terminu polimorfizm używano bardziej ogólnie, zaliczano tu również cechy nie uwarunkowane genetycznie; obecnie różnice niegenetyczne nazywamy polifenizmem (Mayr, 1963).

Polimorfizm jest zjawiskiem dość często spotykanym. Dotyczy on cech zarówno morfologicznych, jak i fizjologicznych. Najpowszechniej znanym przykładem polimorfizmu są ludzkie grupy krwi. U zwierząt najczęściej opisywany jest polimorfizm barwny. Z genetycznego punktu widzenia polimorfizm jest rezultatem równoczesnego występowania w populacji kilku alleli jednego locus. Najczęściej występujący fenotyp nie musi być powodowany przez gen dominujący.

Przyjmuje się, że polimorfizm jest bezpośrednim rezultatem pierwotnej mutacji. Utrzymuje się on w populacji, ponieważ albo powoduje bezpośrednio przystosowanie się do zmiennych warunków środowiska, albo też gen odpowiedzialny za cechę polimorficzną wywołuje efekt fizjologiczny; morfologiczne różnice są w tym przypadku mało istotne. Wszystkie przytaczane przeze mnie przykłady dotyczą tego drugiego typu polimorfizmu.

Populacje polimorficzne utrzymują się w mniej lub bardziej trwałej równowadze. Obecnie uważa się, że nie istnieje polimorfizm neutralny, czyli dotyczący cechy nieistotnej dla szans przeżycia osobnika. Muszą więc istnieć mechanizmy tłumaczące sens istnienia w populacji dwóch różnych alleli o różnej wartości selekcyjnej. Mechanizmami tymi są heterozja, sezonowa zmienność selekcji, być może, pojawiające się mutacje.

Heterozja, czyli wybujałość mieszańców polega na lepszym przystosowaniu się heterozygot (np. Aa) niż każdej z homozygot (AA , aa). Nawet jeśli genotyp homozygotyczny aa byłby w znaczny sposób upośledzony w stosunku do AA , być może nawet letalny, gen a może utrzymywać się w populacji zabezpieczony przez heterozygoty, jeśli te mają większą wartość selekcyjną od homozygot AA ; gdyby nie było heterozji, gen a musiałby zostać prędzej czy później wyeliminowany z populacji. Większa przeżywalność może dotyczyć osobników dorosłych lub też rozwijającego się potomstwa. To ostatnie zjawisko występuje w polimorficznej populacji *Rana cyanophlyctis* z okolic Delhi, opisywanej przez Dasgupta i Grewala (1968). Wśród tej populacji występuje 8—12% żab,

u których dwa lub więcej kręgów jest zrośnięte; w wyglądzie zewnętrznym żaby te nie różnią się od normalnych. Ten wariant szkieletu jest spowodowany pojedynczym genem dominującym. Cecha morfologiczna ma odpowiednik fizjologiczny w postaci większej tolerancji rozwijających się zarodków na wyższą temperaturę. Jako granice tolerancji termicznej przyjmuje się za Moorem (1939) zakres temperatur, w którym co najmniej 50% zarodków rozwija się normalnie. Tolerancja temperaturowa dla normalnego rozwoju *R. cyanophlyctis* wynosi 22,0—31,5°C.

Jaja normalnej samicy dzielono na dwie partie. Jedna z nich została zapłodniona spermą normalnego samca, druga spermą samca ze zrośniętymi kręgami (o genotypie heterozygotycznym). Obie partie przeniesiono do inkubatora, gdzie temperatura wzrastała stopniowo od 26 do 40°C; pozostawały one tam przez 48 godzin. Zarodki z zapłodnienia jaj normalnej samicy nasieniem normalnego samca tylko wyjątkowo dochodziły do stadium zaawansowanej neuruli. Połowa zarodków pochodzących z drugiej kombinacji (normalna samica x samiec ze zrośniętymi kręgami) wykazała w tych warunkach normalny rozwój. Jest to zgodne z przewidywaniami, gdyż tylko połowa potomstwa z tej krzyżówki miała genotyp heterozygotyczny. Trzydzieści osobników doszło do przeobrażenia i wszystkie miały zrośnięte kręgi. Rezultaty tego eksperymentu wykazały, że heterozygoty są odporniejsze na wysoką temperaturę w okresie rozwoju zarodkowego. W warunkach naturalnych żaby te składają jaja w kałużach powstałych po deszczu; temperatura wody w sąsiedztwie Delhi wynosi w nocy około 26°, w dzień podnosi się do 32° w kałużach głębokich, a nawet do 40° w płytkich. Większa przeżywalność heterozygot w wyższej temperaturze zapewnia więc utrzymywanie się w populacji genu powodującego zrośnięcie kręgów.

W stanie Minnesota w USA występuje polimorficzny gatunek *Rana pipiens*. Obok normalnej plamkowej formy „pipiens” egzystuje 1—10% żab typu „burnsi” pozbawionych plamek na grzbietowej stronie ciała. Forma burnsi jest powodowana przez gen dominujący (Moore, 1942). W badaniach laboratoryjnych nie zdołano wykazać przewagi heterozygot. Merrell i Rodell (1968) stwierdzili jednak, że mechanizmem, który powoduje utrzymanie polimorfizmu populacji, jest sezonowa zmienność selekcji. Forma burnsi lepiej przeżywa zimą niż forma pipiens. Metoda badań była niezwykle prosta. Wczesną wiosną w marcu i kwietniu zbierano żywe i martwe okazy w bliskości zimowisk, którymi są zbiorniki wodne. Znalezione 1086 okazów martwych, wśród nich forma burnsi występowała z częstością wynoszącą 3,6%. Wśród 887 złowionych żywych osobników forma burnsi była znacznie liczniejsza, osiągała bowiem 6,0%. Rachowanie liczebności fenotypów powtórzone jesienią przed zimowaniem i wiosną następnego roku. Jesienią burnsi występuje w liczebności 4,9%, wiosną była liczniejsza, osiągała 8,5%. Widocznie forma burnsi ma większą zdolność do przeżywania zimy niż pipiens.

Przyczyną śmierci żab pod lodem jest prawdopodobnie brak tlenu w wodzie. Można przypuszczać, że typ burnsi lepiej znosi niską zawartość tlenu. Lepsze przeżywanie zimy jest równoważone prawdopodobnie większą śmiertelnością w lecie.

Równowaga, w jakiej znajduje się gatunek polimorficzny, może być w pewnych warunkach zachwiana. Nie zawsze musi to doprowadzić do wyginięcia jednej z form lub zmniejszenia częstości jej występowania. Czasami każda z form może zająć odrębne środowisko. Polimorfizm przestanie wtedy istnieć, ponieważ nie będzie spełniony warunek występo-

wania różnych form na jednym terenie; gatunek stanie się politypiczny (Mayr, 1963). Takie zjawisko zaszło w populacji salamander z gatunku *Plethodon cinereus* na wyspie Long Island (Williams, Highton i Cooper, 1968). W gatunku tym występują dwie formy barwne; jedna z nich jest ciemna i jednolicie ubarwiona, druga ma wyraźny czerwony pas na grzbiecie. Forma paskowana jest genetycznie dominująca nad niepaskowaną (Highton, 1959). W gatunku tym występuje też rozmaita liczba kręgów piersiowych, przy czym różnorodność ta ma charakter geograficzny; w północnej części obszaru występowania gatunku większość osobników ma 20 kręgów, w południowej części 21. Na kontynencie formy barwne nie są skorelowane z liczbą kręgów. Na Long Island nastąpiło skorelowanie liczby 20 kręgów z formą paskowaną, a liczby 21 kręgów z formą niepaskowaną. Nastąpiło też załamanie się polimorfizmu, ponieważ forma paskowana występuje tam z reguły w lasach liściastych (przeważających w zachodniej części wyspy), a forma niepaskowana w iglastych (przeważających we wschodniej części). Populacje mieszane są nieliczne. Widocznie w warunkach izolacji na wyspie i być może pod wpływem granicy zasięgu lodowca, przechodzącej przez wyspę w okresie glacialnym, selekcja wytworzyła dwie formy o odmiennych wymaganiach w stosunku do środowiska, a więc żyjące w różnych warunkach środowiskowych.

LITERATURA

- [1] Dasgupta S., Grewal M. S. — *The selective advantage of temperature tolerance among the progeny of frogs with vertebral fusions*, *Evolution*, 22, 87—92, 1968.
- [2] Highton R. — *The inheritance of the color phases of Plethodon cinereus*, *Copeia*, 1, 33—37, 1959.
- [3] Mayr R. — *Animal species and evolution*, Harvard Univ. Press. 1963.
- [4] Merrell D. J., Rodell Ch. F. — *Seasonal selection in the leopard frog, Rana pipiens*, *Evolution*, 22, 284—288, 1968.
- [5] Moore J. A. — *Temperature tolerance and rates of development in the eggs of amphibia*, *Ecology*, 2, 459—478, 1939.
- [6] Moore J. A. — *An embryological and genetical study of Rana burnsi*, *Weed Genetics*, 27, 408—416, 1942.
- [7] Williams E. E., Highton R., Cooper D. M. — *Breakdown of polymorphism of the red-backed salamander on Long Island*, *Evolution*, 22, 76—86, 1968.

ZWIERZĘTA, KTÓRE NIE PIJĄ

Ciało zwierząt zawiera około 70% wody. Odporność poszczególnych gatunków na odwodnienie jest różna, każde jednak zwierzę ginie po obniżeniu się zawartości wody w jego organizmie do pewnej wartości krytycznej. Utrzymywanie się względnie stałej zawartości wody w ciele jest więc niezbędne do życia. Z drugiej strony czynności życiowe zwierząt prowadzą nieuchronnie do strat wody: przy wydalaniu niestrawionej części pokarmu, usuwaniu produktów przemiany materii, regulacji poziomu elektrolitów w krwi, a u zwierząt stałocieplnych nierzadko przy chłodzeniu organizmu przez wyparowywanie wody z powierzchni (potenie się) lub z dróg oddechowych (zianie). Skoro istnieje tyle kanałów, którymi woda stale lub okresowo odpływa z organizmu, musi być co najmniej jeden kanał, którym by woda dopływała, musi istnieć picie. Jak gdyby na przekór tej logice istnieją zwierzęta, które nie piją.

Przyjmując na razie ten fakt bez dowodu możemy postawić pytanie, czy zwierzęta niepijące są liczne, czy rzadkie? Na pytanie to nie możemy odpowiedzieć bez sprecyzowania pojęcia „picie”. Jeżeli pod tym terminem będziemy rozumieli wprowadzenie wody jako takiej per os do przewodu pokarmowego, grupa zwierząt niepijących będzie bardzo duża. Spośród kregowców, do których ograniczymy się w niniejszych rozważaniach, do niepijących przede wszystkim zaliczymy ryby słodkowodne i płazy. Stężenie soli w płynach ustrojowych tych zwierząt wynosi około 0,6%, podczas gdy w wodzie środowiskowej nie więcej niż kilka setnych procenta. Duża różnica ciśnień osmotycznych sprzyja wnikaniu wody ze środowiska do wnętrza organizmu. Ponieważ zaś skóra ryb i płazów jest przenikliwa, woda istotnie wnika do organizmów, a utrzymanie stałego stężenia soli w płynach ustrojowych wymaga stałego jej usuwania, a nie picia. Sytuacja ryb morskich, których płyny ustrojowe zawierają również 0,6% soli, podczas gdy zawartość soli w wodzie morskiej wynosi przeciętnie 3,5%, jest oczywiście odmienna. Różnica ciśnień osmotycznych powoduje tu bowiem odwodnienie organizmu. Kompensacja utraconej wody zachodzi przez picie, a regulacja stężenia soli w płynach ustrojowych na drodze usuwania przez skrzela mocno stężonego roztworu soli.

Zwierzęta wchłaniające wodę przez powierzchnię ciała, a nie przyjmujące jej per os nie wyczerpują listy gatunków niepijących. Na liście tej można by umieścić następną grupę, składającą się z gatunków niepijących wolnej wody, lecz znajdujących jej dość w spożywanym pokarmie. Ponieważ ciało zwierząt zawiera około 70% wody, ssaki drapieżne znajdują w swym pokarmie dość sporo tej niezbędnej do życia cieczy. Czy jest to jednak ilość wystarczająca? Nie ulega wątpliwości, że większość drapieżców nie ogranicza się do wody zawartej w ciele ofiar. Istnieją jednak silne argumenty za tym, że niektóre spośród drapieżców

mających ograniczony dostęp do wody odpowiedniej do picia obchodzą się przez dłuższe okresy, jeżeli nie przez całe życie, bez wolnej wody. Należą do nich z jednej strony ssaki morskie, z drugiej zaś drapieżce puścynne.

Kwestia, czy walenie i płetwonogie (posiadające skórę nieprzenikliwą dla wody) piją wodę morską, nie została definitywnie rozstrzygnięta. Możliwość picia wody morskiej nie byłaby wykluczona, gdyby nerki tych zwierząt były w stanie produkować mocz o zawartości soli powyżej 3,5%. Jest to stężenie bardzo wysokie, niemniej zdarzające się w przyrodzie. Tak stężony mocz produkują wielbłądy w czasie daleko posuniętego odwodnienia organizmu, a niektóre gryzonie pustyńne (np. *Dipodomys* sp. i *Psammomys obesus*) nawet bez odwodnienia. Możliwość wykorzystania wody morskiej do picia wcale nie świadczy o tym, że walenie i płetwonogie z tej możliwości korzystają. Istnieją bowiem również podstawy do wnioskowania, że zwierzęta te obchodzą się bez picia. Dokładne obliczenie bilansu wodnego fokii (*Phoca vitulina*) odżywiającej się rybami — hipotonicznymi w stosunku do wody morskiej — przeprowadził Irving z współpracownikami. Z obliczenia tego wynika, że woda zawarta w ciele zjadanych ryb łącznie z wodą powstającą przy utlenianiu pokarmu całkowicie wystarczy fokom na pokrycie strat w kale, moczu i przy oddychaniu. Zwierzęta te ze zrozumiałych względów nie potrzebują wody do celów termoregulacyjnych.

Bilans wodny drapieżców lądowych, w przypadku gdy nie potrzebują one wody do celów termoregulacyjnych, przedstawiałby się podobnie jak u fokii. Może to ilustrować przykładowe obliczenie przeprowadzone przez Schmidta-Nielsena. Obliczenie to opiera się na założeniu, że pies dla pokrycia zapotrzebowania pokarmowego zjada królika o ciężarze 1 kg zawierającego 181 g białka, 78 g tłuszczu i 692 g wody. Przy biologicznym utlenianiu białka zużyje się 175 litrów tlenu i powstanie 72 g wody, utlenianie zaś tłuszczu pochłonie 157 litrów tlenu i wytworzy 84 g wody. Spożycie królika dostarczy więc psu łącznie 848 g wody. Obliczenie niezbędnych wydatków wody nie nastęrcza większych trudności. Katabolizm 181 g białka doprowadza do powstania 62 g mocznika. Ponieważ stężenie mocznika w moczu psów wynosi około 12% (często więcej), wydalanie mocznika jako 12% roztworu wodnego pociąga za sobą stratę 475 g wody. Wydalanie z organizmu soli nie wymaga dodatkowego wydatku wody, ponieważ przy tak dużej ilości moczu (475 g) stężenie w nim soli musi być tylko o około 50% wyższe niż w ciele królika. Ilość kału u drapieżców jest względnie mała i można przyjąć, że nie więcej niż 50 g wody zostanie usunięte z kałem. W założeniu tym przyjmuje się duży margines bezpieczeństwa, ponieważ straty wody z kałem u 70 kg człowieka wynoszą od 50 do 200 g na dobę. Straty wody przez parowanie z dróg oddechowych można obliczyć na podstawie niezbędnej wentylacji płuc. Pobranie 332 litrów O_2 na utlenienie białka i tłuszczu wymaga przejścia przez płuca 6640 litrów powietrza ($0^\circ C$, 760 mm Hg), które wchodzi do płuc jako względnie suche i opuszcza je względnie wilgotne. Przy ogrzaniu tej ilości powietrza do $35^\circ C$ (temperatura wydechowego powietrza) jego objętość wzrasta do 7400 litrów. Jeżeli założymy, że powietrze wdychane ma temperaturę $30^\circ C$ i wilgotność względną 10%, zawiera ono 3 mg H_2O na litr. Dla nasyceńia tego powietrza parą wodną przy $35^\circ C$ (39 mg H_2O/l) organizm musi stracić 36 mg H_2O/l , czyli 266 g na całą objętość powietrza oddechowego. Gdy wilgotność wdychanego powietrza jest większa od przyjętej, to straty wody przez parowanie

z dróg oddechowych będą proporcjonalnie mniejsze. Sumując wyżej obliczone niezbędne straty wody u psa otrzymujemy 791 g, podczas gdy po stronie przychodów było 848 g. Ten dodatni bilans wodny wskazuje, że woda zawarta w ciele ofiar łącznie z wodą pochodzącą z biologicznego utleniania białka i tłuszczu wystarczy całkowicie na pokrycie zapotrzebowania psa, a niewątpliwie i innych drapieżców. Oczywiście może to być słuszne tylko wówczas, gdy woda nie idzie na walkę z przegrzaniem organizmu wywołanym bądź wysoką temperaturą otoczenia, bądź wzmożonym wysiłkiem fizycznym.

Czy istnieją lądowe drapieżce obywające się bez picia? Znane powszechnie drapieżce pustynne, jak szakale i hieny, reagują na wysokie temperatury otoczenia zianiem i najprawdopodobniej muszą pić co najmniej raz na kilka dni. Świadczy o tym fakt, że zwierzęta te występują w niezbyt dużych odległościach od zbiorników wodnych i oaz. Wyjątek stanowi mały pustynny drapieżca *Fennecus zerda* (ciężar ciała do 1 kg) występujący powszechnie w północno-zachodniej części Sahary. Stanowiska tego zwierzątka są na tyle odległe od źródeł wody, że picie jest z pewnością niemożliwe w ciągu całych miesięcy albo i lat. Brak jest dokładnych badań nad gospodarką wodną u *Fennecus zerda*, wiadomo jednak, że wysoka temperatura wywołuje u niego zianie. Brak dostępu do wody z pewnością jednak uniemożliwia korzystanie z tego mechanizmu termoregulacyjnego. *Fennecus* kopie natomiast głębokie nory, w których temperatura nawet w ciągu najupalniejszych dni nie przekracza 30°C. W norach tych szuka schronienia w ciągu gorących dni, a na żer wychodzi w nocy. Kilka analiz moczu wykazało, że stężenie w nim mocznika jest bardzo wysokie, sięga bowiem 16%. *Fennecus* może więc łatwiej zadowolić się wodą z ofiar niż pies i najprawdopodobniej tym się zadowala, chociaż trzymany w niewoli chętnie pije mleko i zjada soczyste owoce.

Oprócz *Carnivora* pokarmem zwierzęcym żywią się pewne gatunki z innych rzędów, a niektóre z nich niewątpliwie obchodzą się bez picia. Do zbadanych należy gryzoń *Onychomys torridus*, którego pokarm w 90% jest pochodzenia zwierzęcego, przy czym około 80% stanowi owady. Drugim przykładem może być też pustynny *Hemiechinus auritus aegypticus* (z owadożernych) i trzecim torbacznik *Dasycertus*. Wszystkie trzy wymienione gatunki zamieszkują tereny pustynne w odległości od wody uniemożliwiającej picie. Podobnie jak *Fennecus* przebywają one w ciągu dnia w głębokich norach, dzięki czemu unikają pustynnego gorąca. Stężenie mocznika w moczu *Onychomys torridus* jest wyższe nawet niż u wielu ssaków drapieżnych. Jak się sprawa przedstawia u pozostałych dwu gatunków, nie zostało stwierdzone. Wszystkie trzy gatunki trzymają jednak w niewoli bez dostępu do wody, karmiąc je wyłącznie surowym mięsem. Na tej diecie nie tylko potrafiły one utrzymać się przy życiu, lecz nawet przybierały na wadze. Stwierdzona eksperymentalnie zdolność do obywatwa się bez wody i warunki, w których omawiane zwierzęta żyją, pozwalają wnioskować, że w naturze one nie piją.

Do zwierząt niepijących, lecz zadowolających się wodą zawartą w pokarmie należą też drobne ssaki roślinożerne. Prawdopodobnie liczba gatunków, które można by zakwalifikować do tej grupy, jest dość duża, dokładne badania przeprowadzono jednak zaledwie na kilku gatunkach. Wśród nich interesujący przykład może stanowić szczur z rodzaju *Neotoma*, zamieszkujący pustynne połacie południowej Arizony, oraz północno afrykański gryzoń *Psammomys obesus*.

Neotoma, zwierzę pustynne o nocnej aktywności, dzięki ukrywaniu się w ciągu dnia w głębokich norach o umiarkowanym mikroklimacie rzadko spotyka się z żarem pustyni. Tolerancja na odwodnienie i zdolność do zagęszczania moczu jest u tego gatunku słabsza niż u białego szczura, udomowionego potomka szczura wędrownego (*Rattus norvegicus*). *Neotoma* ma więc duże zapotrzebowanie na wodę. Pokrywa je jednak nie pić, lecz dzięki zjadaniu soczystego materiału roślinnego. W cyklu rocznym 50% pokarmu tego gatunku stanowią kaktusy (*Opuntia* sp.), które w najgorętszych miesiącach pokrywają do 9/10 zapotrzebowania pokarmowego. Kaktusy te zawierają około 90% wody, w wodzie tej jednak występuje kwas szczawiowy w dość wysokim stężeniu. Dlatego też szczury laboratoryjne karmione opuncją giną szybciej niż nie otrzymujące żadnego pokarmu. W jaki sposób *Neotoma* radzi sobie z kwasem szczawiowym, nie zostało definitywnie rozstrzygnięte. Wiadomo jednak, że zwierzęta te są zdolne do wchłaniania w przewodzie pokarmowym ogromnych ilości wapnia i wydalania drobnych kryształków węglanu wapnia z moczem. Obecności szczawianu wapnia nie stwierdzono jednak ani w moczu, ani w płynach ustrojowych i istnieją podstawy do mniemania, że kwas szczawiowy ulega rozkładowi albo w przewodzie pokarmowym, albo w procesach metabolicznych.

Szczur piaskowy *Psammomys obesus*, którego dorosłe osobniki ważą około 100 g, występuje wyłącznie w miejscach, w których jest dużo roślinności o wysokiej zawartości wody. Większość z tych roślin stanowią jednak halofity (*Traganum nudulatum*, *Salsola foetida*, *Suaeda mollis*, *Suaeda pruinosa* i *Arthrocnemum* sp.). W miesiącach letnich, gdy inna roślinność wysycha, pozostają wyłącznie halofity. Wartość odżywcza halofitów, zawierających 80 do 90% wody, musi być niska. Zaspokojenie zapotrzebowania pokarmowego wymaga więc zjedania dużej masy tych roślin, a więc i dużej ilości soli. Stężenie soli w soku komórkowym wymienionych roślin jest bowiem zdecydowanie większe niż w wodzie morskiej. Z dużą ilością soli nerki u *Psammomys obesus* radzą sobie doskonale. Najwyższe znalezione stężenie soli w moczu tych zwierząt wyniosło 1920 milirównoważników Cl na litr, czyli czterokrotnie więcej niż w wodzie morskiej. W doświadczeniach laboratoryjnych szczury piaskowe karmiono suchą paszą stosowaną powszechnie w żywieniu zwierząt laboratoryjnych, podając do picia 5% roztwór NaCl, a w dwu przypadkach nawet 8% roztwór (1370 milirównoważników Cl/l) i w ciągu 10 dni nie stwierdzono, by zwierzęta doświadczone spadały na wadze. W dalszych doświadczeniach stwierdzono, że *Psammomys obesus* radzi sobie z kwasem szczawiowym równie dobrze jak *Neotoma*, ale, podobnie jak poprzednio, nie wyjaśniono, dzięki czemu jest to możliwe.

Jeżeli pobieranie wody z pokarmu pochodzenia zwierzęcego lub roślinnego uznalibyśmy za picie, grupa zwierząt niepijących poważnie by zmalała, lecz nie znikła. Istnieją bowiem, i to najprawdopodobniej dość liczne, zwierzęta odżywiające się suchym pokarmem (nasionami), a mimo to nie pijące. Jak to jest możliwe? Ta zagadka przyrody została już definitywnie rozwiązana. Do rozwiązania przyczyniły się głównie badania Schmidt-Nielsen i współpracowników prowadzone na pustynnym gryzoniu *Dipodomys merriami* z Arizony i Kalifornii. To małe (35—40 g) zwierzątko nie jest zbyt wytrzymałe na gorąco. Już przy temperaturze środowiskowej 43°C temperatura ciała u *Dipodomys* gwałtownie wzrasta i najdalej po dwu godzinach następuje śmierć. Na pustyniach Arizony i Kalifornii w ciągu letnich dni temperatura powietrza często

osiąga 40—50°C, a powierzchni piasku nawet 70°C. Dzięki nocnemu trybowi życia *Dipodomys* z zasady nie styka się z tymi temperaturami. W norach, w których przebywa w ciągu dnia, na głębokości 1—2 m, temperatura nigdy nie przekracza 30°C. *Dipodomys* nie musi więc zużywać wody w walce z przegrzaniem. Woda musi jednak schodzić innymi kanałami i straty jej w jakiś sposób muszą być kompensowane. Źródła wody leżą często o setki kilometrów od stanowisk zajmowanych przez *Dipodomys*, nie mogą więc być wykorzystywane. Co więcej, *Dipodomys* wyraźnie preferuje suchy pokarm roślinny, głównie nasiona pustynnych roślin z rodziny *Cruciferae*. W niewoli *Dipodomys* żyje, miesiącami jedząc suchą kaszę jęczmienną lub owsianą, przy czym nie traci na wadze, a nawet trochę przybiera. Gdy oprócz kaszy podaje mu się kawałki świeżego melona lub soczyste owoce, nie wykazuje żadnego zainteresowania tym pokarmem. Nie pije też podawanej wody. Bilans wodny u *Dipodomys* Schmidt-Nielsen zestawił na podstawie pomiarów strat wody w moczu, kale i przy oddychaniu oraz obliczenia ilości wody zawartej w suchej kaszy jęczmiennej i wody powstającej przy utlenianiu składników pokarmowych tej kaszy. Straty wody u *Dipodomys* są wyjątkowo małe. Wyparowywanie zabiera tylko 0,54 g H₂O na litr pobranego tlenu, podczas gdy u myszy 0,85, a u szczura 0,94 g. Różnice te znajdują wy tłumaczenie w fakcie, że u *Dipodomys* parowanie ze skóry (*perspiratio insensibilis*) prawie nie istnieje, podczas gdy myszy i szczury (również nie mające gruczołów potowych) tracą tą drogą dość znaczne ilości wody. Bardzo małe są też straty w kale. Na 100 g zjedzonej kaszy jęczmiennej (dawka wystarczająca na miesiąc) wynoszą one 2,35 g, podczas gdy u białego szczura 13,6 g. Niewielkie są też straty wody w moczu, ponieważ mocz *Dipodomys merriami* ma bardzo duże stężenie zarówno mocznika, jak soli. Największe stwierdzone stężenie mocznika wynosiło 3840 milimola na litr, czyli 23%. Jest to stężenie prawie pięciokrotnie większe od najwyższego stężenia stwierdzonego u człowieka. *Dipodomys* na wydalanie tej samej ilości mocznika co człowiek potrzebuje więc pięć razy mniej wody. Stężenie soli w moczu *Dipodomys merriami* wynosi ponad 6%, czyli jest prawie dwukrotnie wyższe niż w wodzie morskiej.

Na 100 g kaszy jęczmiennej analizowanej w celu obliczenia bilansu wodnego u *Dipodomys* przypadło: 88 g skrobi, 1,12 g tłuszczu, 9,24 g białka i 1,64 g wody. Katabolizm 88 g skrobi wymaga zużycia 70,40 l tlenu, przy czym powstaje 48,8 g wody. Przy katabolizmie 1,12 g tłuszczu zużywa się 2,28 l tlenu, a powstaje 1,2 g wody. Z kolei przy katabolizmie 9,24 g białka zużywa się 8,74 l tlenu, a powstaje 3,7 g wody. Ogółem 100 g kaszy jęczmiennej zawierającej tylko 1,64 g wody dostarcza przy skatabolizowaniu 53,7 g wody.

Nieuniknione straty wody przy spożyciu 100 g kaszy łatwo obliczyć z przytoczonych wyżej danych. Ponieważ katabolizm zawartych w kaszy substancji wymaga zużycia 81,4 l tlenu, a na jeden litr użytego tlenu *Dipodomys* traci 0,54 g wody, całość strat przez wyparowywanie wynosi 43,9 g. Wydalanie kału, jak podano, pociąga za sobą stratę 2,53 g wody. Do tego dochodzi część wody tracona z moczem. Przy katabolizmie 9,24 g białka powstaje 3,17 g mocznika. Jeżeli ten mocznik zostaje wydalony jako 20% roztwór wodny, około 13,5 g wody pójdzie na wytworzenie moczu. Wszystkie niezbędne wydatki wyniosą więc 59,9 g wody, podczas gdy po stronie przychodów mieliśmy 53,7 g. Otrzymano zatem ujemny bilans wodny. Użyta do analiz kasza była jednak spec-

ejalnie osuszana w eksikatorze, gdy zaś znajduje się dostatecznie długo w powietrzu o wilgotności względnej 10%, zawiera 3,72 g wody na 100 g, a w powietrzu o wilgotności 33% aż do 10,20 g. *Dipodomys* spożywający kaszę o takiej zawartości wody będzie już miał dodatni bilans wodny, co stwierdzono doświadczalnie. Nic więc dziwnego, że zwierzęta te mogą bez szkody żyć na tym pokarmie, nie pijąc wody. Nasiona znajdujące na pustyni z pewnością zawierają więcej wody niż kasza specjalnie suszona przez Schmidt-Nielsen. W Izraelu sprawę tę badał Shkolnik, który stwierdził, że nasiona *Zilla spinosum* (*Cruciferae*) znajdujące na piasku pustynnym zawierały 4—7% wody, a magazynowane przez *Meriones crassus* w norach nawet 30%.

Możliwość zachowania zrównoważonego bilansu wodnego mimo spożywania suchych nasion, *Dipodomys merriami* zawdzięcza w dużym stopniu małej zawartości białka w tym pokarmie. Przy większej zawartości białka w katabolizmie powstawałoby więcej mocznika. Mimo dużej zawartości mocznika w moczu *Dipodomys* straty wody przy usuwaniu tego produktu przemiany białkowej musiałyby wzrosnąć. Schmidt-Nielsen przekonał się o tym karmiąc swoje zwierzęta ziarnem sojowym. Osobniki trzymane na tej bogatej w białko diecie bez dostępu do wody ginęły w ciągu 8 do 16 dni. Gdy jednak podawano wodę, żyły normalnie i przybierały na wadze. Przyrost ciężaru ciała był przy tym jednakowy u zwierząt otrzymujących wodę słodką i morską, mimo że woda morska działa rozwalniająco, dzięki czemu zwiększyły się straty wody w kale.

Dipodomys merriami nie jest jedynym gatunkiem odżywiającym się suchymi nasionami i nie pijącym wody. Trzy inne gatunki z tego rodzaju, mianowicie *D. nitrotoides exilis*, *D. deserti* i *D. spectabilis* trzymano w laboratorium na suchej diecie. Ich zachowanie się, rozwój i brak zainteresowania wodą oraz soczystymi owocami wskazuje, że są one przystosowane do utrzymania w normie bilansu wodnego kosztem wody powstającej w metabolizmie. To samo stwierdzono u innych gryzoni pustynnych nowego świata, mianowicie u *Perognathus baileyi*, *P. penicillatus princei* i *Microdipodops pallidus*. Spośród gryzoni pustynnych starego świata najlepiej została poznana gospodarka wodna u *Juculus orientalis*. Wszechstronne badania Kirmiza nad tym gatunkiem wykazały, że żyje on równie dobrze na suchej paszy jak *Dipodomys*. Istnieją też dobre podstawy do wnioskowania, że inne gatunki z rodzaju *Jaculus*, a ponadto *Gerbillus gerbillus* również nie piją, chociaż jedzą wyłącznie suchy pokarm.

Ogromna ilość gatunków żyjących zarówno na pustyniach Afryki i Azji, jak i w Ameryce nie była nigdy przedmiotem jakichkolwiek badań fizjologicznych. Na podstawie obserwacji ekologicznych można jednak przypuszczać, że pod względem gospodarki wodnej muszą one być podobne do gatunków już zbadanych i wspomnianych wyżej. Obserwacje ekologiczne pozwalają również sądzić, że w Australii gryzonie i niektóre drobne torbacze pustynne mogą obchodzić się wodą metaboliczną uzupełnioną niewielką ilością wody zawartej w suchym pokarmie.

Czytelnikom, którzy zechcą się bliżej zainteresować adaptacjami do życia na pustyni, można polecić piękną książkę K. Schmidt-Nielsen *Desert animals*, Oxford University Press, Oxford 1965. Z książki tej zaczerpnąłem większość podanych w tym artykule wiadomości. Drugą godną polecenia książkę napisał J. P. Kirmiz, który zatytułował swą pracę *Adaptation to Desert Environment* (Butterworths, London, 1962).

WŁODZIMIERZ SEDLAK

ABC ELEKTROMAGNETYCZNEJ TEORII ŻYCIA

Rozwój elektrofizjologii zwierząt poprzez elektroforezę komórek, biopotencjały u roślin, półprzewodnikowe własności białek i tkanek, bioluminescencję — skonfrontowany z fizyką półprzewodników, elektroniką i cybernetyką pozwala w przybliżeniu sformułować teorię elektromagnetycznej natury życia. Rozrzut materiału doświadczalnego sprowadzić można do dwóch zagadnień — półprzewodniki i pola. Trudność polega na przestawieniu naszej „chemicznej” wyobraźni na „elektryczną”, obcą dotychczas w biologii.

1. POLOWE ŚRODOWISKO ŻYCIA

Elektromagnetyczny charakter środowiska był zwykle uwzględniany w związku z fotosyntezą. Poza światłem istnieje w środowisku słabe promieniowanie termiczne oraz krótkie promieniowanie gamma pochodzenia kosmicznego. W związku z rozwojem biometeorologii [36] budzi zainteresowanie promieniowanie jonosfery w następstwie rytmiki faz księżycowych [12] oraz wyładowań burzowych. Pod uwagę trzeba będzie również wziąć słabe promieniowanie Ziemi w wyniku procesów geofizycznych [29]. W tej chwili jest do uwzględnienia pole elektromagnetyczne wytwarzane przez człowieka do celów technicznych (radio, telewizja, radar). Pod tym względem od 50 lat polowe środowisko życia na Ziemi zostało radykalnie przestrojone.

Życie organizowało się i wzrastało ponadto w słabym polu geomagnetycznym. Zmieniało ono w historii Ziemi zarówno natężenie, jak i kierunek linii przy ustawicznym wędrowaniu biegunów magnetycznych. Życie musiało w jakimś stopniu uwzględnić środowisko magnetyczne, zwłaszcza składową horyzontalną największą w średnich szerokościach geograficznych. Rozwijająca się magnetobiologia będzie mogła w przyszłości więcej w tej dziedzinie powiedzieć [23].

Zarówno środowisko glebowe, jak i atmosferyczne mają swoje własne pole elektryczne. Duże zainteresowanie budzą prądy teleryczne płynące w kierunkach równoleżnikowych. W rezultacie występuje zawsze różnica potencjału między dwoma punktami Ziemi, sięgająca 10 mV/km. Pole elektryczne atmosfery wykazuje duży gradient w kierunku pionowym, bo 130 V/m. Wariacje tego pola zależą zresztą od wielu czynników, jak przepływ chmur burzowych, wilgotność powietrza i jego temperatura, zmieniający się stan zjonizowania pochodzenia kosmicznego.

Elizej nie zbadana natura pola grawitacyjnego obok pola mechanicznych naprężeń są normalną składową ziemskich oddziaływań energetycz-

nych. To ostatnie powstaje periodycznie zarówno na skutek zmiany faz księżycowych (pływy morza i skorupy ziemskiej), jak i aperiodycznych zmian ciśnienia atmosferycznego. O podobnym działaniu mechanicznym mogą być zmiany wywołane przesuającą się falą akustyczną w ośrodkach materialnych.

Pole temperatury, oprócz wpływu na szybkość reakcji chemicznych, zmienia ponadto w zasadniczy sposób stan elektryczny półprzewodników. Wyraża się to liczbowo wartością termicznej aktywacji. Organiczne półprzewodniki mają zwykle energię aktywacji poniżej 2 eV [20]. Środowisko chemiczne można również połowo wyrazić jako potencjał oksydoredukcyjny, a więc zdolność oddawania lub przyjmowania elektronów, jako podaż lub zapotrzebowanie elektronów.

Polowy charakter środowiska ma specyfikę planetarną i jest tak stary jak Ziemia. Zmianie mogły ulegać proporcje ilościowe, natura pozostała ta sama. Środowisko jest więc planetarnym kompleksem informacji polowej. To zasadnicza determinanta życia.

2. ŻYCIE WYBRAŁO PÓLPRZEWODNIK JAKO SUBSTRAT

W takim polowym zestawie powstające życie musiało się oprzeć na układzie dającym optimum odbioru informacyjnego. Jakiegokolwiek pole jest bowiem energetycznym bogactwem. Pole wykonuje pracę. Tylko jeden rodzaj materii nadaje się do subtelnego odbioru minimalnych nawet przekazów polowych — półprzewodniki.

Dla półprzewodnika istnieje w zasadzie tylko jedno środowisko — elektromagnetyczne. Innego on bowiem „rozeznania” nie posiada. Energia dostarczana przez heterogenne pole wpływa na wytworzenie nośników ładunków oraz ich uruchomienie. Ponadto pole wewnątrz półprzewodnika wykonuje pracę nie tylko przesuując dryfowo elektrony, ale również jony, rodniki, posiada możność kooptacji atomów z zewnątrz oraz wydalania ich. Można więc mówić o prądzie ładunków, ale też o strumieniu atomów. Życie „wybrało” więc półprzewodniki jako optymalny substrat w polowej sytuacji środowiska.

Środowisko chemiczne wyrażone połowo jako potencjał redoksyowy jest natomiast odbierane najlepiej przez amfotery. Stąd życie powinno je przełożyć ponad inne półprzewodniki w organizacji swej funkcjonalności. Wariacje potencjału oksydoredukcyjnego oraz rytmiczna pulsacja innych rodzajów polowego środowiska wpływają w rezultacie na elektryczne balansowanie całego układu, w tym przypadku koloidalnego półprzewodnika, wokół jego punktu izoelektrycznego. Ten stan rzeczy można nazwać przechodzeniem od „symetrii elektrycznej” (amfoteryczność w punkcie izoelektrycznym) do „elektrycznej asymetrii” pod wpływem polowej pulsacji otoczenia.

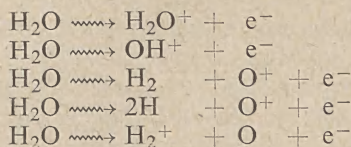
Półprzewodnikowy substrat ma tylko dwa oblicza elektrycznego rozeznania: „tak” lub „nie”. Elektron albo jego brak. Nazywamy to stanem donorowym i akceptorowym, kwaśnym lub zasadowym, relacją kationowo-anionową, redukcją czy też utlenieniem. Amfoteryczny substrat ma zdolność do wahań elektrycznych. To jego zasadnicze tło funkcjonalne. Oscylacja wokół izoelektrycznego punktu równowagi dokonuje się pod wpływem jakiegokolwiek informacji. Układ zawsze ją odbiera jako „tak” lub „nie”. W ten sposób powstaje elektryczny system

drgający, każda natomiast dostatecznie szybka zmiana stanu elektrycznego manifestuje się emisją fali elektromagnetycznej. Stanowi to „elektromagnetyczne minimum” życia z dużą możliwością rozbudowy i usprawnień, znanych choćby z fizyki półprzewodników jako kombinacja złączy p-n przy zdolności jednoczesnego wykonywania nawet przeciwstawnych funkcji.

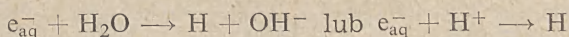
Najpospolitszym, a jednocześnie najidealniejszym i zarazem najprostszym półprzewodnikiem jest woda. W dodatku jest ona amfoterem. Zawiera wszystkie elementy funkcjonalne półprzewodników, a więc własności podstawowych dla życia. Ponadto woda łatwo oddziela protony, wobec tego pełni rolę oksydoreduktora. Na wodę trzeba inaczej spojrzeć niż na ośrodek i rozpuszczalnik chemicznej treści życia. Za mało zwrócono uwagi na proton. Mechanika kwantowa zajęła się przede wszystkim elektronem. Tymczasem proton przy rekombinacji z elektronem daje atom wodoru. Powoli jednak proton wchodzi w sferę zainteresowania organików [38]. Układ redoksy wody jest bardzo prosty — po jednej stronie punktu izoelektrycznego proton, po drugiej elektron związany z grupą OH. Radioliza wody wykazała zresztą bardzo szerokie możliwości na tworzenie rodników z wartością prawdopodobieństwa wyrażoną w nawiasie: H_2O^+ (100), OH^+ (20), H^+ (20), H_3O^+ (20), O^+ (2), H_2^+ (0,5) oraz tworzenie uwodnionego protonu o wzorze H_9O^+ lub H_7O_3^+ [6].

Woda łatwo powiększa swoje półprzewodnikowe własności nie tylko jako woda hydratacyjna w kryształach, ale również śródcząsteczkowa w koloidach, przyjmuje bowiem usieciowanie krystaliczne lodu. Woda podlega zresztą w układach biologicznych przejściom międzyfazowym od rozpuszczalnika do quasi-krystalicznej fazy odpowiadającej konsystencji lodu [35]. Tymczasem ruchliwość protonów w lodzie jest tylko o jeden do dwóch rzędów wielkości mniejsza niż ruchliwość elektronów w metalach [26].

Radioliza wody pod wpływem promieniowania jonizującego daje urozmaicony zestaw rodników poprzez cząsteczki wzbudzone według reakcji [6]:



Stwierdza się ponadto istnienie hydratowego elektronu e_{aq}^- o czasie połowicznym 300 msec. i bardziej energicznych własnościach redukujących niż wodór. Elektron hydratowany ulega przemianom w wodór według równań:



Woda jest więc półprzewodnikiem o wyjątkowych własnościach ustawicznej rekombinacji protonów i elektronów pod wpływem pola elektromagnetycznego [3]. Niestety, chemia wody urastająca do wielkiego działu badań i możliwości rozwinęła się zbyt późno w porównaniu z chemią organiczną węgla lub nieorganiczną krzemianów [14].

Amfoteryczny półprzewodnik woda miał do swej redoksowej dyspozycji nie tylko komplet protonowo-elektronowy, ale również szerszy

wachlarz dodatnich i ujemnych jonów w następstwie radiolizy. Zarówno powstanie jonów na skutek wzbudzonej cząsteczki wody, jak i rekombinacja ich powinny prowadzić do emisji słabego promieniowania w podczerwieni i ramanowskiego, co też odnośnie do protonów stwierdzono [38].

Zbyt cenne były to własności, by życie z nich nie wystartowało, tym bardziej, że obecnie stwierdzamy jego cechy półprzewodnikowe. „Pustka izoelektryczna” u wody została jedynie zastąpiona amfoterycznym atomem krzemu lub węgla, wokół którego rozgrywiają się obecnie wahania redoksove. Amfoteryczny atom jest wtedy osnową przekazu elektronowego i punktem zwrotnym między charakterem kwasowym i zasadowym, dodatnim lub ujemnym. Zjawia się „stabil” wśród zmiennych stanów. Łatwy balans reakcji oksydoredukcyjnych przy katalitycznym działaniu przekaźników elektronowych byłby zasadniczym kierunkiem funkcjonalnego rozwoju w życiu. I w tym wypadku start był nieorganiczny. Znalezione bowiem dla kationów stanowiących jony aktywatory w enzymach nieorganiczne odpowiedniki działające sprawniej niż enzymy [19].

Nie dlatego powstało życie na Ziemi, że był węgiel, lecz dlatego, że istnieje woda o niezwykłych własnościach półprzewodnika. Nazywa ją się półprzewodnikiem protonowym, przynajmniej w fazie krystalicznej.

Tak więc rozwój życia szedł po linii wykorzystania i wzbogacania elektronicznych własności wody przez połączenie ich z koloïdami amfoterycznymi o jednoczesnych własnościach półprzewodnikowych. Nie jesteśmy w stanie odtworzyć etapów rozwoju, ale dzisiejszy stan życia świadczy, że tak było. Wykazano bowiem półprzewodnikowe cechy białek, kwasów nukleinowych, a nawet całych układów tkankowych [2]. Ponadto półprzewodniki biologiczne są jeszcze piezoelektrykami. Odnosi się to do białek, jak i DNA oraz RNA, mięśni, kości [27]. Według ostatnich doniesień piezoelektryczność jest uniwersalnym zjawiskiem w żywych układach [28]. W ten sposób pełny garnitur działań polowych został uwzględniony w funkcji życia.

Rzeczywiście stwierdza się w obecnej organizacji życia wyjątkowe uwrażliwienie na wszelkiego rodzaju oddziaływania polowe zarówno elektrostatyczne, jak i stałe magnetyczne [10], światło i długie promieniowanie elektromagnetyczne ze zmianami w pH tkanki od 0,02 do 0,1 przy minimalnych nawet polach [25]. Pole grawitacyjne i światło dają efekt geoelektryczny badany u roślin. Pole temperatury modyfikuje w prostej zależności elektryczne cechy biologicznego półprzewodnika [34]. Ostatnio pole fononowe (ultradźwiękowe) budzi zainteresowanie badaczy. Periodyczna kompresja i dekompresja tego pola przy piezoelektrycznych własnościach żywego układu warunkuje istotne zmiany procesów życiowych [7]. Zjawiska piezoelektryczne i elektrostrykcja są odwracalne. W jakim stopniu występuje w układach biologicznych magnetostrykcja i piezomagnetyzm, to wykaże najbliższa przyszłość. Paramagnetyczny rezonans związków organicznych, intensywnie obecnie badany, uwzględni zapewne i ten wariant.

Życie nie może istnieć w izolacji polowej. Wariacja pól polaryzuje półprzewodnikowy substrat, dając napięcie elektryczne, generuje nośniki ładunków, uruchamia je w prądy. W ten sposób łączy się quasi-stabil substratu z dynamiką całości.

3. POLE ELEKTROMAGNETYCZNE JAKO FUNKCJA ŻYCIA

Niepokój polowy otoczenia jest w ogólnej synchronizacji z procesami polowymi żywego układu. Półprzewodnik reaguje swym statusem elektrycznym manifestując zmianę energetyczną wypromieniowanym kwantem. W tej sytuacji emitowane pole powinno być zjawiskiem normalnym oraz istotnym w procesach życiowych.

Badania poszły w kilku niezależnych kierunkach, choć zmierzających do tego samego. Radiobiologia dała szeroki przegląd reakcji żywego układu na promieniowanie jonizujące. Po drugiej stronie niejako wytworzył się dział zainteresowań polem biologicznym (Gurwicz, Northrop, Burr). Wreszcie trzeci wariant to fluorescencja białek, kwasów nukleinowych i całych tkanek czy organizmów. Wielki rozrzut badań nie znalazł wspólnego mianownika. Istnieje natomiast ścisła zależność; adsorpcja z charakterystycznym maksimum u białek i kwasów nukleinowych [17] ma swoją lewą stronę — emisję promieniowania o tejże długości fali. Coraz częściej stwierdza się bardzo słabe promieniowanie organizmów [8]. Staje się ono punktem wyjątkowego zainteresowania biofizyki [37].

Rozrzucone badania nad półprzewodnikowymi cechami białek i tkanek oraz emisja fali elektromagnetycznej przez układy biologiczne nie znalazły dotąd całkowitego wyjaśnienia [32]. Sprawa komplikuje się, ponieważ stany kwantowe przeplatają się z fenomenologią życia, ta znów wykazuje zależność od stopnia organizacji.

Coraz częściej stosowana nazwa bioluminescencji jest zbiorowym wyrazem procesów kwantowych natury chemiluminescencyjnej. Ponadto uwzględnić trzeba będzie triboluminescencję pod wpływem mechanicznego działania, krystaloluminescencję podczas procesów krystalizacyjnych, elektroluminescencję w stałym polu elektrycznym oraz magnetoluminescencję w następstwie magnetostrykcji. Niektóre z tych rodzajów luminescencji wymagałyby szerszego opracowania, jak to się dokonuje w chemiluminescencji [33].

Stronę fenomenologiczną stanowi sumaryczny wyraz stanów kwantowych. Tutaj uwzględnić należy biopotencjały i bioprądy u roślin, poszczególnych tkanek zwierzęcych (najlepiej zbadane u mięśni i nerwów), całych narządów, jak mózg i serce, oraz całych organizmów (efekt galwaniczny skóry). W tej klasie zjawisk będzie elektrostaza, czyli powierzchniowe zagegżeczenie ładunków [30], polaryzacja układu biologicznego jako całości. Wreszcie emisja długiej fali elektromagnetycznej. Badania mózgu ludzkiego [9] w związku z wykorzystaniem jego promieniowania dla biotelekomunikacji [4] oraz podczerwonego promieniowania organizmu — stanowią wycinki tej problematyki [22].

4. INTERPRETACJA MATERIAŁU DOŚWIADCZALNEGO

Mnożenie faktów doświadczalnych ma sens, o ile stanowi materiał wyjaśniający szerokie tło zdarzeń lub naświetla teorię ogólnego zjawiska. Dane eksperymentalne w interesującym nas przedmiocie są rozrzucone nie tylko po różnych specjalnościach nauki o życiu, ale w szerokim zestawie nauk przyrodniczych. Wyniki same jednak wskazują drogę interpretacji — zestawić półprzewodnictwo związków biologicznie czynnych z emisją promieniowania elektromagnetycznego.

Na podstawie wielu danych eksperymentalnych można już zakreślić „elektroniczne” drogi rozwoju życia. Rozbudowa „elektromagnetycznego minimum” poszła w stronę skomplikowania niejednorodności półprzewodnika. Wyraża się to zwiększeniem możliwości złączeń typu p-n lub tranzystorowej ich kombinacji p-n-p albo n-p-n, powstaniem prądowo-napięciowej charakterystyki tak znamiennej dla tego typu złączeń. Marginalnie podać należy, że wykres prądów czynnościowych nerwu i mięśnia przypomina zupełnie analogiczną sytuację prądowo-napięciową złączenia p-n w elektronice [31].

Zarysowują się w przybliżeniu następujące kierunki rozwojowe układu biologicznego o naturze półprzewodnika:

- a) zwiększenie populacji nośników ładunków przez wytworzenie półprzewodników pierścieniowych z przeniesieniem elektronu;
- b) usprawnienie procesów redoksowych przez oparcie ich na amfoterach i katalizie;
- c) mechanizmy transferu elektronowego;
- d) wzmożone powstawanie i rekombinacja cząsteczek obdarzonych ładunkiem (rodników) stanowiących podstawę wypromieniowania fotonu;
- e) maksimum stanów wzbudzonych przez uruchomienie wymiany elementów atomowych w strukturach półprzewodnikowych na nowe, choć takie same (odbudowa struktury).

Życie to układ półprzewodnikowy o dużej sumie zmiennych stanów elektrycznych. Ewolucja układu biofizycznego szła po linii wytworzenia takich drobin, by zmiany elektroniczne mogły się łatwo i sprawnie dokonywać (zwrotność elektryczna).

Techniczne poszukiwania materiałów organicznych o cechach półprzewodnikowych uznały za najlepsze związki pierścieniowe jak antracen, piren, a zwłaszcza heterocykliczne z atomem azotu w pierścieniu, jak akrydyna, fenazylna [1, 16]. Życie natomiast wykorzystało pierścieniowe własności w budowie niektórych aminokwasów i białek odznaczających się również własnościami półprzewodników. Być może życie wykorzystało zwiększenie przewodnictwa elektrycznego i obniżenia energii aktywacji przez kondensację pierścieni aromatycznych, jakby to sugerować mogła budowa niektórych białek, do kwasów nukleinowych i porfiryń włącznie. W dodatku odkryto niedawno reakcję modelową syntezy kwasów nukleinowych na gruncie nieorganicznym bez udziału selektywnie działającego katalizatora przy powstaniu stereoregularnego polimeru polifenylsilosiloeskwioksanu [18].

W interpretacji tak pojętego życia z pomocą mogą przyjść nauki techniczne, zwłaszcza elektronika półprzewodników. Tutaj właśnie znajduje łączne zastosowanie półprzewodnictwo z emisją promieniowania. Na tej zasadzie działają półprzewodnikowe lasery oraz niedawno odkryte lasery pracujące na organicznych cieczach przy udziale związków chelatowych [13].

Przejście od heterogennej aktywacji pod wpływem wariującego kompleksu pól środowiska na autogenną było zapewne decydującym krokiem życia. Używając terminu technicznego — w obrębie żywego układu dokonuje się pompowanie elektromagnetyczne i przejście od emisji wymuszonej do spontanicznej. Suma reakcji elektrycznych w masie półprzewodnika, powstanie i rekombinacja rodników, fala redoksowa, reakcje syntezy i desyntezy, transport ładunków i atomów itp. poza przejściami bezpromienistymi wyraża się ostatecznie własnym promieniowa-

niem. Życie byłoby więc organicznym układem pompy elektromagnetycznej pracującej na podłożu półprzewodnikowym. Pompa redoksowa [15] będzie jednym tylko z jej wariantów, a biologiczna pompa entropijna [5] jej ostatecznym wyrazem w termodynamicznych aspektach.

Emisja fotonu nie jest zwykłym wydalaniem nadmiaru energii. To sprawa udzielania informacji między organizmem a organizmem [24], ale jednocześnie między komórką a komórką i międzydrobinowo. Szerokość pasmowa promieniowania biologicznego pokrywa się bodaj z poziomem organizacyjnym życia. Ilość informacji przesłanej jest zależna od szerokości pasma [21], stąd połowym wyrazem stopnia organizacji życia powinno być poszerzenie emitowanego pasma. Słabe pole elektromagnetyczne jest korzystne dla rozwoju życia, jest więc połową rezerwą energetyczną. W dodatku nadaje się jako czynnik sterujący procesami elektrycznymi w półprzewodniku. Nic też dziwnego, że życie tak „zabiega” o reakcje chemiluminescencyjne.

Chemiczne tło zdarzeń określanych dotychczas życiem mieści się również w półprzewodnikach. Stany akceptorowe i donorowe traktuje się w półprzewodnikach jako reakcje chemiczne, nie wyłączając przejść singletowo-trypletowych. A przejścia te czyni się odpowiedzialnymi za tworzenie centrów promieniowania.

Zrozumiała się staję ustawiczna wymiana atomów struktury na „świeże”. Inaczej byłyby to „bezczelowa robota” życia. Każde oszczędzenie i związanie atomu łączyłoby się z produkcją fotonu. Odbudowa elementów składowych struktury mieściłaby się wtedy w całokształcie elektromagnetycznego zapotrzebowania życia. Reakcje chemiczne byłyby tylko okazją produkcji kwantu promieniowania. I to kwantu in statu nascendi. Promieniowanie elektromagnetyczne należy więc do istoty życia.

W obecnej konstrukcji życia istnieje nie tylko „nieorganiczna reszta” chemicznie pojmowana jako mikroelementy (Si, Fe, Zn, Cu, Mn, Mo, Mg, Ca), ale również nieorganiczna „reszta funkcjonalna” półprzewodnictwa z radiacją. Istota życia pozostała ta sama co u startu — półprzewodnikowa pompa elektromagnetyczna. Szczegóły biochemiczne zostały tylko rozbudowane dla usprawnienia tej roli podczas filogenezy przy zachowaniu wyjściowego tła. To wcale nie poetycki zwrot — życie jest światłem.

5. ZARYS ELEKTROMAGNETYCZNEJ TEORII ŻYCIA

Nasz zasób wiadomości z biofizyki, uzupełniony fizyką półprzewodników, elektroniką i cybernetyką, pozwala przynajmniej w zarysie sformułować elektromagnetyczną teorię życia. Układ żywy to elektromagnetyczna pompa pracująca na organicznym substracie półprzewodnikowym. Prawdopodobnie protożywe układy wystartowały z nieorganicznych koloidów (krzemionka, wodorotlenki glinu, żelaza), wykazujących również półprzewodnictwo.

„Technicznie” określając, żywy układ byłby laserem małej mocy pracującym na półprzewodniku organicznym przy użyciu wszelkiego rodzaju pompowania — optycznego, akustycznego (piezoelektryczne własności) paramagnetycznego, cząsteczkowego (rekombinacja rodników) oraz elektronowego. Prawdopodobnie wykorzystuje też pulsującą pola elektrycznego i związaną z tym polaryzacją dielektryka półprzewodnikowe-

go. Ostatnio techniczne sugestie Basowa idą w tym kierunku [21]. Wszystkie te rodzaje aktywacji streszczają się w półprzewodniku do elektromagnetycznego pompowania. Biologiczny laser jest więc wydajnym transformatorem każdej informacji na fotonowe kwanty.

Życie wyprzedziło po prostu techniczne urządzenia elektroniki, podobnie jak wyprzedziło w swych układach sterujących cybernetykę. Byłby to już drugi przypadek, gdzie życie wskazuje kierunki rozwiązań technicznych. Główne tendencje ewolucyjne biofizyki mogą stać się punktem wyjścia dla laserów opartych na organicznych półprzewodnikach. Próby budowy wydajnego lasera tego typu będą musiały sięgnąć do układu biologicznego dla swych skutecznych rozwiązań technicznych. Ale i bionika będzie się musiała zająć przede wszystkim nie tyle systemem nerwowym jako układem sterującym, ile elektroniką półprzewodnikowego układu biologicznego, jak zresztą wskazywać może jej nazwa.

Biologiczny układ jest dotychczas bezkonkurencyjny. W swoisty sposób urzeczywistnił ideę lasera opartego na półprzewodnikach organicznych. Życie rozwiązało niewykonalne jeszcze zupełnie koncepcje techniczne pompowania lasera przez drugi laser. Układ drobin i struktur organicznych, wzrastająca złożoność części nadrzędnych w konstrukcji obiektów biologicznych wykorzystuje zapewne selektywnie pompowanie elektromagnetyczne różnej długości fali, uwzględniając jej spolaryzowanie.

W związku z tym dobrze będzie wyodrębnić zasadnicze linie rozwojowe w organizacji życia jako układu elektronicznego. Podstawowa tendencja to zminimalizowanie energii skutecznego pompowania. Dokonało się to w wieloraki sposób zarówno od strony substratu, jak i sposobu pompowania.

1. Ewolucja substratu objęła:

a) wytworzenie półprzewodników, często heterocyklicznych z rezerwą elektronów π przy jednoczesnych własnościach piezoelektrycznych i optycznej czynności;

b) wytworzenie związków donorowo-akceptorowych. Posiadają one niższą energię aktywacji w całości niż w poszczególnych częściach;

c) dążność do półprzewodnika niejednorodnego dającego maksimum możliwości wytworzenia złącz typu p-n, podstawę sytuacji napięciowo-prądowej.

2. Ewolucja pompowania objęła zaangażowanie wszelkiej energii poza elektromagnetyczną, nie wyłączając mechanicznej (elektro- i magnetostrykcja).

Jednolita teoria życia nie jest ukoronowaniem całokształtu badań nad fenomenem życia, lecz raczej metodą głębszego poznania go. W dodatku metodą zapobiegającą zagubieniu się w bezmiarze szczegółów dostarczanych przez specjalistyczne nauki biologiczne. Jednolita teoria życia, podobnie jak unitarna teoria fizyki, sprowadza wielorakość zjawisk do elementarnych podstaw. W tym rozumieniu zarys elektromagnetycznej teorii życia jest w tej chwili hipotezą — narzędziem pracy w lepszym poznaniu życia.

Badania eksperymentalne elektrobiologii stanowią tylko derywaty wielkiej całości życia, i to przysłoniętego wtórnymi adaptacjami chemicznymi długiej historii, choć przy zachowaniu tej samej zasady funkcjonalnej. Życie jest bowiem jedynym układem półprzewodnikowym, który kontynuuje swą pracę bez przerwy ponad 3 miliardy lat. Różnice

między startem a obecnym stanem muszą być niezwykle duże. Spośród ogólnej sumy usprawnień rozwojowo nabywanych można jednak odczytać stan wyjściowy. Jak zawsze, tak i w tym przypadku ewolucja życia nie zacierą minionych etapów. Wszystko wskazuje, że wyjściowy substrat był półprzewodnikiem, a istota życia polega na ustawicznej zmianie stanu elektrycznego z towarzyszącym efektem pola elektromagnetycznego. Wytworzenie autogennego pola stanowiło istotny element w funkcjonalnej organizacji życia jako nośnika informacji wewnątrz układu i czynnika sterującego, przy tym była to elektromagnetyczna pompa aktywująca nieustannie półprzewodnikowy substrat organiczny. Biologiczny laser pracuje bowiem przede wszystkim na użytek wewnętrzny. To gwarancja jego rozwoju. Rezerwę energetyczną znajduje natomiast poza sobą w środowisku polowym.

Z całą pewnością żywy układ jest pierwszym laserem, który bezpośrednio wykorzystał elektromagnetyczną energię słońca. Próby techniczne są dopiero w toku.

LITERATURA

- [1] Aftergut S., Brown G. P. — *Electric Properties of Organic Compounds*. In: Brophy J. J. (Edit.) *Organic Semiconductors*. New York, s. 79, 1963.
- [2] Athenstaedt H. — *Ferroelektrische und piezoelektrische Eigenschaften biologisch bedeutsamer Stoffe*, *Naturwissenschaften*, 48, 19, s. 465, 1961.
- [3] Barker G. C., Sammon D. C. — *Kinetics of Proton-transfer Reactions*, *Nature*, 213, s. 65, 1967.
- [4] Bilenkin D. — *Biological radiocommunication*, *International Journal of Parapsychology*, v. 7, n. 4, s. 418, 1965.
- [5] Campbell B. — *Biological Entropy Pump*, *Nature*, 215, s. 1308, 1967.
- [6] Ciborowski S. — *Chemia radiacyjna związków nieorganicznych*. Warszawa, 1962.
- [7] Elpiner I. E., Fajkin I. M., Basurmanowa O. K. — *O wnutriklietocznych mikropotokach isuzywajemych ultrazwukowymi wołnami*, *Biofizika*, t. 10, wyp. 5, s. 805, 1965.
- [8] Gasanow R. A., Mamedow T. G., Tarusow B. N. — *Spontannoj e inducirowannoje swierchslaboje swiecenie rastitielnych organizmow*, *Trudy Moskovskogo Obszczestwa Ispytatielej Prirody*, t. 21, s. 64, 1965.
- [9] Guliaev P. I. — *Cerebral electromagnetic fields*. *International Journal of Parapsychology*, v. 7, n. 4, s. 399, 1965.
- [10] Haberditzl W. H. — *Enzyme Activity in High Magnetic Fields*, *Nature*, 213, s. 72, 1967.
- [11] Hart E. J. — *Hydratowany elektron*, *Science*, 146, s. 19, 1964. (tł. pol. w: *Postępy chemii I*, Warszawa, s. 180, 1966).
- [12] Heckert H. — *Lunationsrhythmen des menschlichen Organismus*, Leipzig, 1961.
- [13] Heller A. — *Akcja laserowa w cieczech*, *Physics Today*, 20, s. 34, 1967 (tł. pol. w: *Postępy fizyki z. 3*, s. 243, 1968).
- [14] Kavanau J. E. — *Struktura wody i oddziaływania międzycząsteczkowe w roztworach wodnych*, (tł. z ang.) Warszawa, 1968.
- [15] Kernan R. P. — *Redox Pump Theory for Active Secretion of Hydrogen Ions*, *Nature*, 213, s. 734, 1967.
- [16] Kleiner mann M. Y., Mc Glynn S. P. — *Photoconductivity and Inter-*

- molecular Interaction in Nonionic Aromatic Crystals*, In: Brophy J. J. (Edit.) *Organic Semiconductors*. New York, s. 108, 1963.
- [17] Koniew S. W. — *Elektronno-wozbuzdiennyje sostojanija biopolimierow*, Mińsk, 1965.
- [18] Korszak W. W. — *Postępy w chemii polimerów* (tł. z ros.), Warszawa, s. 327, 1968.
- [19] Krause A., Plura I. — *Ein neues anorganisches Superferment vom Katalasetypus*, *Naturwissenschaften*, 48, 22, s. 693, 1961.
- [20] Kryszewski M. — *Półprzewodniki wielkocząsteczkowe*, Warszawa, s. 143, 1968.
- [21] Lengyel B. A. — *Lasery*. (tł. z ang.), Warszawa, s. 148, 1965.
- [22] Low M. J. — *Infrared Emission Spectra of in vivo Human Skin*, *Experientia*, 22, s. 262, 1966.
- [23] Podbielski T., Grabiec S. — *O problemach magnetobiologii*, *Kosmos A*, z. 4, s. 371, 1968.
- [24] Presman A. S. — *Elektromagnitnyje polia i žiwaja priroda*, Moskwa, 1968.
- [25] Reiter R. — *Nachweis der biologischen Wirkseimkeit elektrischer Wechselfelder niedriger Frequenz*, *Naturwissenschaften*, 41, 1. s. 22, 1954.
- [26] Riehl N. — *Elektrische Leitfähigkeit von anorganischen Isolatoren, Eis und Proteinen im Zusammenhang mit der Energiewanderung*, *Naturwissenschaften*, 43, 7, s. 145, 1956.
- [27] Shamos M. H., Lavine L. S., Shamos M. I. — *Piezoelektric Effect in Bone*, *Nature*, 197, s. 81, 1963.
- [28] Shamos M. H., Lavine L. S. — *Piezoelectricity as a Fundamental Property of Biological Tissues*, *Nature*, 213, s. 267, 1967.
- [29] Sedlak W. — *Zróźnicowanie chemicznej treści Ziemi na strefy oraz zjawiska wulkanizmu*, *Roczniki Filozoficzne*, z. 3, s. 31, 1965.
- [30] Sedlak W. — *Elektrostaza i ewolucja organiczna*, *Roczniki Filozoficzne*, z. 3, s. 31, 1967.
- [31] Sedlak W. — *Biofizyczne podstawy świadomości* (w druku).
- [32] Sedlak W. — *Model układu emitującego pole biologiczne i elektrostaza*, *Kosmos A*, z. 2, s. 151, 1967.
- [33] Sławiński J. — *Chemiluminescencja w biologii*, *Postępy Biochemii*, t. 13, n. 2, s. 191, 1967.
- [34] Szrankfeld I. G. — *O wlijanii temperatury na luminescencju mysze i miesiecznych białkow*, *Biofizika*, t. 9, wyp. 1, s. 68, 1964.
- [35] Trintscher K. S. — *Biologie und Information*, Leipzig, 1967.
- [36] Tromp S. W. — *Medical biometeorology*, Amsterdam—London—New York, 1963.
- [37] Władimirow J. A., Litwin F. F. — *O miechanizmie swierchslabych swiezczenij w biologiczeskich sistiemach*, *Trudy Moskovskogo Obszczestwa Ispytatielej Prirody*, t. 21, s. 51, 1965.
- [38] Zimmermann H. — *Stany protonowe w chemii*, *Angew. Chem.*, 76, s. 1, 1964. (tł. pol. w: *Postępy chemii*, I. Warszawa s. 41, 1966).

Hearing mechanisms in vertebrates. A Ciba Foundation symposium, ed. A.V.S. de Reuck and J. Knight. J. and A. Churchill Ltd. London 1968, str. 320, ryc. 107, cena nie podana.

Ilość publikacji ogłaszanych w postaci „sympozjonów” ciągle wzrasta. Istnieją już całe serie takich wydawnictw, jedną z nich stanowią sympozjony Fundacji Ciba. W porównaniu z innymi seriami odznaczają się one stosunkowo bardzo obszernym uwzględnianiem wypowiedzi w dyskusji, co jest zawsze interesujące dla czytelnika.

Recenzowany tom zawiera czternaście referatów. W dyskusjach brało udział 24 osoby. Referaty są ujęte w pięć grup, każda z grup obejmuje trzy referaty, z wyjątkiem grupy trzeciej, na którą składają się tylko dwa. Tytuły grup brzmią: „Budowa i funkcja narządów słuchu u kręgowców z wyłączeniem ssaków”, „Budowa i funkcja u ssaków”, „Drogi dośrodkowe i ośrodkowe w nerwie słuchowym”, „Lokalizacja w przestrzeni”, „Mechanizmy centralne”. Streszczenie wszystkich referatów jest oczywiście niemożliwe. Warto podkreślić, że niektóre referaty zawierają poglądy bardzo oryginalne, sprzeczne z ujęciami podręcznikowymi. Enger, omawiając słyszenie ryb, przypomina, że fala głosowa wywołuje w wodzie dwa efekty, a mianowicie przejściowe wahanie ciśnienia oraz przemieszczenie drobin. Efekt wahań ciśnienia zmniejsza się ze wzrostem odległości od źródła dźwięku, z zależnością liniową, intensywność natomiast przemieszczenia drobin zanika proporcjonalnie do trzeciej potęgi odległości. Stąd ryba znajdująca się blisko źródła dźwięku może odbierać sygnały akustyczne inaczej i przy pomocy odmiennych receptorów niż ryba bardziej oddalona. Sygnały bliskie wywołują tak znaczne przemieszczenia drobin, że ryby mogą je odbierać przy pomocy receptorów linii bocznej. Sygnały dochodzące z większej odległości wymagają przetworzenia. Najlepszym elementem przetwarzającym wahania ciśnienia na przemieszczenie jest bańka gazu otoczona wodą. Dlatego ryby mające pęcherz pławny słyszą lepiej od ryb pozbawionych pęcherza, najlepiej zaś słyszą te u których pęcherz jest połączony z błędnikiem słuchowym przy pomocy odgałęzień (np. śledziowate) lub za pośrednictwem kostek aparatu Webera (*Ostariophysii*). Jednakże ryby spodousto słyszą również, pomimo braku pęcherza pławnego. Mechanizm ten nie jest wyjaśniony. Autor podkreśla, że badań ostrości słuchu ryb nie powinno się prowadzić w małych akwariach i basenach, gdyż wprowadza się w ten sposób zaburzenia wywołane przez odbicie fal głosowych od ścian. Najlepsze wyniki uzyskuje się prowadząc doświadczenia na otwartym morzu. Kłopotliwe to zalecenie, autor jednak streszcza wyniki własnych eksperymentów prowadzonych w takich warunkach.

Ogromnie oryginalne, a dobrze uzasadnione rozumowanie przedstawia Tumar-kin w referacie omawiającym ewolucję receptorów słuchu u kręgowców lądowych. Autor ten odrzuca przypuszczenie, w myśl którego u najstarszych czworonogów wcięcie tylnej krawędzi dachu czaszki (otic notch) obejmowało bębenek. Zdaniem Tumarkina najstarsze czworonogi, spędzające większą część życia w wodzie nie miały jeszcze ucha środkowego. W razie wyjścia na brzeg odbierały drgania podłoża, na którym spoczywały, lecz nie były zdolne do słyszenia dźwięków, których źródło mieściło się w atmosferze. Rozumowanie przemawiające za tym przypuszczeniem brzmi w sposób następujący. Lokalizacja bębena we wcięciu dachu czaszki byłaby znakomita. Trudno przypuścić istnienie sił ewolucyj-

nych zdolnych do przemieszczenia tak położonej błony bębenkowej. Tymczasem u rozmaitych kręgowców współczesnych dostrzegamy odmienne lokalizacje bębenka. Stąd wniosek, że pierwotna lokalizacja bębenka nie była najlepsza, a procesy ewolucyjne przemieszczały ten narząd w rozmaity sposób. Tumarkin posuwa się tak daleko, że zakłada, iż wśród kręgowców nie występują uwstecznienia ucha środkowego, a rozmaite sposoby wykształcenia wynikają tylko z różnej doskonałości struktur. Tak jednak na pewno nie jest. Wystarczy przykład następujący. Gatunki rodzaju *Bufo* mają na ogół bębenek dobrze wykształcony. Istnieje jednak gatunek, żyjący w hałaśliwych górskich strumieniach, u którego zarówno ucho środkowe, jak i struny głosowe uległy regresji (*Bufo alvarius*).

Najważniejsze konkluzje Tumarkina wyglądają w sposób następujący: 1) dotychczasowe hipotezy zakładające, że ucho środkowe ulegało często uwstecznieniu są fałszywe; 2) najstarsze lądowce nie miały ucha środkowego; 3) ucho środkowe powstało u czworonogów kilka razy w sposób niezależny, stąd elementy wchodzące w jego skład nie zawsze są homologiczne. Tak na przykład columella płazów bezogonowych nie jest homologiczna columelli *Sauropsida*. Niektóre wnioski Tumarkina są zaskakujące, tak np. sądzi on, że słynny „żagiel” *Pelycosauria* pełnił funkcję ogromnego bębenka, wprawianego w drgania przez fale głosowe.

W referatach pozostałych Schwarzkopff omawia słyszenie ptaków, Pye, słuch nietoperzy, Spoendlin zaś ultrastrukturę narządu Cortiego. Ten ostatni referat ilustrują 24 piękne elektronogramy. Referat Bredberga o związku między sprawnością słuchu a budową ślimaka u człowieka zainteresuje przede wszystkim lekarzy. Sześć referatów składających się na grupy trzecią i piątą przedstawia głównie wyniki badań neurofizjologicznych nerwu słuchowego i ośrodków centralnych, wreszcie referaty grupy czwartej omawiają orientację przestrzenną ryb i ssaków opartą na sygnałach słuchowych.

Jak już wspomniano na wstępie, po każdym referacie znajduje się kilka stron dyskusji. Są one szczególnie interesujące, gdyż zawierają komentarze bardzo rozmaitych specjalistów. Fizjologowie zwracają uwagę na znaczenie pewnych struktur morfologicznych, lekarze komentują zachowanie ryb itd. Tego rodzaju dyskusje rzadko widzi się w druku, mimo że ich wartość dla czytelnika jest oczywista.

Henryk Szarski

O WZGLĘDNEJ STAŁOŚCI GATUNKU I NIEKTÓRYCH ZAGADNIENIACH
TAKSONOMII *

Autor poprzedza rozważania na temat wewnątrzgatunkowych ugrupowań ogólną analizą poglądów na gatunek. Stwierdza, że poglądy współczesnych biologów na ten temat, można w zasadzie sprowadzić do dwóch podstawowych koncepcji, związanych z ogólnymi poglądami danego badacza na proces historycznego rozwoju, rolę w nim stosunków wewnątrzgatunkowych, charakter zmienności itp.

Według pierwszej koncepcji, gatunek oraz inne kategorie taksonomiczne są to pojęcia umowne, wprowadzone przez badaczy dla wygody. Gatunek nie ma obiektywnej rzeczywistości, nie jest też formą istnienia żywej materii. Ugrupowania wewnątrzgatunkowe powstają w rezultacie wewnątrzgatunkowej walki o byt i doboru lepiej przystosowanych osobników. W rezultacie tak pojętego procesu, gatunek jako rzeczywistość i jako specyficzna jakość nie może istnieć. Zmieniające się warunki zewnętrzne wpływają na populacje gatunków tylko poprzez dobór bardziej przystosowanych i wymieranie mniej przystosowanych. Zmienność ma charakter nieokreślony, nie jest adekwatna do działających czynników. Walka wewnątrzgatunkowa jest wiodącym czynnikiem historycznego rozwoju. Prowadzi ona do rozbitcia gatunku poprzez dywergencję i ciągłą jego zmienność. Dobór poprzez wewnątrzgatunkową walkę o byt odsiewa mniej przystosowane osobniki, zabezpieczając tym samym przeżycie bardziej przystosowanych. Płodność jest cechą gatunkową prowadzącą do przeludnienia, zwiększenia śmiertelności i w końcu do rozbitcia starego gatunku na drodze dywergencji. Powstawanie gatunków jest procesem ciągłym. Granice między gatunkami są umowne. Czasami stają się bardziej wyraźne, dzięki wymieraniu form pośrednich. Rozwój historyczny przebiega raczej równomiernie. Sam czas jest czynnikiem wpływającym na powstawanie gatunków. Gatunki posiadają cechy zarówno przystosowawcze, jak i nieprzystosowawcze. Część cech, które w przyszłości mogą okazać się pożyteczne, ma charakter preadaptacji.

Według drugiej koncepcji gatunek ma obiektywną rzeczywistość. Jest względnie stały w czasie i przestrzeni. Wszystkie wyższe kategorie taksonomiczne, o ile są prawidłowo ustalone, mają również obiektywną rzeczywistość. Ugrupowania wewnątrzgatunkowe powstają jako przystosowania do środowiska i zabezpieczają istnienie gatunku w różnych warunkach środowiska. Reakcje populacji na zmiany warunków zewnętrznych są adekwatne w określonych granicach, różne u różnych gatunków. Zmienność w populacji jest to zjawisko prawidłowe, mające charakter zarówno określony, jak i nieokreślony. Antagonistyczne stosunki wewnątrzgatunkowe zabezpieczają względną stabilność gatunku. Dobór naturalny odsiewa osobniki nieprzystosowane do warunków i zachowuje przystosowane. Płodność jest cechą gatunkową kompensującą śmiertelność. Zmienia się ona odpowiednio do zmian w ilości pokarmu i ma za zadanie ochronę względnej stabilności gatunku. Proces powstawania gatunków jest i ciągły, i przerywany, dokonuje się skokami. Granice między gatunkami są realne. Rozwój historyczny nie przebiega równomiernie, okresy powstawania gatunków przeplatają się z okresami względnej stabilności fauny. Czas sam w sobie nie jest czynnikiem formotwórczym. Wszystkie ce-

* G. W. Nikolskij — *Ob odnositelnoj stabilnosti wida i niekotorych woprosach taksonomii*, Zoologičeskiej Żurnał, 47, 6, 860—874, 1968.

chy gatunkowe mają znaczenie przystosowawcze, tj. związane ze środowiskiem. Każda nowa cecha powstaje w rezultacie współdziałania ze środowiskiem. Każde przystosowanie jest konkretne i ograniczone. Preadaptacje są niemożliwe.

Zdaniem autora, obie te koncepcje uzasadnione są różnym podejściem metodologicznym, różną postawą filozoficzną. Stanowisko odrzucające realność gatunku wiąże się z różnymi formami pozytywizmu. Za nim też opowiadają się czołowi reprezentanci tego kierunku, jak G. Dewey (1920), B. Rassel (1957), W. James (1890) i inni.

Uznanie czy też odrzucenie realności gatunku nie wiąże się z uznaniem czy też odrzuceniem sprzecznych tendencji i „walki między osobnikami jednego i tego samego gatunku”. Różnica stanowisk wywodzi się stąd, że jedni badacze w wewnątrzgatunkowej walce i doborze bardziej przystosowanych, widzą nieprzerwanie działający czynnik ewolucji. Inni natomiast sądzą, że wewnątrzgatunkowe stosunki są właściwością przystosowawczą gatunku zabezpieczającą jego względną stabilność w zmiennych warunkach środowiska.

Realność gatunku i jego względną stałość w czasie i przestrzeni uznawało i uznaje wielu autorów. Wśród nich np. A. P. Siemienow-Tjan-Szanski (1910), N. I. Wawilow (1931), W. W. Wasniecow (1953), S. G. Kryżanowski (1953), oraz autor niniejszego artykułu w szeregu pracach z lat 1947, 1950, 1953, 1955, 1962, 1965.

Również wielu autorów uznaje za realne wszystkie inne kategorie taksonomiczne zarówno powyżej, jak i wewnątrz gatunku. Jak zauważył S. G. Kryżanowski (1953), każda kategoria taksonomiczna odznacza się specyficznymi biotycznymi stosunkami. Tak na przykład w przedziałach gatunku mogą występować stosunki typu pasażer-gospodarz (pasożytnicze samce u ryb, potomstwo odżywiający się sokami ciała rodziców itp.). W przedziałach rodzaju i rodziny ta forma stosunków nie występuje, a pojawia się w przedziałach podrzędu, np. w podrzędzie *Siluroidei*, którego przedstawiciele pasażerują na osobnikach innych rodzin.

Współczesna zoologia i paleontologia nagromadziła wiele faktów wskazujących na względną stabilność gatunku w czasie. Na przykład gatunki współczesnej ichtiofauny wykształciły się jako takie w połowie trzeciorzędu. Badania wykazały, że okoń, szczupak i inne ryby zachowały się do naszych czasów bez zmian (Lebediew 1959).

Świadczy to o tym, że gatunki przedstawiają nie tylko obiektywnie istniejącą realność w przestrzeni, ale są realne i w czasie. Względna stabilność gatunku jest zabezpieczona szeregiem mechanizmów. W artykule tym, poświęconym w zasadzie zagadnieniom taksonomii, autor nie zamierza rozpatrywać szerzej tych mechanizmów, stwierdza jednak że najważniejszym z nich jest możliwość samoregulacji liczebności i biomasy oraz mechanizmy regulujące zmienność osobników w populacji. Wprawdzie rozporządzamy obecnie nie całkiem wyczerpującymi danymi traktującymi prawidłowość zmienności wewnątrzgatunkowej, szereg materiałów pozwala jednak na pewne uogólnienia i sądy o charakterze zmienności i jej znaczeniu dla zabezpieczenia istnienia gatunku w zmiennych warunkach środowiska.

Jak wiadomo, im bardziej stabilne są warunki środowiska, w których wykształcał się i żyje gatunek, tym mniejsza jego zmienność. Gatunki stenobiontyczne przystosowane do życia w warunkach bardziej stabilnych, wytworzyły sobie regulujące mechanizmy działające w przedziałach węższej amplitudy niż gatunki eurybiontyczne. Przy nagłej zmianie warunków życia gatunki stenobiontyczne wymierają szybciej niż eurybiontyczne. Dzięki wąskiemu przystosowaniu gatunki stenobiontyczne bardziej efektywnie wykorzystują elementy swojego środowiska, ale u nich właśnie przejawia się wyraźnie ogólna prawidłowość, że każde przystosowanie jest zarazem i ograniczeniem.

Zgromadzono wiele materiałów dotyczących zmienności u ryb. Badania np. W. A. Majenoma (1960) i innych wyjaśniają sens biologiczny różnicy w wielkości

ikry ryb zależnie od warunków środowiska, a konkretnie bazy pokarmowej. Stwierdzono ogólną prawidłowość, że w populacjach żyjących w mniej dogodnych i labilnych warunkach, zmienność cech jest wyższa. Odpowiednio zmienia się nie tylko wariabilność, ale i średnie wielkości cech. Im ostrzejsze są różnice w warunkach życia, tym większe różnice w średnich wielkościach cech. Jeśli warunki życia zmieniają się płynnie, to ma miejsce zmienność płynna, tak zwana klinalna. Jeśli warunki zmieniają się nagle, to cechy populacji zmieniają się skokowo. Pojęcie „skoku” wymaga uściślenia. Nierzadko w biologii — zarówno w zoologii, jak i botanice — pod pojęciem skoku rozumie się zjawisko czasowe, przy czym czasami skoki dzieli się na nagłe i długotrwałe. Zapomina się przy tym, że czas trwania skoku jest rzeczą względną. I 1000 lat może być uważane za skok w stosunku do miliona. Za podstawową właściwość skoku należy uznać powstanie nowej jakości. Wskaźnik czasowy służy tylko jako jedna z cech charakteryzujących skok.

Autorzy zajmujący pozycje autogenetyczne uważają czas sam w sobie jako czynnik ewolucji. Inni, stojący na pozycjach jedności czynników zewnętrznych i wewnętrznych, nie sądzą by czas był podstawowym czynnikiem rozwoju historycznego. Obecnie nagromadzono już dużo faktów wskazujących, że zmiany rangi podgatunkowej mogą powstać przy nagłej zmianie warunków środowiska w ciągu niewielu, a czasem i jednego pokolenia. Czasami jednak nawet długi okres wpływu zmienionych warunków nie wywołuje zmian.

Jak wiadomo, w przedziałach gatunku istnieją cztery typy ugrupowań podgatunkowych: rasy ekologiczne, geograficzne, sezonowe i czasowe. Zmienność geograficzna umożliwia gatunkowi przyswojenie większego areału z bardziej różnorodnymi warunkami. Zmienność ekologiczna pozwala gatunkowi rozszerzyć różnorodność miejsc życiowych w ramach areału, zmienność sezonowa zabezpiecza istnienie w różnych porach roku, a zmienność czasowa istnienie w tym samym miejscu w zmieniających się warunkach środowiska. Charakter zmian w wypadku tych czterech typów zmienności jest bardzo często zbieżny zarówno w przedziałach jednego gatunku, jak i u różnych gatunków.

Zjawisko to, nazwane przez N. I. Wawiłowa (1931) prawem homologicznych rzędów, obserwuje się i w świecie zwierzęcym. I u ryb, podobnie jak i u innych grup zwierzęcych, bliskie gatunki w podobnych warunkach istnienia dają formy zbieżne. U licznych gatunków ryb żyjących w zbiornikach wodnych o dużej labilności bazy pokarmowej występuje szeroki i ciągły wachlarz zmienności. Odnosi się to i do cech plastycznych. Tak na przykład u gatunków *Oreoleuciscus potanini* (Kessl.), *Schizothorax intermedius* McClell. i *Schizopygopsis stoliczkae* Steind w określonych warunkach wykształcają się formy drapieżne z dużym otworem gębowym, żywiące się głównie rybami. Przy czym u tych form, a czasem i u niektórych skrajnych osobników w jednej populacji zmienia się też charakter zmienności względnej długości głowy. U form z dużym otworem gębowym względna długość głowy zwiększa się wraz ze wzrostem, a u „pokojoyowych” form — niedrapieżników zmniejsza się (Swetowidowa 1965, Popow 1968).

Mechanizm powstawania różnych grup wewnątrzgatunkowych jest złożony. Powstają one w rezultacie współdziałania ze środowiskiem zewnętrznym i często mają zbieżny charakter u bliskich gatunków. Gatunki bliskie, ukształtowane w mniej lub bardziej podobnych warunkach, odpowiadają podobnymi reakcjami na wpływy zewnętrzne. Grupy wewnątrzgatunkowe są wyrazem dynamicznego przystosowania gatunku, zabezpieczają jego istnienie jako względnej stabilności w zmieniających się warunkach środowiska. Zdaniem autora niesłuszne jest twierdzenie, że ugrupowania wewnątrzgatunkowe są zaczynającymi się gatunkami, nie służącymi zachowaniu starego gatunku, ale prowadzącymi poprzez dywergencję do jego rozpadu. Nie można rozpatrywać dowolnego przejawu wewnątrzgatunkowej, ekologicznej i morfofizjologicznej dyferencjacji jako ewolucyjnej dywergencji

i początku procesu ewolucyjnego. Istnieje bowiem duża liczba przykładów odwrotności wewnątrzgatunkowych przekształceń, ewolucja natomiast jest nieodwracalna na wszystkich swoich etapach. Wewnątrzgatunkowa dyferencjacja wyraża proces przystosowania gatunku do różnych warunków istnienia, ewolucyjna dywergencja — pochodny rezultat tego procesu. Wewnątrzgatunkowe „geograficzne” grupy można rozpatrywać jako podgatunki. Odnosi się to również do pozostałych typów wewnątrzgatunkowych ugrupowań. Zdaniem autora należy zastanowić się nad nomenklaturą dla wszystkich czterech typów ugrupowań wewnątrzgatunkowych. Nie jest słuszne natomiast wysuwanie przez niektórych badaczy kategorii „półgatunek”, gdyż jeśli gatunek jest obiektywną rzeczywistością istniejącą w czasie, nie może on „pólistnieć”.

Irena Zubkiewicz

O MORFOFIZJOLOGICZNYCH KRYTERIACH PRZEKSZTAŁCEŃ EWOLUCYJNYCH W POPULACJACH PTAKÓW *

W oparciu o liczne materiały wykazano, że reakcja nawet bliskich gatunków na jednakowe warunki środowiska jest różna (Szwarc 1959). Daje to prawo sądzić, że w procesie powstawania gatunków, już na poziomie populacyjnym można uchwycić tendencję do zmiany charakterystycznej dla danego gatunku reakcji na działanie czynników zewnętrznych.

Autor prowadził przez 10 lat badania nad wewnętrznymi organami różnych populacji przeszło 100 gatunków ptaków, analizując około 3 tysięcy egzemplarzy. Za wskaźniki morfofizjologiczne uznał następujące cechy: wagę serca, wątroby, nerek, mózgu, mięśni służących do lotu, nadnercza i niektórych innych organów w stosunku do wielkości ciała. Chcąc wykluczyć sezonowe zmiany wielkości organów wewnętrznych, badania przeprowadzał przed początkiem rozmnażania każdej populacji, opierając się na kalendarzu „biologicznego cyklu”. Jako kryterium, z którego pomocą można określić zmianę normy reakcji danej populacji ptaków na warunki środowiska, może służyć zdaniem autora, charakter związków korelacyjnych w rozwoju badanych cech. Aby jednak zaobserwować tendencję do zmian korelacyjnych zależności między wagą organów wewnętrznych i rozmiarami ciała, należy znać ich gatunkową „normę”.

Ogólnie znana jest prawidłowość zmniejszania się wielkości organów wewnętrznych przy powiększaniu ogólnej wagi ciała. Badania prowadzone przez autora w większości wypadków potwierdziły tę zasadę. Zaobserwowano jednak również, że u niektórych populacji prawidłowość ta nie występowała. Badając mianowicie populację *Sterna paradisaea*, występujące na półwyspie Jamal zaobserwowano, że współczynnik korelacji względnej wagi serca i wagi ciała u populacji występujących w środkowej części półwyspu wynosi ($-0,42 \pm 0,15$), a u form występujących na południu półwyspu ($+0,14 \pm 0,15$).

Świadczy to, że u populacji południowo-jamalskich utrwała się nowa norma reakcji na warunki środowiska. Zdaniem autora, udało się w tym wypadku zaobserwować zmiany występujące na poziomie populacji i mające znaczenie ewolucyjne.

Podobne zjawiska naruszenia gatunkowej normy korelacyjnych zależności między rozmiarami wewnętrznych organów i rozmiarami ciała zaobserwowano i u innych gatunków ptaków, a mianowicie u północnych populacji *Gallinago media*

* L. N. Dobrinskij — O morfofizjologiczeskom kriterii ewolucionnych preobrazowanij w populaciach ptic, Zoologičeskiej Żurnal, 47, 6, 816—819, 1968.

i *Corvus corone*. Zjawisko to występuje zwłaszcza u peryferyjnych populacji znajdujących się w warunkach ekstremalnych.

Przytoczone materiały pozwalają zdaniem autora sądzić, że w przedziałach gatunku mogą występować populacje ptaków ze zmienioną normą reakcji na warunki środowiska. Zjawiska te powinno się wziąć pod uwagę przy próbach określenia pojęcia „podgatunek”.

Irena Zubkiewicz

EKOLOGICZNE ASPEKTY KSZTAŁTOWANIA SIĘ STAŁOCIEPLNOŚCI*

Powstanie i rozwój adaptacji temperaturowych postępował w ewolucji zwierząt dwiema drogami. U większości zwierząt temperatura środowiska wywiera bezpośredni wpływ na temperaturę ich ciała, a co za tym idzie, na tempo reakcji fizjologicznych i biochemicznych. Istniejące u tych zwierząt przystosowanie termiczne realizowane jest przede wszystkim na poziomie komórkowym i tkankowym i wyraża się zmianą optimum aktywności fermentów. Wiadomo, że nawet bliskie gatunki zwierząt zmienno cieplnych zamieszkujące różne pod względem termicznym środowiska, mają inne optima tej aktywności. Podobne zróżnicowanie wykazują gatunki różniące się ekologicznie. Na przykład owady zimujące w ściółce są bardziej wrażliwe na niskie temperatury, niż gatunki spędzające zimę nad śniegiem, w pniach drzew.

Wszystkie tego rodzaju przystosowania polegają więc na „wyregulowaniu” systemów komórkowych i tkankowych odpowiednio do średniej dla danego środowiska temperatury. Możliwa jest również adaptacja osobników, czy też szeregu pokoleń (u form szybko rosnących), do zmieniających się warunków termicznych. Tak na przykład drogą stopniowego obniżania temperatury udało się adaptować *Paramecium caudatum* z 29 do 0°, co uprzednio było poziomem letalnym. Podobne doświadczenia przeprowadzono na innych gatunkach zwierząt zmienno cieplnych. Trzeba jednak przy tym podkreślić, że wszystkie tego rodzaju adaptacje zachodzą u zwierząt poikilotermicznych tylko wtedy, jeśli temperatura środowiska działa odpowiednio długo a co za tym idzie jest to adaptacja do średniej (najczęstszej) temperatury środowiska. Przystosowanie do konkretnych warunków cieplnych nosi charakter reakcji behawioralnej, zaś odpowiedź fizjologiczna organizmu na szybkie zmiany termiczne polega na zmianach w procesach przemiany. Tym też tłumaczy się fakt, że mimo dużych zmian jakie mogą przeżyć zwierzęta zmienno cieplne, ich aktywność biologiczna zachodzi tylko w stosunkowo wąskim zakresie temperatur.

Zwierzęta stałocieplne cechują się zasadniczo innym typem przystosowania do temperatury środowiska. U nich to przystosowanie polega nie na biernej odporności organizmu na działanie temperatur, ale na utrzymaniu stałości ciepłoty wewnętrznej, co zapewnia procesom fizjologicznym i biochemicznym dużą stabilność mimo zmian temperatury otoczenia. Zastanówmy się więc, jaki zespół czynników był potrzebny po to, by możliwe było wytworzenie się stałocieplności na drodze ewolucji.

Po rozpatrzeniu szeregu danych ekologicznych i fizjologicznych można sądzić, że poszczególne reakcje typu termoregulacyjnego powstawały w różnym czasie i u różnych grup zwierząt. Do takiego stwierdzenia upoważnia fakt, że wśród obecnie żyjących zmienno cieplnych obserwuje się właśnie takie reakcje. Niektóre gady zamieszkujące strefę gorącą, są w stanie zwiększyć parowanie by zapobiec

* Shilov I. A. — *Ėkologiĉeskie aspekty problemy ewolucii gomojotermii*, Zool. Z., 47, 9, 1285—1295, 1968.

przegrzewaniu organizmu. Reakcja ta sterowana jest przez centralne mechanizmy nerwowe. Ćmy utrzymują wysoką temperaturę ciała dzięki dużej aktywności ruchowej, co z kolei stymulowane jest częściowo dobową rytmiką procesów fizjologicznych, a częściowo poprzez obniżanie temperatury otoczenia do określonego poziomu. U pojedynczych pszczoł również notowano podwyższenie zużycia tlenu po obniżeniu temperatury z 35 do 20°.

Istnieje wiele różnych, niekiedy dość wyspecjalizowanych form reakcji termoregulacyjnych i to upoważnia do założenia, że istniały one już we wczesnych stadiach ewolucji. Jednakże nie stworzyło to warunków do wykształcenia stałości cieplności. Dopiero obecność kompleksu takich cech w określonych warunkach, poprowadziło ewolucję w tym kierunku. Do tego kompleksu jako główne czynniki zaliczyć należy: (1) wyraźną intensyfikację metabolizmu, zwiększającą znaczenie ciepła endogennego w ogólnym bilansie cieplnym; (2) pojawienie się tworów termozolacyjnych zmniejszających straty ciepła; (3) integrację reakcji fizjologicznych związaną z rozwojem centralnego systemu nerwowego; (4) labilność termicznych warunków środowiska jako czynnik doboru naturalnego, powodujący biologiczną wygodę (i potrzebę) kształtowania i utrwalania homoiotermicznego typu przemiany ciepła.

Tylko ptaki i ssaki miały możliwości, z punktu widzenia fizjologii i morfologii, na wytworzenie stałości cieplności. Należy przy tym sądzić, że mimo całego podobieństwa mechanizmów umożliwiających wytworzenie homoiotermii, drogi ekologiczne jej kształtowania w obu gromadach były różne.

Intensyfikacja procesów energetycznych, konieczna do lotu aktywnego, była równocześnie podstawą do termoregulacji, poprzez uwalnianie wielkich ilości ciepła w czasie lotu. Przegrzewaniu się organizmu ptaka w czasie lotu zapobiega parowanie z wielkiej powierzchni worków powietrznych. Przekształcenie sierści w pióra, mimo ich mniejszej aerodynamicznej sprawności, pozwoliło na efektywne regulowanie strat ciepła.

Jeśli chodzi o ssaki, to sprawa wytworzenia się stałości cieplności wydaje się być jeszcze bardziej złożona i hipotetyczna. Można sądzić, że we wczesnych etapach ewolucji zwierzęta te były spychane przez progresywne w tym okresie gady, w nisze najmniej dogodnie ekologicznie. Najbardziej prawdopodobna z nich to nocny tryb życia. Wysoki stopień rozwoju systemu nerwowego, rozdzielenie układów krążenia stało się bazą do intensyfikacji procesów przemiany.

Typ pierwotnej termoregulacji, zużywającej ciepło pochodzące z aktywności mięśniowej, przeszedł dalszą ewolucję poprzez wykształcenie specyficznych procesów uwalniania ciepła, jak termogeneza dreszczowa i niedreszczowa. Ma to swoje głębokie uzasadnienie ekologiczne, gdyż np. drapieżnik musi utrzymać stałą ciepłotę ciała by aktywnie schwytać ofiarę, a nie może w tym czasie poruszać się. W całości regulacji dużą rolę odgrywa termoregulacja fizyczna — stroszenie się, pocenie się, zmiany krążenia peryferyjnego. Zatem ważnym czynnikiem jest tzw. termoregulacja ekologiczna, co związane jest przede wszystkim z rozwojem centralnego układu nerwowego, zapewniające różnorodność i złożoność form zachowania się, a co za tym idzie efektywność w utrzymaniu bilansu ciepła.

Na koniec można zadać sobie pytanie — jaki jest biologiczny sens stałości cieplności? W czym kryje się jego wyższość nad zmienności cieplnością i co spowodowało skierowanie doboru naturalnego w tym kierunku? Wiadomo przecież, że zwierzęta poikilotermiczne wcale nie mniej są rozprzestrzenione na ziemi niż zwierzęta homoiotermiczne.

Najbardziej widoczną cechą jest to, że stałości cieplne zachowują stałą aktywność życiową i stałą gotowość czynnościową mimo dużych i nie tylko termicznych zmian środowiska. Z jednej strony można więc sądzić, że dają to ptakom i ssakom stałe pierwszeństwo w systemie stosunków międzygatunkowych, w szczególności

umożliwia im zajmowanie najwygodniejszych nisz ekologicznych. Z drugiej strony stałe utrzymanie wysokiego tempa przemian energetycznych widocznie konieczne jest z punktu widzenia zabezpieczenia stałego krążenia materii w całej biosferze i nie jest wykluczone, że ewolucja kształtowała stałocieplność nie tylko w celu zabezpieczenia interesów poszczególnych gatunków, ale także wymagań systemów biologicznych wyższego rzędu.

Marek Gębczyński

BIOLOGIA 5-HYDROKSYTRYPTAMINY W MÓZGU*

M. Bulat i Z. Supek wykazali, że 5-hydrokсыtryptamina (5-HT), wstrzyknięta do wielkiej komory mózgu, szybko przenika przez tzw. „barierę” mózgową (płyn mózgowordzeniowy — tkanka mózgową względnie krew — tkanka mózgową) do otaczających tkanek mózgu, gdzie ulega dalszym przemianom metabolicznym z wytworzeniem kwasu 5-hydrokсыindolooctowego (5-HIAA).

W celu potwierdzenia tych przypuszczeń przeprowadzono 3 serie następujących doświadczeń. Pierwszej grupie szczurów (wagi 110—130 g) zaaplikowano śród-otrzewnowo rezerpinę (5 mg/kg wagi ciała na 24 i 2 godziny przed podaniem 5-HT), drugiej grupie — ouabainę (2 mg/kg na 15 i 2 godziny przed podaniem 5-HT), natomiast trzeciej grupie — roztwór soli fizjologicznej (grupa kontrolna — na 15 i 2 godziny przed podaniem 5-HT). Badane zwierzęta zabijano po upływie 15 minut od momentu dokomorowego podania 5-HT (izotoniczny roztwór soli kuchennej), gdyż, jak wykazały badania, penetracja tego związku z płynu mózgowordzeniowego do tkanki mózgowej zachodzi właśnie w ciągu podanego czasu.

Całkowite stężenie związków indolowych zawartych w tkance mózgowej oznaczano metodą G. W. Ashcrofta i D. F. Sharmana (1962). Ogólna ilość tych związków jest uzależniona od sumy poszczególnych związków pochodnych indolu, a więc zarówno 5-HT, jak i jej metabolitów (5-HIAA).

Zdaniem autorów, ogólny wzrost zawartości związków indolowych w mózgu, jest spowodowany penetracją 5-HT z płynu mózgowordzeniowego.

W konkluzji należy zaznaczyć, że otrzymane wyniki badań są niemal analogiczne we wszystkich trzech seriach doświadczeń: Pierwsza grupa: rezerpina — współczynnik korelacji = $r = 0,985$; $P < 0,01$; druga grupa: ouabaina — $r = 0,995$; $P < 0,01$; trzecia grupa: kontrolna — $r = 0,998$; $P < 0,01$.

Przenikanie 5-HT z przestrzeni podpajęczynówkowej do mózgu opiera się na pasywnym procesie dyfuzyjnym. Interesujący jest fakt, że ouabaina i rezerpina — inhibitory 5-HT w płytkach krwi — nie blokują zjawiska penetracji tego związku przez barierę mózgową.

Wiktor Janusz Pajor

ZAGADNIENIE WŁAŚCIWOŚCI BIOLOGICZNYCH PROTEINOIDÓW**

G. Krampitz i współpracownicy wykazali, że proteinoidy (polianhydro-alfa-aminokwasy), pierwsze połączenia białkowe w dziejach Ziemi, posiadają swoiste właściwości biologiczne, a mianowicie są to pierwsze praenzymy o czynnościach aminotransferaz oraz oksydoreduktaz.

* M. Bulat, Z. Supek — *Mechanism of 5-Hydroxy-tryptamine Penetration through the Cerebrospinal Fluid-Brain Barrier*, Nature, vol. 219, 5149, 72, 1968.

** G. Krampitz, W. Haas, S. Baars-Diehl — *Glutaminsaeure-Oxydoreduktase-Aktivitaet von Polyanhydro-a-Aminosaeuren (Proteinoiden)*, Naturwissenschaften, vol. 55, 7, 345, 1968.

Potwierdzeniem tej hipotezy są następujące doświadczenia. 20 mg badanego proteinoidu poddano inkubacji z dodatkiem znakowanego kwasu L-glutaminowego oraz chlorku miedziowego jako katalizatora reakcji. Po upływie 2 godzin wykazano ponad 40% czynności radioaktywnej w uzyskanym kwasie alfa-ketoglutarynowym.

Powyższa reakcja jest odwracalna (biosynteza kwasu glutaminowego) i zachodzi w toku inkubacji kwasu alfa-ketoglutarynowego z badanym proteinoidem przy zachowaniu swoich warunków reakcji (druga faza doświadczeń).

Aktywność enzymatyczną (oksydoreduktazy kwasu glutaminowego) stwierdzili autorzy w grupie złożonej z ponad 30 różnych proteinoidów bogatych w lizynę.

Wiktor Janusz Pajor

ZAGADNIENIE MECHANIZMU UTLENIANIA GRUP TIOLOWYCH W CZĄSTECZCE BIAŁKA*

Różne białka komórkowe, jak na przykład: białka osocza krwi, przeciwciała odpornościowe, enzymy i szereg innych, zawierające w swej cząsteczce grupy tiolowe, w obecności kwasu askorbinowego ulegają stopniowej dezaktywacji wskutek utlenienia grup tiolowych do nieczynnych biologicznie wiązań dwusulfidowych.

Autor przeprowadził cykl następujących doświadczeń.

1. Poprzednio utrwaloną plazmę krwi (dodatek środka przeciwzkrzepowego) odwirowano w celu oddzielenia stałych składników krwi.

2. Sporządzone 0,24-molarne roztwory kwasu askorbinowego (bufor fosforanowy) doprowadzono do pH = 7,0 (roztwory wodorotlenku sodowego).

3. Do identycznych próbek (9 ml plazmy) dodawano zmienne ilości roztworu kwasu askorbinowego, uzupełniano roztworem buforowym do 10 ml oraz poddawano inkubacji w temperaturze 20°C.

4. Autor podkreśla, że zastosowanie kwasu D-araboaskorbinowego w miejsce witaminy C daje identyczne wyniki.

5. Oznaczanie ilościowe grup tiolowych zarówno „reaktywnych”, jak i „nie-reaktywnych” przeprowadzono metodą G. L. Ellmana (1959).

Procesy utleniania oraz dezaktywacji białek, zachodzące pod wpływem kwasu askorbinowego, przebiegają dwufazowo, zależnie, zdaniem J. Meachana, od wartości dwóch typów różnych bioenergetycznie grup tiolowych.

Charakterystyczną cechą fazy pierwszej jest szybki spadek miana grup tiolowych, uwarunkowany dezaktywacją grup tiolowych typu „reaktywnego”, natomiast zachodzący w ciągu doby przebieg utleniania grup tiolowych w fazie drugiej warunkują procesy progresywnej reaktywacji „nie-reaktywnych” grup tiolowych, spowodowane stopniową denaturacją cząsteczki białka pod wpływem działania witaminy C.

Ponadto J. Meachan wykazał, że śladowe zjawisko utleniania białek zachodzi w normalnych warunkach fizjologicznych, nawet przy zupełnym braku kwasu askorbinowego w krwi.

Wiktor Janusz Pajor

* J. Meachan, Ascorbic Acid Oxidizes Thiol Groups of Plasma Proteins. *Experientia*, vol. 24, 2, 125, 1968.

WPLYW WYSILKU FIZYCZNEGO NA METABOLIZM ETANOLU
W USTROJU CZŁOWIEKA *

Istniejące obecnie hipotezy metabolizmu alkoholu etylowego, omawiające zagadnienie wpływu wysiłku fizycznego na szybkość i natężenie procesów katabolizmu oraz wydalania etanolu z ustroju człowieka i zwierząt — są kontrowersyjne. Mianowicie, niektórzy badacze sugerują, że jakkolwiek wysiłek fizyczny akceleroje zasadnicze procesy metaboliczne (wzrost wentylacji płuc, znaczne przyspieszenie reakcji redoksowych w tkankach i komórkach, spadek zawartości cukru w wątrobie i krwi) — a więc tym samym procesy rozkładu i wydalania etanolu z ustroju, to znaczy, w tym wypadku następuje zwiększenie „współczynnika wytrzeźwienia”.

W celu potwierdzenia powyższej hipotezy przeprowadzono następujące doświadczenia: 10 osobnikom płci męskiej w wieku 20 do 47 lat (średnio 29 lat) podano doustnie rano na czczo 0,5 g etanolu/kg wagi ciała. Próbkę krwi i moczu pobierano w odstępach półgodzinnych. Zawartość etanolu w płynach biologicznych oznaczano zmodyfikowaną metodą Williamsa, Linna i Zaka. Po upływie jednej godziny od momentu podania alkoholu etylowego badany osobnik musiał albo przeplnąć około 900 m, względnie przebiec około 4800 m w ciągu 25 minut. Uzyskane wyniki badań były jednak zbliżone do wartości kontrolnych.

Stąd wypływa wniosek, że współczynnik metabolizmu etanolu pozostaje w ściślejszej zależności od wydolności układu enzymatycznego, biokatalizującego przemianę alkoholu etylowego w ustroju. Etanol ulega w wątrobie dehydrogenacji do acetaldehydu w obecności dehydrogenazy alkoholowej oraz kofaktora NAD.

W następnym cyklu metabolizmu acetaldehyd jako acetylo-CoA wchodzi do cyklu Krebsa.

Ponieważ proces dehydrogenacji etanolu do acetaldehydu jest uzależniony od obecności NAD, zaobserwowano więc w tym etapie wzrost współczynnika NADH/NAD obok równoległe zachodzącego procesu redukcji kwasu pirogronowego do mlekowego.

Wiktor Janusz Pajor

NOWE BADANIA METABOLIZMU KUPROPROTEIDÓW**

Nierozwiązane dotychczas we wszystkich szczegółach zagadnienie metabolizmu metaloproteidów, w szczególności zaś kuproproteidów, już od dawna jest przedmiotem ożywionego zainteresowania biologów i fizjologów. Ze związków tych najlepiej poznano metabolizm ceruloplazminy, białka złożonego, syntetyzowanego w komórkach wątroby w obecności swoistych systemów enzymatycznych, na drodze inkorporacji wolno krążącej w krwi miedzi do cząsteczki swoistego białka (Osborn i Walshe, 1967). Zawartość ceruloplazminy jest ściśle uzależniona od aktualnego natężenia metabolizmu miedzi w komórkach wątroby.

Stwierdzono również, że w warunkach obciążenia organizmu solami miedzi akceleracji ulegają syntezy układów swoistych białek wiążących jony miedzi oraz regulujących procesy wydalania nadmiaru tego metalu z ustroju, względnie przemieszczenia go z wątroby do innych tkanek.

* G.L.S. Pawan — *Physical Exercise and Alcohol Metabolism in Man*, Nature, vol. 218, 5141, 966, 1968.

** G. Gregoriadis, T. L. Sourkes — *Role of Protein in Removal of Copper from the Liver*, Nature, vol. 218, 5138, 290, 1968.

Oprócz ceruloplazminy zidentyfikowano i opisano kilka swoistych kuproproteidów z wątroby człowieka, bydła domowego, konia i innych ssaków. Niektóre typy tych białek regulują śródkomórkową wędrówkę miedzi do przewodów żółciowych.

Zdaniem autorów, występowanie miedzioproteidów w ustroju ssaków jest cechą gatunkową.

W celu potwierdzenia hipotezy metabolizmu kuproproteidów przeprowadzono badania na szczurach, którym podawano z karmą (9,7—10,4 $\mu\text{g Cu}^{2+}/\text{g}$), względnie wstrzykiwano (1,25—2,5 $\text{mg Cu}^{2+}/\text{kg}$ wagi ciała/dzień) sole miedzi obok swoistych inhibitorów biosyntezy białek: 1) aktynomycyny D (0,05 mg/kg), 2) DL-ethioniny (500 mg/kg) oraz 3) acetoksycykloheksimidu (0,25 mg/kg). Zastosowanie inhibitorów biosyntezy białek powoduje retencję znacznych ilości miedzi w komórkach wątroby.

W konkluzji zasugerowano, że w metabolizmie oraz procesach wydalania miedzi z ustroju niepoślednie znaczenie przypisuje się swoistym systemom białek.

Wiktor Janusz Pajor

NOWE BADANIA BUDOWY CZĄSTECZKI HEMOGLOBINY, ODDZIELENIE ŁAŃCUCHÓW ALFA I BETA*

Dotychczasowe badania J. B. Clegga, M. A. Naughtona i D. J. Wheatheralla (1965, 1966) polegały na zastosowaniu metody chromatograficznego oddzielania łańcuchów alfa i beta od cząsteczki różnych typów hemoglobin człowieka. Ostatnio zmodyfikowano stosowaną metodę chromatografii, uzupełniając ją dodatkową metodą frakcjonacji.

Próbki roztworów hemoglobiny, uzyskanej w drodze hemolizy i dializy oraz pozbawionej stroma, poddaje się chromatografii kolumnowej, stosując równocześnie roztwory mocznika z dodatkiem fosforanu dwusodowego oraz 2-merkaptoetanolu. Kolumnę przemywa się przez 30 do 60 minut w celu całkowitego wyosobnienia barwników hemowych. Z chwilą uzyskania bezbarwnej elucji poszczególne frakcje, zawierające łańcuchy alfa i beta, pozbawione pierścienia hemowego, oczyszcza się przez zastosowanie gradientu jonowego Na^+ .

Ze względu na słabą rozpuszczalność barwników hemowych w wodnych roztworach buforowych, należy przestrzegać ściśle czasokresu oraz kolejności uzyskania poszczególnych frakcji, ponieważ w przypadku przedwczesnego użycia wymiennika jonowego barwniki hemowe pojawiają się w przesączu w postaci soli sodowej jeszcze przed uzyskaniem frakcji zawierającej łańcuchy beta.

Należy zaznaczyć, że stosując wyżej opisaną metodę nie można rozróżnić hemoglobin normalnych od patologicznych.

Najlepsze rezultaty uzyskali autorzy przy użyciu methemoglobin i cyjanohemoglobin, następnie zaś — oksyhemoglobin. Natomiast HbCO dysocjuje na hem i globinę jedynie w przypadku zwiększenia stężenia jonów sodowych. W rezultacie, frakcja zawierająca łańcuchy beta ulega zanieczyszczeniu przez ślady barwników hemowych.

Wiktor Janusz Pajor

* J. B. Clegg, M. A. Naughton, D. J. Wheatherall — *Separation of the α - and β -Chains of Human Haemoglobin*, Nature, vol. 219, 5149, 69, 1968.

ZAGADNIENIE METABOLIZMU NUKLEOTYDÓW PIRYDYNOWYCH *

L.S. Dietrich, L. Martinez i L. Franklin (1968) przebadali metabolizm nukleotydów pirydynowych, zachodzący zarówno w komórkach wątroby, jak również w pozostałych tkankach i narządach. W tym celu wstrzykiwano myszom amid kwasu nikotynowego względnie czysty kwas nikotynowy i obserwowano cykle ich przemian w wątrobie. Stwierdzono, że jednorazowe podanie witaminy PP w dawce 500 mg/kg wagi ciała akceleruje dziesięciokrotnie szybciej biosyntezy NAD w wątrobie w porównaniu z kontrolą, przy czym maksymalne stężenie nikotynamidu w komórkach wątroby wynosi $2-5 \times 10^3$ M. Natomiast odpowiadająca ilościowi witaminy PP dawka kwasu nikotynowego nie wywierała przewidywanego działania. Wyjątkowo, w wypadku uprzedniego zaaplikowania nikotynamidu zaobserwowano wzmoczoną akumulację kwasu nikotynowego w wątrobie z następową akceleracją systemu biosyntezy NAD.

W obecności znacznego stężenia pochodnych kwasu nikotynowego w komórkach uaktywnieniu ulega swoisty enzym, deamidaza nikotynamidowa.

Dalsze badania wykazały, że wzrost poziomu NAD w komórkach jest uwarunkowany przewagą biosyntezy nukleotydów w obecności glikohydrolazy NAD (faza anabolizmu) nad procesami katabolizmu. Opisaną fazę anabolizmu w systemie procesów metabolizmu nukleotydów nikotynamidoadeninowych zaobserwowano już po jednorazowym wstrzyknięciu 500 mg witaminy PP/kg wagi ciała, względnie po wielokrotnych aplikacjach soli i estrów kwasu nikotynowego w dawce 6 mg/kg wagi ciała co 15 minut przez 4 godziny.

Eksperymenty przeprowadzone przez badaczy japońskich (H. Ijichi, A. Ichiyama i O. Hayaishi, 1966) wykazały większą aktywność biologiczną nikotynamidu w porównaniu z działaniem czystego kwasu nikotynowego.

W konkluzji zasugerowano, że metabolizmu witaminy PP oraz kwasu nikotynowego ze względu na ich znaczną labilność nie można ująć schematycznie. Przypuszcza się, że większość witaminy PP ulega zdeponowaniu w komórkach wątroby oraz zależnie od aktualnej potrzeby ustroju związek ten zostaje uwolniony i przechodzi do innych narządów, biorąc aktywny udział w biosyntezach niezbędnych nukleotydów.

Interesujący jest fakt, że w cykl biosyntezy NAD w ustroju wielu zwierząt wchodzi również niektóre aminokwasy, jak np. tryptofan.

Wiktor Janusz Pajor

BIOMECHANIZM CZYNNOŚCI KUBKÓW SMAKOWYCH **

F. R. Dastoli i S. Price (1966) oraz F. R. Dastoli, D. V. Lopiekes i S. Price (1968) wyizolowali z kubków smakowych koniuszka języka bydła domowego swoiste białko wykazujące zdolności tworzenia związków kompleksowych z cukrowcami oraz sacharyną, proces pozostający w zależności równoległej do stężenia substancji o smaku słodkim w jamie gębowej zwierzęcia.

Następne z kolei badania (F. R. Dastoli, D. V. Lopiekes i A. R. Doig, 1968) miały na celu wykrycie innych receptorów smakowych, w danym wypadku — wrażliwych na smak gorzki. Z tylnej części języków świń spreparowano tkanke

* L.S. Dietrich, L. Martinez, L. Franklin — *Role of the Liver in Systemic Pyridine Nucleotide Metabolism*, *Naturwissenschaften*, vol. 55, 5, 231, 1968.

** F. R. Dastoli, D. V. Lopiekes, A. R. Doig, — *Bitter-sensitive Protein from Porcine Taste Buds*, *Nature*, vol. 218, 5144, 884, 1968.

nabłonkową; materiał uzyskany w ten sposób z przynajmniej 15 sztuk poddano homogenizacji w roztworze buforu fosforanowego, odwirowano oraz frakcjonowano za pomocą roztworów siarczanu amoniowego. Stwierdzono, że frakcje 60% reagują ze związkami gorzkimi z wytworzeniem kompleksów; w tym wypadku istnieje ścisły paralelizm — proces powstawania kompleksów goryczek z białkami jest wprost proporcjonalny do wielkości goryczy badanego związku.

W następnym etapie doświadczeń spreparowano nabłonek z przedniej części tych samych języków w celu wyosobnienia białka reagującego na smak słodki. Wykazano, że tego rodzaju białko reaguje swoiście i wyłącznie z cukrowcami.

W konkluzji wykazano, że białkowe receptory smakowe, zlokalizowane w pewnych, ściśle określonych fragmentach tkanki nabłonkowej języka, odznaczają się wybiórczością, a łącząc się z odpowiednimi substratami smakowymi tworzą swoiste kompleksy biochemiczne, które, drażniąc nerwowe komórki kubków, dają uczucie smaku.

Wiktor Janusz Pajor

ZAGADNIENIE BIOMECHANIZMU WŁAŚCIWOŚCI ANTYGENOWYCH LIMFOCYTÓW *

Autorzy w oparciu o stwierdzone właściwości antygenowe niektórych typów limfocytów, biorących aktywny udział w funkcjach odpornościowych organizmu, podjęli problem wyjaśnienia immunologii limfocytów: 1) zagadnienie biosyntezy swoistych immunoglobulin przez limfocyty oraz 2) zagadnienie swoistej akumulacji immunoglobulin na powierzchni limfocytów. Na podstawie uprzednio przeprowadzonych badań wykazano, że limfocyty, wyosobnione z krwi osób szczepionych, posiadają właściwości mobilizacji swoistych antygenów na swej powierzchni, których obecność można wykryć, zwłaszcza w oparciu o metody pośrednie.

Zdaniem K. Sundarama, G. P. Phonkego i E. J. Ambrosego reakcja typu antygen—przeciwciała, zachodząca na powierzchni komórek gruczołu chłonnego, powoduje zmiany przepuszczalności błony komórkowej, a więc tym samym i we właściwościach elektroforetycznych limfocytów.

Mając na uwadze powyższy fakt, A. Meda i M. Maja skonstruowali nowy typ aparatu do elektroforezy, będący w zasadzie modyfikacją aparatury opisanej i stosowanej przez K. Sundarama i współpracowników.

Nową metodą elektroforezy przebadano właściwości limfocytów wyosobnionych z krwi 6 normalnych osobników metodą Hammonda i Reisha (użycie kolumny nylonowej). 0,1 ml zawiesiny, zawierającej 2×10^6 komórek/ml inkubowano z dodatkiem 0,1 ml surowicy krwi kozy. Stwierdzono, że w $\text{pH} = 7,2$ limfocyty wędrują z katody do anody. Ich ruchliwość zależy od obecności gamma-globulin odpornościowych. Średnia szybkość normalnych limfocytów waha się w granicach $1,67 \pm 0,14$, natomiast po dodaniu surowicy szybkość wędrowek spada prawie do połowy poprzedniej wartości ($0,84 \pm 0,19$) z równoczesnym wzrostem współczynnika sedimentacji.

Ponadto stwierdzono, że limfocyty, zadane przeciwsurowicą reagującą z immunoglobulinami królika względnie prealbuminami krwi człowieka, a następnie przeemyte po zakończeniu inkubacji, nie zmieniają swego potencjału elektrokinetycznego. Szybkość wędrowek tych komórek jest analogiczna do limfocytów kontrolnych.

* G. Bert, A. L. Massaro, M. Maja — *Electroforetic Study of Immunoglobulin on the Limfocyte Surface*, Nature, vol. 218, 5146, 1078, 1968.

Autorzy dochodzą więc do konkluzji, że reakcja typu antygen—przeciwciało zachodzi istotnie na powierzchni limfocytów, a tym samym komórki te posiadają właściwości kumulowania immunoglobulin na swej powierzchni.

Wiktor Janusz Pajor

O FIZYKO-CHEMICZNYCH TRANSFORMACJACH CYTOCHROMU C W POLU DZIAŁANIA FAL PONADDŹWIĘKOWYCH *

Fale ponaddźwiękowe wywołują różnorodne zmiany fizyko-chemiczne w biologicznie aktywnych substancjach. Charakter tych zmian określa się nie tylko badaniem zmian budowy substancji, lecz również parametrami oscylacji i rodzajem gazu występującego w poddanym działaniu fal ponaddźwiękowych środowisku wodnym.

Prace przeprowadzone w Instytucie Biofizyki AN ZSRR wykazały, że można uzyskać określone i powtarzalne zmiany w polu fal ponaddźwiękowych w biokromolekułach np. kwasów nukleinowych i białek.

Badania przeprowadzono z hemoproteidem firmy Reanal wydzielonym z serca konia o ciężarze cząsteczkowym 13 000, czystości 60%, zawartości żelaza 0,34%. Działaniu fal ponaddźwiękowych poddawano roztwory cytochromu C o 0,3—0,5 mg/ml (pH 4—5) oraz w buforze fosforanowym (pH 7) w generatorze fal ponaddźwiękowych (częstość wahań 750 kiloHerz intensywność 0—2 W/cm². Badania spektrofotometryczne przeprowadzano z utlenioną i zredukowaną formą w zakresie ultrafioletowym i widzialnym.

Badania spektrofotometryczne obejmowały ustalenie rodzaju widma formy utlenionej i zredukowanej cytochromu c oraz działania fal ponaddźwiękowych na przebieg widma obu tych form.

Rodzimy cytochrom c w formie utlenionej wykazuje maksimum pochłaniania przy 408 i 530 m μ , natomiast forma zredukowana posiada 3 maksyma α , β i γ przy 550, 520 i 415 m μ .

Stwierdzono, że w miarę przedłużania czasu okresu działania fal ponaddźwiękowych na formę utlenioną cytochromu c charakterystyczny szczyt widma przy 408 m μ coraz bardziej zanikał podobnie jak niższy szczyt przy 530 m μ , którego zanik był powolniejszy. Redukcję rodzimego i poddanego działaniu fal cytochromu c przeprowadzano chemicznie za pomocą kwaśnego siarczynu sodu lub kwasem askorbinowym.

Zmiany w przebiegu widma pochłaniania cytochromu c świadczą o tym, że dotyczą one zmniejszenia zdolności do redukcji pod wpływem czynników chemicznych. Maksimum przy 550 m μ najbardziej charakterystyczne dla formy zredukowanej całkowicie nie występuje po zredukowaniu poddanego działaniu fal ponaddźwiękowych cytochromu c natomiast maksimum pochłaniania przy 415 i 520 m μ jest ledwo zaznaczone.

Autorzy przypuszczają, że charakter działania ultradźwięków na cząsteczki cytochromu nie jest mechaniczny, lecz utleniający. Potwierdzają to wyniki uzyskane w różnych warunkach ich stosowania na cząsteczki (pH, bufor, gaz wysycający środowisko wodne). Z literatury wiadomo, że przy obecności argonu w środowisku „katalizuje” on rozpad wody na rodniki OH silnie utleniające. Bufor fosforanowy wykazuje pewnego rodzaju działanie ochronne.

* F. I. Braginskaja, I. E. Elpiner, O. W. Gawkowskaja — *O fizyko-chemicznych przemianach cytochromu c w polu ultradźwiękowych woltów*, Biofizyka, 1968, t. 13, nr 2, s. 226.

Wykryte zmiany widma cytochromu *c* wskazują na tego rodzaju zmiany budowy cząsteczki, które utrudniają redukcję formy utlenionej. W doświadczeniach swych autorzy przeprowadzali redukcję po poddaniu roztworu działaniu ultradźwięków.

W związku z tym pewne zainteresowanie budziło również zbadanie działania ultradźwięków na uprzednio zredukowany cytochrom *c*. Pomiary wykazały, że już po 15 min. znikają maksyma formy zredukowanej, przy 520 i 550 $m\mu$, a zjawiało się maksimum pochłaniania przy 530 $m\mu$, charakterystyczne dla formy utlenionej. Świadczy to o częściowym utlenieniu cytochromu *c* w polu fal ponaddźwiękowych.

Należy podkreślić, że w zwykłych warunkach zastosowania działania fal ponaddźwiękowych cytochromu *c* nie utlenia się tlenem powietrza. Ma to miejsce tylko przy podniesieniu ciśnienia parcjalnego tlenu.

Okazało się, że po poddaniu działaniu ultradźwiękami przez 15 min. utlenionego cytochromu *c*, a następnie redukcji, ta zredukowana forma nie uległa całkowitemu samoutlenieniu w przeciwieństwie do formy zredukowanej nie poddanej działaniu ultradźwięków.

Świadczy to o zmianie konformacji hemoproteidu w wyniku działania ultradźwięków w obecności powietrza. Należy podkreślić, że pod wpływem ultradźwięków nie zachodzi odszczepienie hemu ani jonów żelaza.

Badania chromatograficzne roztworu uzyskanego po strąceniu białka cytochromu wykazały, że pod wpływem ultradźwięków od łańcucha białkowego odszczepiają się aminokwasy: asparaginowy, glutaminowy oraz glicyna. W supernatancie cytochromu nie poddanego działaniu ultradźwięków wolnych aminokwasów nie stwierdzono.

Autorzy przeprowadzili również badania z ultradźwiękami w atmosferze wodoru. Pod ich działaniem w utlenionej formie cytochromu *c* zjawiają się maksyma pochłaniania przy 520 i 550 $m\mu$ charakterystyczne dla zredukowanej formy cytochromu *c*. Maksimum przy 280 $m\mu$ nie znika co wskazuje, że częściowemu zredukowaniu cytochromu *c* nie towarzyszy przemiana w resztkach aminokwasów pierścieniowych w białku.

Autorom udało się stwierdzić, że w obecności wodoru w polu działania ultradźwięków następuje redukcja żelaza trwale związanego z hemem, umieszczonego we wnętrzu cząsteczki cytochromu.

Konstancja Jakutowicz

PRACE ZAKŁADÓW I INSTYTUTÓW NAUKOWYCH

INSTITUTO NACIONAL DE LIMNOLOGIA W ARGENTYNIE* I JEGO DZIAŁALNOŚĆ NAUKOWA

Jednym z potężnych motorów sterowania życiem naukowym Argentyny jest Państwowa Rada Badań Naukowych i Technicznych (Consejo Nacional de Investigaciones Cientificas y Tecnicas — CNIST) z siedzibą w Buenos Aires. Organizuje ona i popiera badania biologiczne i techniczne w najszerszym znaczeniu tych słów, od teoretycznych badań przyrodniczych do medycyny stosowanej i od matematyki i fizyki teoretycznej aż do budowy reaktorów atomowych włącznie.

Jedną z poważnych trosk Argentyny jest zaopatrzenie w wodę. Ten kraj kontrastów cierpi ogromnie na brak dobrej wody, zarówno do picia, jak dla celów rolniczych i przemysłowych, mimo że przepływa przezeń tak potężna rzeka jak Parana, która ma około 4020 km długości (także częściowo na terenie Brazylii), największą szerokość pod Buenos Aires 105 km i średni roczny odpływ 20 247 km³. Te olbrzymie masy wody odpływają jednak prawie bezużytecznie albo nawet szkodliwie dla kraju, powodując jego kolosalną erozję lub niszcząc go olbrzymimi powodziami. Ogromne połacie kraju, pozbawione wody, przybierają charakter pustynny. Jak wielkie znaczenie miałyby woda dla tych terenów świadczy wielki eksperyment gospodarczy z rozprowadzeniem wody rzeki Rio Negro, który doprowadził do rozkwitu miasta Neuquen i jego okolic tak, że z pustyni miasto to stało się jednym ze spichrzów owocowych Argentyny.

Problem wody w Argentynie polega nie tylko na jej braku w wielu rejonach kraju, ale także na tym, że nawet tam gdzie ona się znajduje jest ona często nieprzydatna do użytku ze względu na swą jakość — duże zasolenie albo ogromną mętność powodującą, że woda w ogromnej większości rzek i ich zalewów jest koloru czekoladowego. W wyniku tego wiele miejscowości czerpie wodę nie z ujęć powierzchniowych, lecz korzysta jedynie z wód głębinowych, których ujmowanie i eksploatacja jest, jak wiadomo, bardzo kosztowne. W ten sposób np. miasteczko Santo Tomé, w którym położone jest INALI, 6 km od Santa Fe, mimo że leży nad rzeką Salado (rzeka Słona) nie korzysta z tej wody, lecz czerpie ją przy pomocy około 2500 indywidualnych studni głębinowych (każdy dom ma własną studnię z motorem elektrycznym). Jeden z browarów w Santa Fe dowozi cysternami wodę do wyrobu piwa z odległości około 40 km, a samo miasto rozporządza zaledwie jednym skromnym kąpieliskiem nad brzegiem zbudowanego przez siebie sztuczne jeziora (Lago del Sur) oraz zalewem odnogi Parany—Laguna Setuval, często wysychającym, o głębokości średniej około 50 cm, wodzie czekoladowej i w pełni lata niedostępnym dla kąpieli ze względu na masowy pojaw piranii (ryby odgryzające ciało kąpiących się), co zmusza zarząd miasta do odgradzania części tego zalewu stalowymi siatkami, uniemożliwiającymi dostęp. Wewnątrz odgradzonego zalewu, przy pomocy wskazań pracowników INALI wyniszczono wszystkie ryby (także raje, której ukłucie końcem ogona powoduje ból nie do zniesienia) używając wyciągów z Rothenonu, co jednak jest zabiegiem kosztownym i wystarcza tylko na krótko.

Te powszechne i różnorodne kłopoty z brakiem wody w kraju spowodowały, że CNIST postanowiła zająć się tym problemem i w 1964 r. utworzyła INALI z zadaniem prowadzenia badań wód powierzchniowych w zakresie najszerszym, przede

* INALI, Santo Tomé (Santa Fe).

wszystkim z teoretycznego punktu widzenia. Instytut położony jest we wspomnianym wyżej Santo Tomé, przedmieściu Santa Fe, tuż nad brzegiem rzeki Salado, około 300 m od głównej szosy południe-północ (Rosario—Resistencia).

Nowo wzniesiony budynek, żelbetonowej konstrukcji, składa się z 10 małych pokoi na parterze i 4 na I piętrze i już dzisiaj jest o wiele za ciasne dla potrzeb instytutu. W związku z tym już w 1967 r. były gotowe plany budowy dwu nowych budynków, w zasadzie parterowych¹.

INALI posiada następujące pomieszczenia laboratoryjne: 1) pracownię biologiczną do badania gąbek, 2) dwa pokoje do badań fito- i zooplanktonu, 3) dwa pokoje do badań ichtiologicznych, 4) wiwarium, 5) pracownię do pomiarów produkcji pierwotnej, 6) dwa laboratoria chemiczne, 7) pracownię mikrobiologiczną. Całość uzupełnia pokój dyrektora instytutu, dwa pokoje administracyjne, biblioteka i mały pokój socjalny (gotowanie kawy, herbaty i herbatmate oraz przyrządzanie mniejszych posiłków okolicznościowych). Poza tym instytut rozporządza halą na sieci, łodzi itp., budynek dla dozorca (dwa pokoje, kuchnia i łazienka) oraz warsztatem stolarskim, ślusarskim i szklarskim. W ogrodzie znajduje się stacja meteorologiczna I kategorii, a w małej przystani nad rzeką Salado dwie motorówki i dwie łodzie wiosłowe.

Zatrudnionych było w ciągu 1967 r. łącznie z dyrektorem, 16 pracowników naukowych, 3 sekretarzy i bibliotekarka, 2 laborantów oraz 4 rzemieślników (stolarz, ślusarz, szklarz — sofer i murarz), łącznie 26 osób.

Personel naukowy INALI składał się z zoologa pracującego łącznie z dyrektorem nad gąbkami i mięczakami, zoologa-ekologa (Urugwajczyk), fitosocjologa (wyższe rośliny wodne), specjalisty od fitoplanktonu, specjalisty od zooplanktonu, 3 asystentów pracowni ichtiologicznej, 3 inżynierów chemików, 2 inżynierów chemików pracujących nad pomiarami produkcji pierwotnej wód Parany oraz mikrobiologa. Piszący niniejszy artykuł był zatrudniony jako samodzielny pracownik naukowy w zakresie chemii i mikrobiologii wody.

Wyposażenie aparaturowe INALI jest bardzo nowoczesne, jakkolwiek niekompletne. Szczególnie biolodzy rozporządzali najnowocześniejszymi mikroskopami zachodnoniemieckimi, amerykańskimi i japońskimi, doskonałymi lupami stereoskopowymi oraz świetną aparaturą optyczną do czytania łusek ryb. Można by nawet mówić o nadmiarze optyki w stosunku do innej aparatury, być może pod wpływem osobistych zainteresowań dyrektora-systematyka, który lubuje się w gromadzeniu mikroskopów, nie tylko najlepiej wyposażając pod tym względem instytut, lecz także gromadząc prywatnie stare mikroskopy o wartości muzealnej jako swoje hobby. Pracownia chemiczna jest wyposażona w spektrofotometr Hilgera, aparat do chromatografii gazowej, dwa fotometry i szereg mniej ważnych aparatów pomocniczych. Wyposażenie pracowni mikrobiologicznej było prymitywne i zamówiono nowe wyposażenie. Również pracownia izotopowa do badań produkcji pierwotnej metodą C^{14} opierała się na bardzo prymitywnych przelicznikach, które jednak w najbliższym czasie miały być zastąpione nowoczesną aparaturą pomiarową. W zasadzie instytut nie posiadał żadnych trudności aparaturowych, korzystając zarówno z kredytów rządowych CNIST, jak też i z licznych subsydiów amerykańskich (Rockefeller Foundation itp.). Najchętniej kupowano aparaturę japońską

¹ Ze względów klimatycznych w małych miastach, gdzie ziemia jest tania, buduje się budynki parterowe, aby możliwie duża powierzchnia zimnych podłóg kamiennych działała chłodząco na jednostkę pojemności budynku. Także okna buduje się możliwie małe, aby zabezpieczyć wnętrza przed dopływem promieni słonecznych. Pokoje bez okien wcale nie należą do rzadkości i nikt się im nie dziwi. Urządzenia klimatyzacyjne, które w Argentynie nie są zbyt powszechne, INALI posiadał jedynie w pokoju dyrektora i w pokoju z precyzyjną aparaturą pomiarową.

i zachodnioniemiecką, która była stosunkowo najtańsza i przy wysokiej jakości nie sprawiała dodatkowych kłopotów, gdyż była dostarczana w stanie nie wymagającym reklamacji. Aparatura nabywana w USA często przychodziła źle skompletowana i uszkodzona na skutek wadliwego opakowania. Przy kupnie aparatury obowiązywał wybór najtańszej oferty, co prowadziło do ogromnej wstępnej pracy administracyjnej (wybór z przeróżnych katalogów i pisanie licznych zamówień wstępnych), analizy cen i jakości oferowanej aparatury, a w rezultacie nie zawsze kończyło się wyborem za najniższą cenę aparatu najlepszego i najlepiej nadającego się do zamierzonego celu. W ogóle rozmiary administracji argentyńskiej, także w INALI, przekraczały wszystko do czego na tym odcinku jesteśmy przyzwyczajeni. Prawie każda czynność urzędowa wymagała tam szerokiego pisemnego udokumentowania.

Biblioteka instytutu jest skromna i stanowi jego słabą stronę zarówno na odcinku czasopism, jak i odbitek z wymiany. Te braki wyrównywano z dużym powodzeniem przy pomocy mikrofilmów potrzebnych publikacji, sprawnie nadsyłanych przez biuro dokumentacji naukowej CNIST oraz przy pomocy dość bogatego działu podręczników.

Prace instytutowe są publikowane prawie bez wyjątku w czasopiśmie naukowym „Physis”, wydawanym wyłącznie w języku hiszpańskim ze streszczeniami angielskimi przez CNIST w Buenos Aires. Czas wydania od przyjęcia do druku do ukazania się pracy wynosił 4 do 6 miesięcy, papier był bardzo dobry, druk staranny. W tej chwili ukazało się drukiem około 40 publikacji INALI, w większości z zakresu systematyki zwierząt okolicznych drobnych zbiorników wodnych.

Głównym terenem badań INALI są wody okolic Santa Fe, najmniej rzeki Parany, przepływającej w odległości około 20 km od instytutu, zaś głównie jej trzech odgałęzień (Colastiné, Ubajay i Leyes), powstałej z ich połączenia rzek Santa Fe i Coronda oraz uchodzącej do Corondy rzeki Salado. Poza ostatnio wymienioną rzeką Salado, która wypływa u stóp Kordylierów, wszystkie wymienione tu pozostałe rzeki drenują rozległe bagna Parany, ciągnące się wzdłuż jej brzegów pasem 20—30 km szerokości, i typem właściwie reprezentują jej wodę. Wśród tych bagien znajdują się drobne zbiorniki wód stojących okresowo łączące się z wymienionymi rzekami, zwane tutaj lagunami. Ze zbiorników tych INALI wybrał dwa (Laguna Los Espechos i Madrejorn Don Felipe) jako obiekty intensywnej badań limnologicznych w cyklu rocznym, chemicznych, biologicznych i ichtiologicznych.

Poziom wód Parany nie zależy bezpośrednio od wielkości opadów w rejonie Santa Fe, lecz od tego co się dzieje znacznie wyżej (1000—2000 km) a zwłaszcza w rejonie Kordylierów. Ponieważ klimat tych dwu części Argentyny jest całkowicie odmienny, zdarza się, że niekiedy przy pięknej i suchej pogodzie w Santa Fe pojawiają się nagle gwałtowne przybory niektórych z wód rzecznych otaczających je pierścieniem i to wielokrotnie w ciągu roku, a co kilka lat dochodzi do wielkich powodzi, w czasie których wody Parany płyną całą swą pradoliną, niekiedy 100 km szeroka, zamieniając opisane wyżej tereny bagienne w bezkresne morze.

Prawie wszystkie wody rejonu Santa Fe są niezwykle mętne tak, że przez cały rok posiadają mniej lub więcej intensywną barwę czekolady. Mętność ta pochodzi od drobnych cząstek gliny wymywanej z rejonów górskich i podgórszych, a szczególnie obficie przynoszonych przez rzeki Bermejo i Pilcomayo, uchodzące do rzeki Paraguaaj tuż przed jej połączeniem się z płynącą z Brazylii Paranaą, około 800 km powyżej Santa Fe. Cząstki te są bardzo różnej wielkości, a wiele jest tak drobnych, że się praktycznie w ogóle nie sedymentują. Rezultatem tej mętności są zamulone nieraz na około 1 m głębokości brzegi rzeki i lagun, stosunkowo nikłe przenikanie światła w głąb wody mimo bardzo intensywnej insolacji oraz mechaniczne uszkodzenie organizmów rzecznych, zwłaszcza planktonowych, na skutek bombardowania ich miliardami koloidalnych cząstek gliny. Najdrobniejsze cząstki frakcji ko-

loidalnej przechodzą przez analityczne filtry laboratoryjne, a zatykając szybko filtry membranowe powodują, że wykonywanie niektórych oznaczeń chemicznych w tych wodach jest prawie niemożliwe normalnymi metodami laboratoryjnymi lub też obarczone tak dużymi błędami, że zmuszają do wypracowywania specjalnej metodyki badawczej, np. opartej na zasadach rozdzielania chromatograficznego (ekstrakcje). Także wirowanie do 6000 obrotów na minutę nie uwalnia wody od tych koloidów, a w niektórych wodach nie czyni tego nawet 15 000 obrotów na minutę.

Mimo wysokiej suchej pozostałości wód rzecznych okolic Santa Fe, wywołanej ogromną ilością wyżej opisanych zawiesin gliny, wody te są w zasadzie miękkie, typu węglanowo-krzemianowego i wapniowo-magnezowe. W składzie tym szczególnie uwagę zwraca stosunkowo duży udział krzemionki zarówno w postaci rozpuszczonych krzemianów, jak i w postaci koloidalnej, których obecności przypisuje INALI niezwykle obfity rozwój gąbek (kilkanaście gatunków) porastających masowo wszelkie zanurzone przedmioty, a niekiedy wyścielających dno zbiorników i tworzących podwodne skały. Gąbki te przesycone są krzemianowymi skamielinami.

Przy stosunkowo niskiej zawartości elektrolitów w wodach systemu Parany także w małych ilościach występują węglany wapnia, spełniające — jak wiadomo — w wodach rolę związków buforowych. W tych warunkach koncentracja jonów wodorowych (pH) tych wód ulega gwałtownym zmianom. Ponieważ przy tym z rozkładu roślin, zalegających zlewnię i brzegi zbiorników w ogromnych ilościach, do wód tych dostają się duże ilości dwutlenku węgla i kwasów organicznych, wspomniany odczyn wody waha się głównie w zakresie kwaśnym około pH 6,0—6,5, rzadko kiedy tylko osiągając 8,4, gdy na skutek fotosyntezy wolny dwutlenek węgla jest z wody wyczerpany. Z badań INALI okazało się dalej, że mimo wysokiej w ciągu roku średniej temperatury wody, znacznej ilości soli pokarmowych (N, P i K) i mimo ogromnej insolacji rozmiary fotosyntezy są stosunkowo niskie, gdyż dno rzeki jest słabo porośnięte roślinnością wodną (szybki prąd i zamulenie), woda jest uboga w fitoplankton, a fotosynteza odbywa się w rozmiarach ograniczonych na skutek złych stosunków świetlnych spowodowanych wysoką mętnością wody. Do powyższego dołącza się drugi paradoks, mianowicie że wody te są stosunkowo bardzo ubogie w rozpuszczone związki organiczne (utlenialność w zakresie 5—8 mg/l O₂ a 5 dniowe biochemiczne zapotrzebowanie tlenu 2—5 mg/l O₂), mimo że zlewnia i brzegi rzek i lagun są zavalone ogromnymi masami roślin, które obumierając dostają się do wody. Tłumaczyć to można jedynie bardzo energicznym rozkładem tych związków przez drobnoustroje, niejako spalaniem ich w ten sposób na mokro do wyżej wspomnianego wolnego dwutlenku węgla i kwasów organicznych. Wolny dwutlenek węgla w wodach tych występuje często w postaci agresywnej, niekiedy w tak dużych ilościach, że wapń z osadów dennych ulega przezeń całkowitemu wymyciu.

Bilans tlenowy wód okolic Santa Fe, zarówno rzek, jak i lagun, przedstawia się według dotychczasowych badań INALI stosunkowo pomyślnie (60—80% nasylenia tlenem) mimo wyżej wspomnianego zasypywania ich obumierającymi roślinami i pobierania na ich rozkład ogromnych ilości tlenu z wody, a to dlatego, że wody te są stosunkowo płytkie (50—150 cm) i dobrze wymieszane (silne wiatry prawie przez cały rok). Tylko niekiedy w ciągu roku dochodziło do małych przetlenień w lagunach do 113%. Także wody zanieczyszczane ściekami miejskimi lub przemysłu rolniczego, obficie w Santa Fe rozbudowanego, ulegały niezwykle szybko, bo w ciągu kilkunastu godzin, samooczyszczaniu, mimo że według analogicznych stosunków europejskich powinno to trwać około 3 dni. Oczywiście samooczyszczaniu się tych zbiorników sprzyja także okres zimowy, w czasie

którego temperatury wód rzadko kiedy opadają poniżej 10°C, gdy w lecie nie przekraczają 28,6°C.

Z dalszych badań INALI wynika, że zooplankton wód zalewów Parany jest stosunkowo ubogi i nawet w jej lagunach w ciągu poszczególnych miesięcy roku nie przekraczał 1220 osob./l, niekiedy malejąc aż do 17 osob./l. W planktonie tym dominowały wrotki, głównie z rodzajów *Brachionus*, *Filinia* i *Keratella*. *Copepoda* (głównie rodzaj *Cyclops*) były nieliczne podobnie jak i *Cladocera* z rodzajami *Diaphanosoma* (najliczniej), *Bosmina* i *Daphnia*. *Chydoridae* były reprezentowane tylko przez kilka gatunków i to pojedynczo. To powszechne ubóstwo planktonu zwierzęcego nawet w drobnych zbiornikach, zresztą podobnie jak i planktonu roślinnego, należy do dalszych zagadek, których rozwiązanie stanowi przedmiot obecnych badań INALI.

Zbiornikom wodnym bagien Parany swoiste piętno nadają ogromne masy roślinności wodnej z gatunkami *Eichhornia azurea*, *E. crassipes*, *Salvinia herzogii*, *Scirpus cubensis* paraguayensis i *Victoria cruciana*. Szczególne znaczenie posiada *Eichhornia*, której masowy rozwój przyczynia się do zarastania i wypływania zbiorników, a która obumierając i ulegając rozkładowi staje się głównym źródłem wolnego CO₂ i kwasów organicznych zakwaszając te zbiorniki.

W tych miękkich a bogatych w roślinność wodach zastanawia wielkie bogactwo mięczaków, reprezentowanych przez 12 rodzajów. Ogromny ślimak *Ampularia* jest jednym z najczęściej spotykanych i zalegających masowo płytkie brzegi rzek i lagun zwłaszcza po opadnięciu wód.

Ryby, których roczny odłów z niektórych lagun (np. Madrejorn Doñ Felipe) oceniany jest na 800 kg/ha, są reprezentowane co najmniej przez 55 gatunków, wśród których dominują *Prochilodus platensis*, *Pinelodus clarias*, *Schizodon fasciatus* i *Leparinus obtusidens*.

Z rybackiego punktu widzenia rybami tymi mało kto się interesuje, mimo że ich jest dużo. Dorastają one wielkich rozmiarów na skutek braku eksploatacji rybackiej, gdyż odławianie setek drobnych lagun i rzeczek pradoliny Parany nie opłaca się w tym kraju, gdzie dwie krowy przypadają na głowę mieszkańca, a żywić ich często nawet nie trzeba, gdyż żerują w bagnach Parany lub na bezkresnych pastwiskach przybrzeżnych. Poza tym dowożenie złowionych ryb do miejsc zbytu zabiera dużo czasu i jest ryzykowne, gdyż przy upalnym klimacie za nim tam dotrą już ulegną rozkładowi. W tej sytuacji stosowany jest prawie jedynie połów na różnorodne wędkę i sznury, głównie w pobliżu miasta, do którego złowione ryby dowozi się już oczyszczone i wypatroszone. Amatorzy wędkarstwa mają łowiska znakomite, dające wiele wrażeń, gdyż łowią się przeważnie ryby duże o ciężarze 1/4—2 kg.

W tych dość „dziwaczkach”, jak na stosunki europejskie, wodach, główne zainteresowanie pracowników INALI budzi pytanie, poza wyżej opisanymi szerokimi badaniami inwentaryzacyjnymi, jakimi drogami przebiega produkcja masy organicznej poszczególnych zespołów organizmów wodnych. Przy złych, jak wyżej wspomniano, warunkach świetlnych panujących w tamtejszych wciąż mętnych wodach fotosynteza musi być ograniczona i przebiegać według odmiennych parametrów. Badania nad tym prowadzone są w skali laboratoryjnej w fotostafach, gdzie intensywność światła może być regulowana przy pomocy odpowiednich filtrów.

Ubóstwo fitoplanktonu i zooplanktonu wskazuje, że główna produkcja ryb nie może się odbywać na drodze klasycznego łańcucha produkcyjnego: sole pokarmowe plus światło — fitoplankton — zooplankton — ryba, lecz że o wiele większe znaczenie musi mieć łańcuch heterotroficzno-allochtoniczny: sole dna i zlewni plus energia świetlna — rośliny lądowe i wodne — detritus — fauna denna — ryby lub też ten sam łańcuch z pominięciem fauny dennej, czego wybornym przy-

kładem jest ryba *Prochilodus platensis*, tzw. „Savalo”, stanowiąca centralny obiekt badań INALI, która żywi się wyłącznie mułem dennym, a stanowi około 60% pogłowia ryb niektórych lagun. Treść pokarmowa wypreparowana z żołądka tych ryb wygląda jak kawałek sprasowanej plasteliny, a po rozłupaniu wykazuje prawie zupełny brak organizmów zwierzęcych, a tylko glinę oraz niewielką ilość detritusu. Ryba ta rośnie dość szybko, więc przy tak skromnym białkowo i energetycznie pokarmie budzi zainteresowanie jaka jest sprawność trawienia u tego gatunku ryb, co właściwie ulega trawieniu skoro w przewodzie jelita zdaje się stanowić główną treść pokarmową? Badania nad rozrodem, wzrostem, żywieniem się i składem chemicznym mięsa tej ryby są w pełnym toku.

INALI, dzięki swemu potencjałowi naukowemu, przyjął rolę wiodącą w limnologicznym życiu nie tylko Argentyny, ale całej Ameryki Południowej. W ciągu roku 1967/1968 zostały przez INALI zorganizowane dwa duże (2 i 5 dniowe) sympozja z udziałem przedstawicieli niektórych krajów Ameryki Południowej, poświęcone zagospodarowaniu wód Parany. Na sympozjach tych piszący niniejszy artykuł wygłosił po hiszpańsku następujące referaty: 1) Mikrobiologia wód powierzchniowych, jej stan obecny i perspektywy rozwoju, 2) Stan zanieczyszczenia wód okolic Santa Fe, 3) Skład chemiczny wód rzeki Parany i ich ocena przydatności dla celów rolniczych i przemysłowych. W marcu 1968 r. INALI zorganizował w ramach Międzynarodowego Programu Biologicznego Międzynarodowy Zjazd Limnologów Ameryki Południowej (5 dni) w Santa Fe, na którym przedstawiono problemy obecnego stanu i perspektywicznego rozwoju limnologii w tych krajach oraz utworzono Międzynarodowe Towarzystwo Limnologiczne Ameryki Południowej, powołując na przewodniczącego tego Towarzystwa dyrektora INALI, dr Argentino Bonetto.

Prawie co miesiąc ktoś z INALI jedzie (500 km) do Buenos Aires, aby na posiedzeniu Argentyńskiego Towarzystwa Przyrodników na Uniwersytecie w Buenos-Aires referować do druku w „Physis” prace INALI. Tuż przed wyjazdem w maju 1968 r. autor niniejszego zreferował tam dwie (z wykonanych sześciu) prace własne: 1) Postaci i rozmieszczanie żelaza w wodach systemu Parany oraz 2) Biochemiczne zapotrzebowanie tlenu wód rzecznych okolicy Santa Fe.

INALI poszerza zakres swej działalności i obecnie zaczyna badać odcinki Parany i jej dopływy położone o 500 km na północ od Santa Fe w rejonie Corrientes, a także odbył już pierwszy rekonesans jezior Patagonii w rejonie Bariloche, reprezentującym wspaniałe górskie jeziora oligotroficzne w klimacie umiarkowanym i podbiegunowym. Gdy w roku przyszłym INALI otrzyma zapowiedziane dwa nowe budynki, a jeszcze w obecnym już zamówione uzupełnienia, aparatury laboratoryjnej i terenowej, łącznie z drugim samochodem, to jego młody a zdolny i zapalony do pracy badawczej, chociaż stosunkowo mało doświadczony personel (ani jednego doktoratu poza dyrektorem!) będzie mógł wkrótce powiedzieć z uzasadnioną dumą, że pracuje w jednym z najlepszych instytutów limnologicznych świata, a już teraz w najlepszym instytucie tego typu w Ameryce Południowej.

Marian Stangenberg

ZEBRANIA, ZJAZDY I KONFERENCJE NAUKOWE

SESJA PLENARNA WYDZIAŁU NAUK BIOLOGICZNYCH PAN

W dniu 17 grudnia 1968 r. odbyła się sesja plenarna Wydziału Nauk Biologicznych PAN. Tematem obrad było uchwalenie regulaminu naukowych nagród wydziałowych, przyznanie naukowych nagród za 1968 r. oraz zatwierdzenie konkursu Komitetu Mikrobiologicznego PAN z dziedziny metabolizmu drobnoustrojów.

SYMPOZJUM W DZIESIĘCIOLECIE DZIAŁALNOŚCI SEKCJI ORNITOLOGICZNEJ POLSKIEGO TOWARZYSTWA ZOOLOGICZNEGO

W dniach 9 i 10 listopada 1968 r. odbyło się w Jabłonie koło Warszawy Sympozjum Ornitologiczne zorganizowane przez Sekcję Ornitologiczną PTZool. Dziesięć lat działalności Sekcji Ornitologicznej, która powstała jesienią 1957 r., przesyliło około 400 ornitologów zarówno przyrodników, jak też miłośników ptaków. Sympozjum, w którym brało udział 120 uczestników, stało się okazją nie tylko do podsumowania działalności Sekcji Ornitologicznej, lecz również do głębszej analizy działalności i dorobku polskich ornitologów w ostatnim dwudziestopięcioletniu. Taki też zamiar mieli organizatorzy Sympozjum korzystający z poparcia i pomocy zarówno Sekretariatu Wydziału II PAN, jak i Zarządu Głównego PTZool. Dlatego też program Sympozjum obejmował referaty z wielu gałęzi nauk przyrodniczych, a organizatorzy Sympozjum zwrócili się z prośbą o przygotowanie referatów nie tylko do ornitologów sensu stricto. Program przedstawiał się następująco: doc. dr Bronisław Ferens — Historia Sekcji Ornitologicznej PTZool.; prof. dr Roman J. Wojtusiak — Problemy badań etologii ptaków; dr Natalia Doróżyńska — Badania fizjologiczne w ornitologii; prof. dr Władysław Rydzewski — Badania wędrówek ptaków; dr Kazimierz Dobrowolski, mgr Ryszard Halba — Zagadnienia anatomii i morfologii ptaków; doc. dr Jan Pinowski, dr Aleksander Wasilewski, dr Bolesław Jabłoński — Zagadnienia badań ekologicznych w ornitologii; doc. dr Stefan Strawiński — Problematyka badań awifauny miast; dr Eugeniusz Nowak, dr Ludwik Tomiałojć — Zagadnienia faunistyki i zoogeografii w ornitologii; doc. dr Sergiusz Riabinin — Problemy fenologii w badaniach ornitologicznych; dr Mieczysław Józefik — Współczesne tendencje w systematyce ptaków; dr Eugeniusz Nowak, dr Zygmunt Pielowski — Zagadnienia ornitologiczne w łowiectwie; doc. dr Bronisław Ferens — Współczesne problemy ochrony ptaków; dr Przemysław Busse — Problematyka badawcza „Akcji Bałtyckiej”; mgr Krzysztof Wołk — Akcja liczenia zimujących ptaków wodnych w Polsce; inż. Jan B. Szczepki — Działalność Stacji Ornitologicznej Instytutu Zoologicznego PAN w Górkach Wschodnich; Jerzy Noskiewicz, inż. Zbigniew Ignatowicz — Działalność Stacji Ornitologicznej Sekcji Ornitologicznej PTZool. w Świdwiu; dr Józef Witkowski — Działalność Stacji Terenowej Instytutu Zoologicznego PAN w Miliczu; mgr Wojciech Kania — Działalność Stacji Terenowej Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Siemionkach.

Na Sympozjum nie mógł przybyć i przedstawić referatu o problemach ornitologii stosowanej doc. dr Ryszard Graczyk.

Wydaje się, że Sympozjum spełniło założone zamierzenia, że było przeglądem dorobku polskiej ornitologii i to na tle obecnej problematyki światowej,

gdyż tak właśnie była opracowana większość referatów. Być może nie był to pełny przegląd — brak było zaplanowanego referatu o ornitologii stosowanej, brak było referatów o badaniach cytogenetycznych, embriologicznych, parazytologicznych czy paleontologicznych, jednakże i tak oba dni Sympozjum były szczerze wypełnione referatami. Może nawet nieco zbyt „szczerze” i w rezultacie brak było czasu na dłuższą dyskusję. Mimo to wydaje się, że konfrontacja taka była potrzebna i cenna. Konfrontacja wielopłaszczyznowa. Po pierwsze — konfrontacja uzyskiwanych wyników z ilością pracujących ornitologów, po drugie — konfrontacja tych samych wyników i kierunków badawczych rozwijanych w Polsce z wynikami i kierunkami światowymi, po trzecie wreszcie — konfrontacja samych ornitologów, miłośników ptaków, z innymi dziedzinami takimi jak fizjologia, etologia, anatomia i morfologia, ekologia, fenologia itp.

Jak można by najkrócej ocenić te konfrontacje?

Mimo okazałej ilości ornitologów daje się zauważyć pewne rozproszenie wysiłków — brak jest, mimo istnienia Sekcji Ornitologicznej PTZool., wyraźnego centrum ornitologicznego. Zresztą Sekcja Ornitologiczna PTZool., jako organizacja społeczna, zrzeszająca ludzi dobrej woli nie może i nie powinna być takim centrum, może natomiast stać się terenem wymiany myśli, ułatwić kontakty i koordynację prac badawczych. To zresztą jest robione, chyba jednak w zbyt małym zakresie. Można mieć nadzieję, że obecnie, gdy Sekcja Ornitologiczna ma już własne pismo — „Notatki Ornitologiczne” rozszerzą się kontakty, wymiana myśli i doświadczeń.

Konsekwencją dotychczasowego stanu rzeczy jest dość jednokierunkowy rozwój ornitologii w Polsce. W zasadzie dobrze rozwija się w naszym kraju ekologia, ochrona ptaków, etologia, fenologia, faunistyka, badania związane z urbanizacją ptaków, wreszcie badania łoświeckie. W tych też dziedzinach rozwija się współpraca międzynarodowa, utrzymywane są żywe kontakty zarówno przez poszczególne ośrodki badawcze, jak i przez Sekcję Ornitologiczną.

Nieco gorzej przedstawia się sprawa badań wędrowek ptaków, gdyż spoczywa to głównie na Akcji Bałtyckiej, a więc z konieczności zlokalizowane jest wzdłuż Bałtyku, a nie obejmuje całej Polski.

Wyraźne braki dają się odczuwać w badaniach eksperymentalnych i laboratoryjnych. Nieliczne jedynie ośrodki, a właściwie osoby podejmują tematy z zakresu fizjologii, anatomii czy morfologii, brak właściwie zupełnie prac systematycznych czy taksonomicznych.

Istnieją jednak podstawy aby przypuszczać, że i w dziedzinach eksperymentalnych i laboratoryjnych polscy ornitolodzy zajmą już niedługo odpowiednie miejsce w plejadzie ornitologów światowych. Chodzi przecież o to, aby ptak został zauważony przez polską ornitologię nie tylko jako podmiot, ale także i jako przedmiot badań. Aby badać ptaki wszechstronnie, nie tylko je obserwować, lecz badać ich reakcje, procesy życiowe, historię, wpływ na środowisko — a więc etologię, fizjologię, anatomię, morfologię, paleontologię. Zająć się syntezą nie tylko analizą. Dotychczas jednak w Polsce rozwijają się przede wszystkim dziedziny ornitologii „terenowej”, dziedziny wyrastające z zainteresowań miłośników ptaków. I to dobrze, bo dzięki temu można wykorzystać entuzjazm i zapał członków Sekcji Ornitologicznej PTZool., można włączyć liczne, drobne obserwacje ptaków do poważnych opracowań naukowych. Jest to tym bardziej cenne, że ciągle jeszcze, szczególnie w obecnym okresie gwałtownego przekształcania naszego krajobrazu potrzebne są szerokie badania faunistyczne oraz ekologiczne, szczególnie w zakresie ekologii stosowanej.

REZOLUCJA MIĘDZYNARODOWEJ KONFERENCJI REGIONALNEJ
(EUROPA, ZACHODNIA AZJA I AFRYKA) POŚWIĘCONEJ OCHRONIE
ZASOBÓW PTAKÓW WODNYCH

W dniach od 25 do 30 września 1968 r. odbyła się w Leningradzie (ZSRR) Międzynarodowa Konferencja Regionalna poświęcona Ochronie Zasobów Ptaków Wodnych, w której wzięli udział przedstawiciele szeregu krajów Europy, zachodniej Azji i Afryki.

Uczestnicy konferencji wyrazili głębokie zadowolenie z dokonanej wymiany poglądów i nawiązania kontaktów pomiędzy naukowcami i specjalistami pracującymi nad aktualnymi problemami ochrony zasobów ptaków wodno-błotnych.

Po wysłuchaniu referatów i komunikatów o przeprowadzonych badaniach i pracach dotyczących ekologii ptaków wodnych oraz szeregu dalszych związanych z tym zagadnień, Międzynarodowa Konferencja Regionalna wyraża głębokie zaniepokojenie przedłużającym się procesom spadku liczebności ptaków wodno-błotnych w prawie wszystkich krajach Europy, Azji zachodniej oraz północnej i tropikalnej Afryki.

W zachowaniu i rozsądnej eksploatacji zasobów ptaków wędrownych, które stanowią międzynarodową własność, zainteresowane są wszystkie narody krajów Europy, Azji zachodniej oraz północnej i tropikalnej Afryki, stanowiące obszar przebywania tych ptaków w różnych porach roku.

W pojęciu uczestników Konferencji rozwiązanie problemów zwiększenia stanu ilościowego oraz rozsądnej eksploatacji zasobów ptaków wodnych, powinno iść tak po linii usprawnienia ustawodawstwa w różnych krajach, polepszenia warunków ochrony ptaków przelotnych, ograniczenia intensywności polowania na nie, jak i na drodze międzynarodowych porozumień dotyczących regulacji polowania i ochrony miejsc przebywania ptaków przelotowych.

W związku z tym Międzynarodowa Konferencja Regionalna uważa za celowe zwrócić się do wszystkich narodowych, naukowych, rządowych i społecznych organizacji, zajmujących się zagadnieniami ochrony przyrody i łowiectwa z prośbą o rozważenie, z uwzględnieniem własnych narodowych warunków, niżej wymienionych zaleceń, mając na uwadze ich szybsze wprowadzenie w życie.

1. Organizować i systematycznie prowadzić ocenę ilościową zasobów podstawowych gatunków ptaków wodno-błotnych;

- a) w okresie zimowania i
- b) w okresie lęgów.

2. Przeprowadzić inwentaryzację wszystkich rejonów masowych koncentracji ptaków wodnych w okresie pierzenia, określić ich ilość i skład gatunkowy.

3. Nasilić prace zmierzające do realizacji programu inwentaryzacji i ochrony środowisk wodno-błotnych (projekt MAR).

4. Ponieważ zachodnia część Azji jest obszarem przelotów i terenem odbywania pierzenia ptaków wodnych i błotnych gnieźdzących się na północy, a zimujących na południu Azji, Konferencja uważa za wskazane rozpatrzenie przez odpowiednie organizacje państw leżących w tych rejonach kwestii przystąpienia ich do projektu MAR.

5. Uwzględniając duże znaczenie doliny rzeki Nil dla ochrony zasobów przelotnych ptaków wodnych i błotnych, Konferencja prosi odpowiednie organizacje państw leżących w tym rejonie o rozważenie możliwości zebrania i publikowania informacji o rozmiarach zasobów ptaków wodno-błotnych tam bytujących.

6. Konferencja uznaje konieczność udzielania krajom rozwijającym się pomocy w dziedzinie ochrony przyrody, a szczególnie w dziedzinie określenia liczebności zasobów ptaków wodnych i błotnych.

7. Zwrócić szczególną uwagę na konieczność zwiększenia obrączkowania ptaków na zimowiskach i w miejscach ich gniazdowania.

8. W związku ze zmniejszeniem się powierzchni środowisk wodno-błotnych uznać za szczególnie ważne badania nad możliwością zwiększenia „pojemności” środowisk ptaków wodnych. Poświęcić więcej uwagi konieczności zasiedlenia ptakami wodnymi sztucznych zbiorników wodnych.

9. Rozważyć możliwość skrócenia sezonu polowań na ptaki wodno-błotne.

10. Zintensyfikować działalność oświatową w obrębie ochrony przyrody, włączając w to zagadnienie ptaków wodno-błotnych w szkołach wszelkich typów, a także popularyzowanie tych zagadnień w społeczeństwie i za pośrednictwem środków masowego przekazu (gazety, radio, kino, telewizja itd.).

11. Stworzyć w rejonach masowego występowania ptaków wodnych w okresie przelotów, pierzenia i zimowania tereny ochronne, na których obowiązywałby zakaz polowania.

12. Rozpatrzyć sprawę całkowitego zakazu wiosennego polowania na ptaki wodno-błotne.

13. Zabronić masowoniszczących i niezgodnych z etyką łowiecką sposobów polowania na ptaki wodne.

14. Skracać okres polowania lub zmniejszać intensywność polowania w ciężkie dla ptaków wodnych lata lub sezony (susza na południu, chłodna wiosna na północy lub szczególnie surowa zima).

Międzynarodowa Konferencja Regionalna stwierdza, że rozwiązanie wyżej wymienionych problemów związane jest bezpośrednio z umocnieniem międzynarodowej współpracy w dziedzinie ochrony przyrody i racjonalnym eksploataowaniu ptaków wodno-błotnych i dlatego uważa za celowe przyspieszenie przyjęcia konwencji dotyczącej ochrony środowisk wodno-błotnych. Przy przyjmowaniu tej konwencji byłoby celowe ustanowienie ścisłej ochrony tych środowisk, które mają międzynarodowe znaczenie dla ptaków wodnych.

Konferencja wysoko ocenia inicjatywę delegacji fińskiej, dotyczącą podjęcia kroków mających na celu międzynarodową regulację polowania na ptaki wodne oraz z zadowoleniem wita jej oświadczenie, że Międzynarodowa Rada Łowiecka gotowa jest współpracować w przygotowaniu projektu rozwiązania tego zagadnienia.

Wszyscy obecni na Konferencji przedstawiciele państw Europy, zachodniej Azji i Afryki gotowi są wnieść swój wkład w przygotowanie tego ważnego dokumentu.

Uczestnicy Konferencji wyrażają nadzieję, że wykonana przez nich praca stanowi istotny wkład w dzieło międzynarodowej współpracy w obrębie ochrony zasobów ptaków wodnych, opracowania konkretnych propozycji w tej sprawie i przyczyni się do przyjęcia nowych na następnej międzynarodowej konferencji.

Uczestnicy Konferencji zwracają się z prośbą do Ministerstwa Rolnictwa ZSRR, by możliwie w krótkim czasie opublikowało materiały Konferencji oraz rozesłało niniejszą rezolucję wszystkim międzynarodowym organizacjom ochrony przyrody i rządów zainteresowanych państw.

Uczestnicy Konferencji wyrażają podziękowanie Ministerstwu Rolnictwa ZSRR za przygotowanie i pomyślne przeprowadzenie Konferencji.

WYDZIAŁOWE NAGRODY NAUKOWE ZA ROK 1968 PRZYRODNICZYCH WYDZIAŁÓW PAN

I. Wydział Nauk Biologicznych.

1. Dr Mieczysław Lecyk (Katedra Anatomii Porównawczej Zwierząt Uniwersytetu Wrocławskiego) — za pracę pt. „Wpływ zmian temperatury w czasie ciąży na budowę kręgosłupa potomstwa u ssaków na przykładzie myszy białej”.

2. Dr Ewa Mystkowska (Instytut Matki i Dziecka w Warszawie) oraz doc. dr Andrzej Tarkowski (Katedra Embriologii Uniwersytetu Warszawskiego) — za pracę pt. „Obserwacje nad chimerami CBA-p/CBA — T₆T₆ myszy”.

3. Doc. dr Gertruda Biernat (Zakład Paleozoologii PAN) za pracę pt. „Middle Devonian Brachiopods of the Bodzentyn Syncline (Holy Cross Mountains, Poland)” oraz doc. dr Anna Stasińska (Zakład Paleozoologii PAN) — za pracę pt. „Tabulata from Norway, Sweden and from the Erratic Boulders of Poland”.

II. Wydział Nauk Rolniczych i Leśnych

1. Dr Kazimierz Zabierowski (Zakład Gospodarki Górskiej PAN w Krakowie) — za pracę pt. „Poziom i efektywność stosowanych środków obrotowych w rolnictwie karpackiego regionu górskiego na tle sytuacji ogólnokrajowej”.

2. Doc. dr Stanisław Stawicki (Katedra Technologii Rolnej WSR w Poznaniu) — za pracę pt. „Powierzchniowe i wgłębne zakażenie ziarna pszenicy jako mikrobiologiczny wskaźnik jej jakości i trwałości”.

3. Dr Jan Myczkowski (Zakład Fizjologii Roślin PAN w Krakowie) — za pracę pt. „Przemiany związków azotowych u pszenicy kielkowanej w temperaturze wernalizacji (1,5°C)”.

4. Doc. dr Czesław Samorowski (Katedra Melioracji Rolnych i Leśnych SGGW w Warszawie) — za pracę pt. „Zasoby wody profilu glebowego w bilansie wodnym zlewni rzecznych” oraz „Wskaźniki retencji w bilansie wodnym zlewni rzecznych”.

5. Doc. dr Bogusław Kubicki (Ośrodek Badań Genetycznych PAN w Skierwiewicach) — za pracę pt. „Badania nad determinacją płci u ogórków (*Cucumis sativus* L.)”.

6. Dr Jerzy Giebel (Instytut Ochrony Roślin w Poznaniu) — za pracę pt. „Badania nad wpływem grzybów glebowych na wychodzenie larw matwika ziemniaczanego (*Heterodera rostochiensis* Woll) z cyst”.

III. Wydział Nauk Medycznych.

1. Nagrody indywidualne:

Prof. dr Janusz Groniowski (Katedra Anatomii Patologicznej AM w Warszawie) — za pracę pt. „Extranacis coat of the plasma membrane (badania elektroowo-mikroskopowe nad błoną wyściółkową)”.

Nagrody zespołowe:

Prof. dr Jan Roguski, doc. dr Jan Hasik, doc. dr Jadwiga Roguska, doc. dr Andrzej Wojtczak, dr Marian Ruszkowski, mgr Teresa Grala, mgr Krystyna Markowska, (II Klinika Chorób Wewnętrznych w Poznaniu) oraz dr Lech Hryniewicz

wiecki (Zakład Fizjologii AM w Poznaniu — za cykl badań dotyczących zasad prawidłowego żywienia u chorych z przewlekłą niewydolnością nerek, wyniszczeniem sercowym i marskością wątroby.

Prof. dr Irena Chmielewska, dr Barbara Bułhak, dr Kazimierz Toczko (Katedra Biochemii UW w Warszawie) — za prace: Diketopiperasinas and Pyroglutamic Acid Utilization in the Human Organism oraz Diketopiperasinas, the Non-Assimilate Components of Pancreatic Hydrolyzates of Protein for Infusion.

Doc. dr Marian Mulczyk, dr Elżbieta Romanowska, dr Alicja Tkaczow (Instytut Immunologii i Terapii Doświadczalnej PAN we Wrocławiu) — oraz dr Alicja Kucharewicz-Krukowska (Zakład Mikrobiologii AM we Wrocławiu) — za cykl prac dotyczących badań nad pałeczkami *Shigella*.

Doc. dr Franciszek Kokot, dr Jadwiga Kuska, mgr Irena Kiecoń (III Klinika Chorób Wewnętrznych AM w Katowicach) oraz dr Zbigniew Czekala (Zakład Radiologii Centralnego Szpitala Górniczego w Bytomiu) — za badania kliniczne nad patogenezą nadciśnienia samoistnego.

ROZSTRZYGNĘCIE KONKURSU KOMITETU MIKROBIOLOGICZNEGO PAN Z DZIEDZINY METABOLIZMU DROBNOUSTROJÓW

Dnia 15 listopada 1968 r. jury konkursu z dziedziny metabolizmu drobnoustrojów przyznało nagrody następującym osobom:

1. Doc. dr Zbigniew Kaniuga i dr Włodzimierz Zagórski — nagroda II stopnia za zespół prac:

Isolation and some properties of reduced diphosphopyridine nucleotide: 2,6-dichlorophenolindophenol soluble reductase from *Mycobacterium phlei*

Soluble enzymes from *Mycobacterium phlei* extracts catalysing electron transport from malate to 2,6-dichlorophenolindophenol

Metabolizm jabłczanu i zredukowanego nukleotydu nikotynamidoadeninowego u *Mycobacterium phlei*.

2. Doc. dr Zbigniew Szyńkiewicz — nagroda II stopnia za pracę pt. Cykl pentozowy i biosynteza rybozy u *Escherichia coli*. Wpływ różnych warunków hodowli na udział cyklu pentozowego w całkowitej przemianie glukozy oraz na selekcję dróg biosyntezy pentoz.

3. Prof. dr Jadwiga Jakubowska, dr Anna Nowakowska-Waszczyk, mgr Ewa Lasota-Dulkowska, mgr Barbara Sobocka i mgr Zofia Żakowska — nagroda zespołowa III stopnia za prace:

Studies on itaconic and itatartaric acid production by gamma isolates of *Aspergillus terreus*

The effect of nitrogen sources on itaconic and itatartaric acid production by *Aspergillus terreus*

Investigation on the fermentative production of itatartaric acid from glucose, sucrose and molasses.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Владислав Шафер</i> — Проблемы эволюции в экологии цветов	115
<i>Ромуальд Олячек</i> — Рациональная сеть заповедников и заказчиков в Советском Союзе : :	135
<i>Яков Мовшович</i> — Новые исследования и взгляды на происхождение некоторых культурных растений	149
<i>Мария Гавлик</i> — Полиморфические популяции земноводных	155
<i>Петр Почопко</i> — Животные, которые не пьют	159

ДИСКУССИЯ И КРИТИКА

<i>Владимир Седлак</i> — АБВ электромагнетической теории жизни	165
--	-----

РЕЦЕНЗИИ

<i>Генрик Шарски</i> — Hearing mechanismus in vertebrates. A. Ciba Foundation symposium ed. A.V.S. de Reuck and J. Knight. J. and A. Churchill Ltd. London 1968	175
---	-----

НАУЧНАЯ ХРОНИКА

<i>Ирэна Зубкевич</i> — Об относительной стабильности вида и некоторых вопросах таксономии; <i>Ирэна Зубкевич</i> — О морфофизиологических критериях эволюционных преобразований в популяциях птиц; <i>Марек Гебчински</i> — Экологические аспекты проблемы эволюции гомайотер- мии; <i>В. И. Пайор</i> — Биология 5-гидроксиทริปтамина в мозге; <i>В. И. Пайор</i> — Проблема биологических свойств протеиноидов; <i>В. И. Пайор</i> — Проблема механизма окисления тиаловых групп в молекулах протеинов; <i>В. И. Пайор</i> — Влияние физического усилия на метаболизм этанола в организме человека; <i>В. И. Пайор</i> — Новые исследования метаболизма протеидов; <i>В. И. Пайор</i> — Новые исследо- вания молекулярной структуры темоглобина, сепарация α и β ; <i>В. И. Пайор</i> — Проблема метаболизма пиридинных нуклеотидов; <i>В. И. Пайор</i> — Биомеханизм дела вкусовых бородавок; <i>В. И. Пайор</i> — Проблема биомеханизма антигенных свойств лимфоцитов; <i>Кон- станция Якутович</i> — О физикохимических превращениях цитохрома С в поле ультразвуковых волн;	177
--	-----

ТРУДЫ ИНСТИТУТОВ И НАУЧНЫХ КАБИНЕТОВ

<i>Марьян Стангенберг</i> — Институт Националь де Лимнология (ИНАЛИ), Санто Томэ (Санта Фе), Аргентина и его научная деятельность	191
--	-----

СОБРАНИЯ, СЪЕЗДЫ И НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ

Общее собрание Отделения Биологических наук ПАН	197
К. А. Добровольски — Симпозиум посвященный 10-летию деятельности Орнитологической секции Польского зоологического общества . . .	197
Резолюция Международной Региональной конференции (Европа, Зап. Азия, Африка) посвященной охране водоплавающих птиц	199

MISCELLANEA

Премии II Отделения ПАН за 1968 г.	201
Результаты Конкурса Микробиологического Комитета ПАН по метабо- лизму одноклеточных : :	202

CONTENTS

<i>Władysław Szafer</i> — Revolutionary Problems in Ecology of Flowers	115
<i>Romuald Olaczek</i> — The Rational Net of Nature Reserves in the Soviet Union	135
<i>Jakub Mowszowicz</i> — New Investigations and Views of the Origin of Some Cultivated Plants	149
<i>Maria Gawlik</i> — Polymorphic Populations of Amphibia	155
<i>Piotr Poczopko</i> — Animals which do not Drink	159

DISCUSSION AND CRITIQUE

<i>Włodzimierz Sedlak</i> — ABC of the Electromagnetic Life Theory	165
--	-----

BOOK REVIEW

<i>Henryk Szarski</i> — Hearing Mechanism in Vertebrates. A Ciba Foundation Symposium ed. A.V.S. de Reusk and J. Knight. J. and A. Churchill Ltd. London 1968	175
---	-----

SCIENTIFIC CHRONICLE

<i>Irena Zubkiewicz</i> — On Relative Stability of Species and Some Problems of Taxonomy; <i>Irena Zubkiewicz</i> — On the Morpho-Physiological Criterion of Evolutionary Transformations in Populations of Birds; <i>Marek Gębczyński</i> — Ecological Aspects of Homoiothermy Evolution; <i>Wiktor J. Pajor</i> — Biology of 5-Hydroxytryptamine in Brain; <i>Wiktor J. Pajor</i> — A Problem of Biological Properties of Proteinoids; <i>Wiktor J. Pajor</i> — A Problem of Mechanism of Oxydation of Thiol Groups in Protein Molecule; <i>Wiktor J. Pajor</i> — The Influence of Physical Exercise on Metabolism of Ethanol in Man; <i>Wiktor J. Pajor</i> — New Investigations of Metabolism of Cuproproteins; <i>Wiktor J. Pajor</i> — New Investigations of the Structure of Haemoglobin Molecule: the separation of Alfa- and Beta-Chains; <i>Wiktor J. Pajor</i> — A Problem of Metabolism of Pyridine Nucleotides; <i>Wiktor J. Pajor</i> — The Biomechanism of the Activity of Taste Buds; <i>Wiktor J. Pajor</i> — A Problem of Biomechanism of Antigen Properties of Limfocytes; <i>Konstancja Jakutowicz</i> — On Physico-Chemical Transformations of Cytochrome C in the Field of Activity Ultrasonic Waves	177
--	-----

THE WORK OF SCIENTIFIC INSTITUTES AND RESEARCH CENTRES

<i>Marian Stangenberg</i> — Instituto Nacional de Limnologia (INALI), Santo Tomè (Santa Fe), Argentina, and its Scientific Activity	191
---	-----

SESSIONS, MEETINGS AND SCIENTIFIC CONFERENCES

Plenary Session of the Department of Biological Sciences, Polish Academy of Sciences	197
<i>Kazimierz A. Dobrowolski</i> — A Symposium on the Ten-Years' Activity of the Ornithological Section of the Polish Zoological Society	197
A Resolution of the International Regional Conference (Europe, West Asia and Africa) devoted to the Protection of Aquatic Bird Resources	199

MISCELLANEA

Departmental Scientific Prizes of Natural Departments of the Polish Academy of Sciences awarded for 1968	201
Solution of the Contest of the Microbiological Committee of the Polish Academy of Sciences on Metabolism of Microorganisms	202

SPIS TREŚCI

<i>Władysław Szafer</i> — Zagadnienia ewolucyjne w ekologii kwiatów	115
<i>Romuald Olaczek</i> — Racjonalna sieć rezerwatów przyrody w Związku Radzieckim	135
<i>Jakub Mowszowicz</i> — Nowsze badania i poglądy na pochodzenie niektórych roślin uprawnych	149
<i>Maria Gawlik</i> — Polimorficzne populacje płazów	155
<i>Piotr Poczopko</i> — Zwierzęta, które nie piją	159

DYSKUSJA I KRYTYKA

<i>Włodzimierz Sedlak</i> — ABC elektromagnetycznej teorii życia	165
--	-----

RECENZJE

<i>Henryk Szarski</i> — Hearing mechanisms in vertebrates. A Ciba Foundation symposium ed. A. V. S. de Reuck and J. Knight. J. and A. Churchill Ltd. London 1968	175
--	-----

KRONIKA NAUKOWA

<i>Irena Zubkiewicz</i> — O względnej stałości gatunku i niektórych zagadnieniach taksonomii; <i>Irena Zubkiewicz</i> — O morfofizjologicznych kryteriach przekształceń ewolucyjnych w populacjach ptaków; <i>Marek Gębczyński</i> — Ekologiczne aspekty kształtowania się stałocieplności; <i>Wiktor J. Pajor</i> — Biologia 5-hydroksytryptaminy w mózgu; <i>Wiktor J. Pajor</i> — Zagadnienie właściwości biologicznych proteinoidów; <i>Wiktor J. Pajor</i> — Zagadnienie mechanizmu utleniania grup tiolowych w cząsteczce białka; <i>Wiktor J. Pajor</i> — Wpływ wysiłku fizycznego na metabolizm etanolu w ustroju człowieka; <i>Wiktor J. Pajor</i> — Nowe badania metabolizmu kuproproteidów; <i>Wiktor J. Pajor</i> — Nowe badania budowy cząsteczki hemoglobiny: oddzielenie łańcuchów alfa i beta; <i>Wiktor J. Pajor</i> — Zagadnienie metabolizmu nukleotydów pirydynowych; <i>Wiktor J. Pajor</i> — Biomechanizm czynności kubków smakowych; <i>Wiktor J. Pajor</i> — Zagadnienie biomechanizmu właściwości antygenowych limfocytów; <i>Konstancja Jakutowicz</i> — O fizyko-chemicznych transformacjach cytochromu C w polu działania fal ponaddzwiękowych	177
--	-----

PRACE ZAKŁADÓW I INSTYTUTÓW NAUKOWYCH

<i>Marian Stangenberg</i> — Instituto Nacional de Limnología (INALI), Santo Tomè (Santa Fe), Argentina i jego działalność naukowa	191
---	-----

ZEBRANIA, ZJAZDY I KONFERENCJE NAUKOWE

Sesja plenarna Wydziału Nauk Biologicznych PAN	197
<i>Kazimierz A. Dobrowolski</i> — Symposium w dziesięciolecie działalności Sekcji Ornitologicznej Polskiego Towarzystwa Zoologicznego	197
Rezolucja Międzynarodowej Konferencji Regionalnej (Europa, Zachodnia Azja i Afryka) poświęconej ochronie zasobów ptaków wodnych	199

MISCELLANEA

Wydziałowe Nagrody Naukowe za rok 1968 przyrodniczych Wydziałów PAN	201
Rozstrzygnięcie konkursu Komitetu Mikrobiologicznego PAN z dziedziny metabolizmu drobnoustrojów	202

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

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

or direct to:

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

Tylko prenumerata zapewni
regularne otrzymywanie
dwumiesięcznika

K O S M O S A

Prenumerata krajowa

Zamówienia przyjmują:

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

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

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

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

Prenumerata zagraniczna

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

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

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

Kosmos A R. XVIII, z. 2. s. 115—208, marzec—kwiecień, Warszawa 1969.

Indeks 36417
