

# WSZECHŚWIAT

## PISMO PRZYRODNICZE

NR 5

MAJ 197





Zalecono do bibliotek nauczycielskich i licealnych pismem Ministra Oświaty  
nr IV/Oc-2734/47

Wydano z pomocą finansową Polskiej Akademii Nauk

#### TREŚĆ ZESZYTU 5 (2185)

|                                                                                                |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Maroń K., Włodzimierz Puchalski . . . . .                                                      | 93  |
| Szyndlar Z., Nawigacja żółwi morskich . . . . .                                                | 94  |
| Wojtkiewicz J., Wymarłe pierwiastki chemiczne w historii układu słonecznego . . . . .          | 98  |
| Maciejczyk J., Ryby elektryczne . . . . .                                                      | 102 |
| Dudziak J., Rozmiar głazów narzutowych a długość drogi ich transportu                          | 104 |
| Rafiński J. N., Nad Jeziorem Królów . . . . .                                                  | 107 |
| Gomółka B., Jan Ingen-Housz odkrywca procesu fotosyntezy . . . .                               | 110 |
| Drobiazgi przyrodnicze                                                                         |     |
| Organ polaryzacji magnetycznej pszczół (B. Szabuniewicz, J. Kotarski)                          | 112 |
| Jeszcze raz na temat wędrówek gąsienic korowódki sosnowej (J. Martini)                         | 113 |
| Qu'Appelle Valley — dolina rzeki „Kto woła?” (M. Świeboda) . . .                               | 113 |
| Zadrzewienia miejskie ostoja fauny bezkręgowej (W. Czechowski) . .                             | 114 |
| Dziesięciolecie działalności statku wiertniczego „Glomar Challenger”<br>(S. Bernatt) . . . . . | 115 |
| Rozmaitości . . . . .                                                                          | 116 |
| Recenzje                                                                                       |     |
| Specifity of Embryological Interactions (A. Jasiński) . . . . .                                | 119 |
| Sprawozdania                                                                                   |     |
| Sprawozdanie z działalności Oddziału Krakowskiego PTP im. Kopernika za r. 1978 . . . . .       | 119 |

#### Spis plansz

- Ia. ŻUBRY w Puszczy Białowieskiej. Fot. W. Puchalski  
Ib. PODZIĘKOWANIE W. Puchalskiego za obejrzenie Jego wystawy w r. 1975  
w Galerii przy ul. św. Anny 3  
II. PISKLETA SOWY LEŚNEJ. Fot. W. Puchalski  
III. KORMORANY. Fot. W. Puchalski  
IV. JARZĄBEK na gnieździe. Fot. W. Puchalski

---

Okładka: KACZENCE. Fot. W. Puchalski



# WSZECHŚWIAT

PISMO PRZYRODNICZE  
ORGAN POLSKIEGO TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA

(Rok założenia 1875)

MAJ 1979

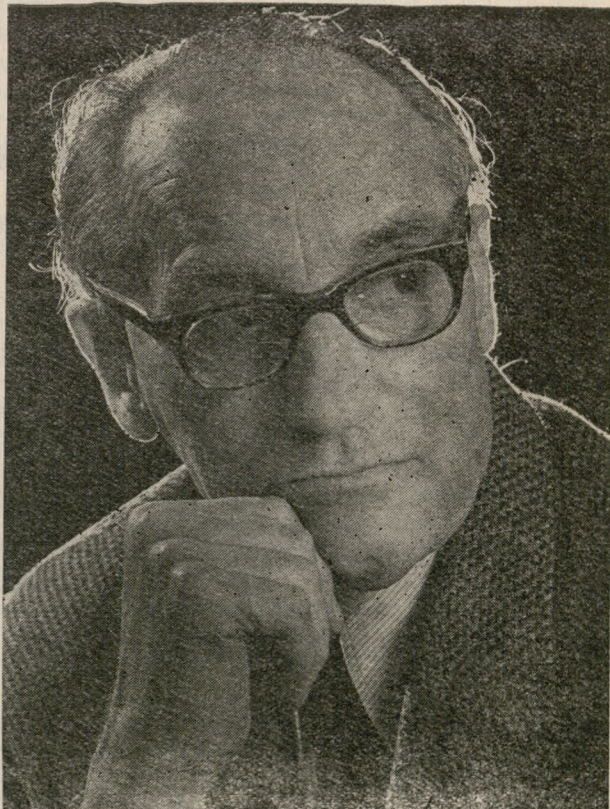
ZESZYT 5 (2185)

## WŁODZIMIERZ PUCHALSKI

W dniu 19 stycznia 1979 r. zmarł nagle na Antarktydzie nestor polskiej fotografii przyrodniczej mgr inż. W. Puchalski. Urodził się we Lwowie w dniu 6 marca 1909 r., gdzie ukończył szkołę powszechną i średnią. Również we Lwowie ukończył na Politechnice Wydział Rolniczy w 1935 r. Fotografiką zajmuje się od 1924 r. Jak sam mówi o tym bakcyli: „Kiedyś to moje fotografowanie nie miało może większego znaczenia. Ale teraz, gdy ludzkość zbyt daleko zaszła w dewastacji przyrody, gdy kolidują między przyrodą a człowiekiem osiągnęła rozmiary apokaliptyczne — sądzę, że moje fotografowanie jest próbą zatrzymania obrazu tego, co ginie, odchodzi z winy człowieka”.

Przed wojną pracował jako asystent w SGGW, w czasie okupacji ukrywał się pod przybranym nazwiskiem. Po wojnie był jakiś czas adiunktem u prof. T. Marchlewskiego na Uniwersytecie Jagiellońskim w Krakowie. Jest również założycielem Instytutu Filmowego przy ul. Józefitów w Krakowie (przemianowany później na Wytwórnię Filmów Oświatowych). Do ostatnich chwil swego życia był reżyserem i twórcą znakomitych filmów przyrodniczych. Zrealizował ich ponad 50, otrzymując za nie 15 nagród.

„Fotografuję tradycyjnie, bowiem sądzę, że najpierw należy nauczyć się przekazywać pra-



Włodzimierz Puchalski. Fot. W. Plewiński





Zdjęcie zrobione w Galerii ZPAF w Krakowie, ulica św. Anny 3, podczas ekspozycji W. Puchalskiego w 1975 r. Trzeci od lewej W. Puchalski, drugi od prawej prof. K. Maślankiewicz, naczelny redaktor czasopisma „Wszechświat”. Fot. L. Dziedzic

wdę o rzeczywistości. Ale ta moja sztuka jest piekielnie trudna, bo jest to sztuka... cierpliwości. Co więcej, daje mi ona wiele emocji, sprawia wiele satysfakcji, określa granice swobody i niezależności. Niepowtarzalny jest bowiem urok kontaktów z przyrodą, owych godzin spędzonych w polskich lasach, polach, łąkach, bagnach, górach.... Film traktuję nieco inaczej. Film — to coś obcego, coś czego zwykle później nie oglądam. Fotografia — to piękno uchwycone w swej najbardziej charakterystycznej postaci, to moja własność prywatna”.

W ciągu pięćdziesięciu lat pracy twórczej związanej z przyrodą wydał około dwadzieścia albumów i książek przyrodniczych. Są wielokrotnie wydawane i tłumaczone na języki obce. W 1975 r. w 50-lecie swej pracy twórczej prezentuje na wystawie w Krakowie swój ogromny dorobek artystyczny i dokumentalny z zakresu flory i fauny.

W. Puchalski był współpracownikiem Redakcji czasopisma „Wszechświat” od 1952 r. Trzykrotnie brał udział w konkursie fotografii przyrodniczej urządzanym przez Redakcję i wszystkie trzy konkursy przyniosły mu pierwsze nagrody. Opublikował w naszym czasopiśmie ponad 200 zdjęć o tematyce przyrodniczej. Dzięki popularyzacji swoich zdjęć na łamach „Wszechświata” spowodował zainteresowanie i innych młodszych fotografów-amatorów, których zdjęcia reprodukujemy regularnie w naszym czasopiśmie.

Przed tak ogromnym dziełem, na które W. Puchalski poświęcił całe życie, każdy, komu przyroda daje wytchnienie i radość, pochyli czoła. Zeszyt ten, choć bardzo skromny, Redakcja poświęca Jego pamięci.

Kazimierz Maroń

ZBIGNIEW SZYNDLAR (Kraków)

## NAWIGACJA ŻÓŁWI MORSKICH

Spośród różnych gatunków zwierząt odbywających dalekie wędrówki najmniej wiadomo na temat morskich żółwi. Z drugiej strony, podróże odbywane przez przedstawicieli tej grupy zwierząt bez wątpienia można zaliczyć do najbardziej fascynujących i zagadkowych zjawisk w przyrodzie. Żółw zielony (*Chelonia mydas*), któremu został poświęcony ten artykuł, jest na tyle sprawnym nawigatorem, by trafić na małą, śródoceaniczną wyspę po przebyciu 1400 Mm w transatlantycznej podróży non-stop (skrót Mm oznacza milę morską; 1 Mm = 1852 m, zatem 1400 Mm = około 2600 km. W rozważaniach dotyczących nawigacji morskiej, mila, odpowiadająca dokładnie jednej minucie kątowej, jest obowiązującą jednostką miary). Jeszcze do niedawna znajomość tego gatunku w większym stopniu sprowadzała się do przepisów kucharskich i nie sprawdzonych anegdot, niż do rzetelnej wiedzy. Począwszy od połowy lat pięćdziesiątych głównie dzięki trwającym nieprzerwanie do chwili obecnej badaniom Archie Carra

i jego współpracowników z University of Florida w Gainesville, nasza wiedza o zielonym żółwiu i jego wędrówkach uczyniły istotny krok naprzód.

Żółw zielony jest przedstawicielem jednego z 5 gatunków właściwych żółwi morskich (*Cheloniidae*), występujących we wszystkich ciepłych morzach świata. Dojrzałe osobniki osiągają masę kilkudziesięciu do kilkuset kilogramów, przy czym szczególnie wyrosnięte okazy samców mogą dochodzić do ponad 400 kilogramów, przy długości pancerza przekraczającej 1 metr. Dorosłe żółwie są roślinożerne, a podstawę ich diety stanowi wodna roślinność, głównie z rodzajów *Thalassia* i *Zostera*, zwana żargonowo trawą żółwiową (*turtle grass*). Roślinność ta porasta obficie przybrzeżne płycizny wód tropikalnych. Młode żółwie, po wykluciu z jaj, są mięsożerne i żywią się głównie drobnymi bezkręgowcami morskimi. Poza tym, na temat ich biologii i miejsc bytowania niewiele, jak dotąd, wiadomo. Istotnym elementem w biologii zielonych żółwi jest ścisłe rozdzielenie



akwenów, w których gady te żerują, od miejsc rozrodu. Podczas gdy u amerykańskich wybrzeży Atlantyku i przyległych doń mórz znane są setki żerowisk zielonych żółwi, to ich plaże lęgowe są zlokalizowane tylko w trzech miejscach.

Gody zielonych żółwi odbywają się, zależnie od kolonii, regularnie co 2 lub 3 lata. Dowiedziono tego, znakując samice na plażach lęgowych i badając później powracające osobniki. Żółw zielony jest jednym z nielicznych gatunków gadów, które godują w odstępach większych niż jeden rok. Samice składają jaja zawsze na tej samej plaży, na której przyszły na świat, często nawet na tym samym wąskim jej wyścinku. Czas trwania sezonu lęgowego jest różny w różnych regionach, zwykle wynosi kilka miesięcy. O określonej porze roku przy plażach lęgowych pojawiają się żółwie, samice i samce, przybyłe tutaj z rozmaitych żerowisk. Podczas jednego sezonu samica wychodzi na plażę 3—7 razy, aby złożyć w piasku kolejne mioty jaj. Przerwy między poszczególnymi wyprawami na ląd wynoszą po około 12 dni, a liczba jaj składanych jednorazowo — około 100 egzemplarzy. Jednocześnie opodal w wodzie, tuż za linią przyboju, można zaobserwować walczące ze sobą samce, zaloty, wreszcie kopulujące pary. W wyniku tych spotkań zostaną zapłodnione jaja, ale będą to jaja złożone dopiero w następnym sezonie, czyli za 2 lub 3 lata. Samce nigdy nie wychodzą na ląd. Gdy raz opuściły plażę, po wykluciu się z jaj, pozostają już w wodzie na resztę życia. Samice atlantyckich żółwi wychodzą składać jaja wyłącznie nocą. Samicom żółwi zamieszkujących Ocean Spokojny zdarza się to robić również w dzień. Inkubacja trwa około 57 dni. Młode żółwie, po wydostaniu się z jaj, kierują się prostym kursem do morza, nawet jeśli jest ono całkowicie zasłonięte przez wydmy lub inne przeszkody.

Upřednio wspomniałem, że atlantyckie żółwie zielone, żerujące na wodach amerykańskich, korzystają z trzech rejonów lęgowych. Pierwszym jest plaża Tortuguero na wschodnim brzegu Kostaryki, użytkowana przez osobniki zamieszkujące Morze Karaibskie i Zatokę Meksykańską. Drugi to Wyspa Wniebowstąpienia (Ascension), położona pośrodku Atlantyku na szerokości około 7°S w odległości 1400 Mm od wybrzeży Brazylii. Żółwie wylęgłe na plażach Wyspy Wniebowstąpienia zasiedlają brzegi Brazylii i Gujany. Wreszcie trzeci stanowi wysepka Ilha da Trindade (Trynidad Południowy), leżąca dalej na południe, 700 Mm od brzegów brazylijskich. Nawet dla osoby nieobeznanej z przedmiotem, oczywisty musi wydawać się fakt, że odnalezienie plaży Tortuguero, położonej przecież na lądzie stałym, wiąże się ze znacznie mniejszymi problemami nawigacyjnymi niż trafienie na małą wyspę, zagubioną w bezmiarze oceanu. Z dwóch opisanych wysp, Trindade jest odwiedzana przez stosunkowo nieliczne żółwie i wydaje się mieć jedynie lokalne znaczenie, toteż w niniejszych rozważaniach zajmiemy się tylko podrózkami na Wyspę Wniebowstąpienia. Wieloletnie obserwacje znakowanych żółwi dowiodły niezbicie, że osobniki spotykane na wyspie nie są przypadkowymi migrantami, lecz odbywają tu planowe i regularne wędrówki z żerowisk brazylijskich. Niesposób jest ustalić, milą po mili, dokładnych tras nawigacyjnych, którymi żółwie płyną z Brazylii na Wyspę Wniebowstąpienia. Balony napelnione helem czy radionadaj-



Ryc. 1. Samica zielonego żółwia wracająca do morza po złożeniu jaj. Zdjęcie wykonane na jednej z wysp Archipelagu Galapagos; samice odmiany pacyficznej składają jaja również w dzień, co nigdy nie zdarza się żółwiom atlantyckim (wg A. Carr, *Die Reptilien*, Time-Life International 1973)

niki przymocowane do pancerza, stosowane z powodzeniem do śledzenia ruchów zwierząt w pobliżu brzegów, nie mogą być przydatne na szlaku transoceanicznym. Projekt badań tras migrujących żółwi przy użyciu telemetrii satelitarnej w ramach programu kosmicznego Apollo NASA (National Aeronautics and Space Administration) nie doszedł niestety, do



Ryc. 2. Gody zielonych żółwi w rejonie Wielkiej Rafy Koralowej (Australia). Para widoczna na zdjęciu pozostała na plaży po ustąpieniu morza w wyniku odpływu. Jest to jeden z nielicznych przypadków napotkania dojrzałego samca na lądzie (wg D. W. Ehrenfeld, *Conserving the Edible Sea Turtle: Can Mariculture Help?*, Amer. Scientist 1974)



skutku. Zatem pytanie, jaką drogą rzeczywiście płyną żółwie, pozostaje nadal w sferze domysłów. Podobnie, ciągle hipotezą są odpowiedzi na najbardziej frapujące pytania: czym kierują się żółwie w drodze na wyspę oraz jak do tego wszystkiego doszło?

Wyspa Wniebowstąpienia jest tak mała i tak odległa od innych brzegów, że dotarcie do niej stanowiło poważny problem również dla ludzi. Podczas ostatniej wojny na wyspie znajdowała się baza etapowa, w której amerykańskie samoloty transportowe, lecące z Brazylii do Afryki, uzupełniały paliwo. Mimo dobrego wyposażenia w pomoce nawigacyjne, piloci zawsze liczyli się z możliwością minięcia celu, a w konsekwencji, po wyczerpaniu paliwa, zakończenia lotu w falach południowego Atlantyku.

Młode żółwie, wylęgłe z jaj na plażach Wyspy Wniebowstąpienia, nie muszą borykać się z żadnymi problemami nawigacyjnymi w drodze na żerowiska u brzegów Brazylii. Podróż sprowadza się do biernego dryfu w Południowym Prądzie Przyrównikowym, który płynie tędy prosto na zachód. Młode żółwie osiągają kontynent w okolicach Recife na Przylądku Branco, a dopiero stąd kierują się na żerowiska na północ lub południe wzdłuż brzegów Brazylii, gdzie dochodzą do wieku dojrzałego. Którędy natomiast płyną ich rodzice? Istnieją 2 hipotetyczne trasy pozwalające odbyć całą podróż w obie strony biernie, z pomocą sprzyjających prądów. Załóżmy, że żółwie obiorą kurs na północ od Brazylii, a tam już porwie je Przeciwprąd Gwinejski płynący na wschód do wybrzeży zachodniej Afryki, skąd, po skręcie o  $180^\circ$  w Zatoce Gwinejskiej, zanieśie je prosto na Wyspę Wniebowstąpienia. Podobną podróż można odbyć, kierując się z Prądem Brazylijskim na południe. Dryf Południowoatlantycki, płynący nieprzerwanie na wschód, pozwoli na osiągnięcie południowego cypla Czarnego Lądu, a po zatoczeniu łuku wzdłuż brzegów zachodniej Afryki, prowadzi, kursem na zachód, do naszej wyspy. Przedstawione warianty tras nie wchodzi jednak w rachubę z paru ważkich przyczyn: po pierwsze, bierny dryf na tak długiej trasie byłby zbyt czasochłonny, po drugie, wędrujące tym sposobem żółwie byłyby skazane na nieprzerwaną głódówkę. Wreszcie drugi wariant trasy przewiduje przebycie odcinka w zbyt zimnych dla tych ciepłolubnych gadów wodach południowego Atlantyku. Jedynym więc możliwym sposobem dostania się na wyspę jest kurs pod prąd od wybrzeża Brazylii bezpośrednio na wschód. Taki model trasy jest zgodny z klasycznym wzorem migracji wodnych: ruch pod prąd dla dorosłych i mocnych zwierząt oraz z prądem dla słabych i niedoświadczonych młodych.

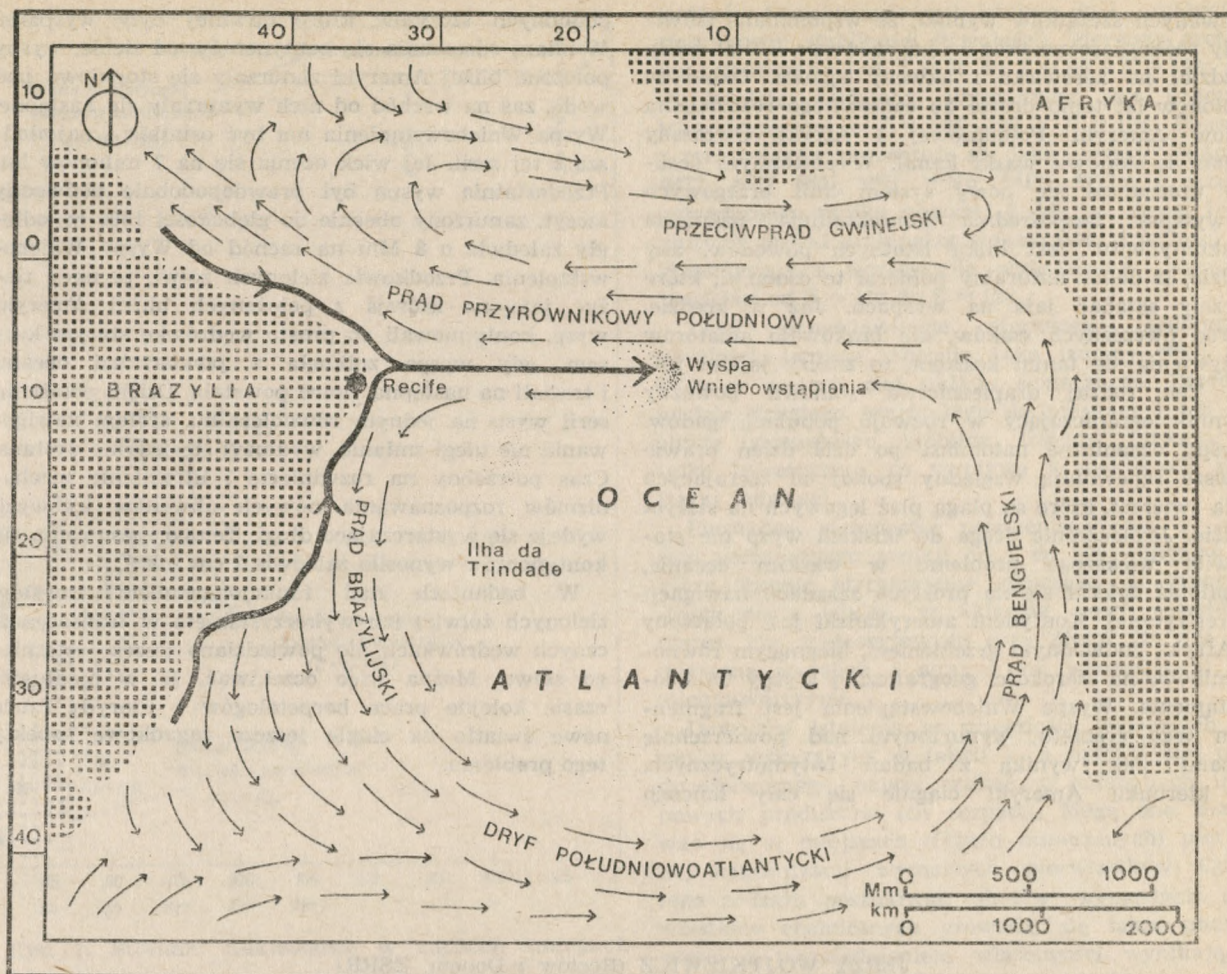
Wyspa Wniebowstąpienia jest skałą sterczącą z oceanu, o powierzchni ledwie  $88 \text{ km}^2$ . Góra Green Mountain, najwyższe wzniesienie na wyspie, ma wysokość  $875 \text{ m n.p.m.}$  i często jest otoczona silnie rozbudowaną pionowo koroną chmur. Nietrudno sobie wyobrazić, że lecące na dużej wysokości wędrownie ptaki mogłyby łatwo korygować swoje błędy nawigacyjne, przez zaoczenie wyspy ze znacznej odległości. Jednak dla żółwia, patrzącego z poziomu morza, wyspa staje się widoczna dopiero z odległości paru mil. Na całej przestrzeni oceanu, dzielącego wysepkę od kontynentu amerykańskiego, nie ma żadnego innego lądu, zatem mechanizmy prowadzące żółwie muszą mieć inny charakter niż bodźce wizualne.

Wedle przyjętych obecnie teorii, żółwie płynące na Wyspę Wniebowstąpienia korzystają kolejno z trzech różnych systemów nawigacji, w zależności od odcinka pokonywanej trasy. Na pierwszym etapie podróży żółwie, płynąc wzdłuż wybrzeża Brazylii, dążą do osiągnięcia równoleżnika Wyspy Wniebowstąpienia, co zachodzi w okolicach Recife, czyli pierwszego miejsca na lądzie stałym, które oglądały w młodości. Nawigowanie na tym odcinku opiera się na rozpoznawaniu charakterystycznych cech linii brzegowej. System ten, zwany przez żeglarzy nawigacją *terrestryczną*, jest najprostszą metodą orientowania się na morzu.

Od Recife, będąc już na równoleżniku Wyspy Wniebowstąpienia, żółwie odkładają się na kurs wschodni (odłożenie się na kurs oznacza wybór określonego kursu i konsekwentne trzymanie się go w drodze). Utrzymanie się na tej samej szerokości geograficznej podczas podróży na wschód gwarantuje dotarcie przynajmniej w pobliże celu. Zdolność trzymania stałego kursu próbowano tłumaczyć działaniem rozmaitych mechanizmów, m.in. domniemanego zmysłu kompasowego, czy też użyciem prymitywnej astronawigacji. Koncepcja zmysłu kompasu jest jednak błędna w samym założeniu. W żegludze przez setki mil otwartego oceanu jest czymś zupełnie normalnym, że wiatry i prądy mogą odchylić żółwie z obranej trasy na znaczną odległość, mimo stałego trzymania kursu kompasowego. Gdyby żółwie nie mogły uwzględniać poprawek kursu jakimiś sposobami, nigdy nie trafiłyby na wyspę. Zagadkę tę próbowano wyjaśnić, odwołując się do przykładu dawnych żeglarzy. Przed wynalezieniem dokładnych metod wyznaczania pozycji, nawigatorzy Wikingów czy ludów polinezyjskich stosowali prymitywne, ale dość skuteczny sposób znajdowania celu na oceanie, o ile znali jego szerokość geograficzną. Żeglowno na północ lub południe tak długo, póki z wysokości ciał niebieskich (górowania Słońca w południe lub wysokości gwiazd nad horyzontem) nie wynikało, że osiągnięto szerokość geograficzną celu. Wówczas należało odłożyć się na wschód lub zachód (zależnie od położenia celu) i płynąć kursem równoleżnikowym aż do lądowania. Koncepcję takiego sposobu nawigowania próbowano odnieść również do żółwi zielonych. Zniesione na północ lub południe podczas podróży na wschód, miałyby korygować kurs na podstawie wysokości Słońca. Teoria powyższa, zakładająca tak zdumiewającą adaptację, została ostatnio zastąpiona przez inną, znacznie bardziej prawdopodobną.

Wedle tego, co powiedziano wyżej, wędrowki zielonych żółwi odbywają się w ściśle określonym czasie, konkretnie na Wyspie Wniebowstąpienia zwierzęta zjawiają się w okresie od lutego do maja. W tym czasie Słońce znajduje się w zenicie nad szerokościami zbliżonymi do szerokości Wyspy Wniebowstąpienia. W związku z tym Słońce wschodzi na linii kursu wiodącego do wyspy. Żółwie, ruszające w drogę spod wybrzeży Brazylii, kierują się po prostu na wschodzące Słońce i powtarzają to samo każdego następnego dnia. Nocą odpoczywają zanurzone, poza zasięgiem działania powierzchniowego prądu, lub nawet dryfują na wschód z podwodnym przeciwprądem. Podróż na wyspę trwa prawdopodobnie około 8 tygodni. Ponieważ zenit nieustannie się przesuwa po nieboskłonie na północ, w kierunku





Ryc. 3. Mapa Południowego Atlantyku. Cienkie strzałki oznaczają kierunki przepływu prądów powierzchniowych. Gruba strzałka opisuje przybliżoną trasę nawigacyjną dorosłych żółwi zielonych (*Chelonia mydas*) z żerowisk u wybrzeży Brazylii na Wyspie Wniebowstąpienia. Młode żółwie, wylęgle na wyspie, dryfują tym samym szlakiem, w kierunku przeciwnym. Przybliżony akwen, w którym substancje chemiczne wymywane z wyspy przez prąd są rejestrowane przez żółwie, został zakropkowany

równika, trasa nie jest linią prostą, lecz tworzy delikatny łuk, wypukły na południe.

Oczywiście, nawigacja taka nie jest wystarczająco dokładna i prowadzi żółwie jedynie w pobliże celu. Toteż ostatni etap podróży żółwie pokonują, kierując się prawdopodobnie węchem. Jak wykazały eksperymenty laboratoryjne, żółwie rzeczywiście posiadają zmysł podwodnej chemorecepcji, cechę niezwykle rzadką wśród kręgowców płucodysznych, i wyczuwają pewne proste związki organiczne już w stężeniu  $5 \times 10^{-6}$  M (mol/litr)! Prąd Przyrównikowy w swym nieustannym ruchu na zachód wypłukuje z wyspy substancje chemiczne, stanowiące istotną wskazówkę dla żółwi. Strumień tych substancji, rozchodzących się szerokim wachlarzem daleko w ocean, gdy raz zostanie zarejestrowany w chemoreceptorach napływających żółwi, prowadzi je do źródła, aż do zaoczenia wyspy. Żółwie muszą zatem posiadać zdolność rozróżniania stopnia stężenia substancji chemicznych w wodzie morskiej, gdyż kierunkowskazem jest tu rosnący, w miarę zbliżania się do wyspy, gradient. Zapach (czy smak) wód otaczających Wyspę Wniebowstąpienia, rejestrowany, być może, w pamięci wylęgłych tu młodych żółwi, jest później wykorzystany w życiu dorosłym.

Pozostaje odpowiedzieć na ostatnie pytanie: jak

powstało to przystosowanie środowiskowe? Założenie kolonii lęgowej na małej śródoceanicznej wyspie wydaje się rzeczą niemożliwą, można by zatem przypuszczać, że Wyspa Wniebowstąpienia była kiedyś znacznie większym lądem. Pogląd ten nie znajduje jednak żadnego oparcia w świetle badań batymetrycznych. Inna teoria, bardziej prawdopodobna, zakłada, że wyspa została skolonizowana przez żółwie zielone z Afryki zachodniej, które dostały się tu przypadkiem, porwane przez Południowy Prąd Przyrównikowy. Należałoby jednak przyjąć, że w młodych żółwiach, które wykluły się tu ze zniesionych przez przypadkowych migrantów jaj, podczas dryfu do Brazylii utrwaliła się dziedziczna informacja, umożliwiającą kolejnym pokoleniom powrót na wyspę.

Przyjmowana obecnie teoria migracji zielonych żółwi opiera się na wynikach najnowszych badań dryfu kontynentów. Z materiałów paleontologicznych wiadomo, że podobne do *Chelonia* żółwie zamieszkiwały morze na północnym brzegu Ameryki Południowej około 100 milionów lat temu (późna kreda), a więc w okresie, gdy kontynent ten był jeszcze połączony z Afryką. Można założyć, że te kredowe żółwie były przodkami *Chelonia mydas*, choć w chwili obecnej nie sposób odtworzyć ich filogenezę (najstarsze kopalne *Chelonia* znaleziono w miocenie). Z za-



chowanych szczątków wynika, że wspomniane żółwie były roślinożercami oraz że już wówczas istniał ścisły rozdział na żerowiska i akwenty lęgowe. Około 80 milionów lat temu doszło do całkowitego rozdzielenia lądów Ameryki Południowej i Afryki. Ówczesny Atlantyk stanowił wąski kanał. W powstałym oceanie uformował się nowy system linii brzegowych i wysepek, bezpośrednia konsekwencja pęknięcia prakontynentu. Jest kilka istotnych powodów, aby sądzić, iż dobór naturalny popierał te osobniki, które zaczęły składać jaja na wyspach. Już w kredzie, wśród ówczesnych ssaków, nie brakowało amatorów pożywienia się tanim kosztem, to znaczy jajami żółwi. Ten rodzaj drapieżnictwa stanowił poważny czynnik ograniczający w rozwoju populacji gadów. Wyspy oceaniczne natomiast po dziś dzień prawie zawsze zapewniają względny spokój od zżerających jaja zwierząt, które są plagą plaż lęgowych na stałym lądzie. Jednocześnie droga do bliskich wysp nie stanowiła większego problemu w wąskim oceanie, a pilotaż opierał się na prostych zasadach nawigacji terestrycznej. Kontynent amerykański jest połączony z Afryką podwodnym grzebieniem, biegnącym równoleżnikowo na szerokości geograficznej Wyspy Wniebowstąpienia. Wyspa Wniebowstąpienia jest fragmentem tego grzbietu, wynurzonym nad powierzchnię oceanu. Jak wynika z badań batymetrycznych, w kierunku Ameryki ciągnie się cały łańcuch

podobnych szczytów, które dawniej były wyspami. W miarę odsuwania się kontynentów od siebie, wyspy położone bliżej Ameryki zanurzały się stopniowo pod wodę, zaś na wschód od nich wynurzały się następne. Wyspa Wniebowstąpienia ma być ostatnią i najmłodszą z tej serii. Jej wiek ocenia się na 7 milionów lat. Przedostatnią wyspą był prawdopodobnie podwodny szczyt, zanurzony obecnie do głębokości 1500 m, odległy zaledwie o 8 Mm na zachód od Wyspy Wniebowstąpienia. Przodkowie zielonych żółwi, płynący złożyć jaja na któreś z położonych bliżej Ameryki wysp, kontynuowali po prostu wędrówkę starym kursem, gdy wyspa zniknęła z powierzchni oceanu i trafiała na następną, nowo powstałą. Dzięki położeniu serii wysp na jednym równoleżniku, system nawigowania nie uległ zmianie, wydłużył się jedynie dystans. Czas potrzebny na rozwinięcie i utrwalenie mechanizmów rozpoznawania nowych akwenów lęgowych wydaje się wystarczająco długi. Tempo rozsuwania się kontynentów wynosiło zaledwie 2 cm rok<sup>-1</sup>.

W badaniach nad funkcjonowaniem zmysłów zielonych żółwi i ich wykorzystaniem w transoceanicznych wędrówkach nie powiedziano jeszcze ostatniego słowa. Można więc oczekiwać, że w niedługim czasie kolejne prace herpetologów z Florydy rzuca nowe światło na ciągle jeszcze zagadkowe aspekty tego problemu.

JERZY WOJTKIEWICZ (Rostów n. Donem, ZSRR)

## WYMARŁE PIERWIASTKI CHEMICZNE W HISTORII UKŁADU SŁONECZNEGO

Otoczająca nas materia i my sami jesteśmy zbudowani z trwałych, stabilnych atomów pierwiastków chemicznych. Nietrwałe, promieniotwórcze pierwiastki spotyka się w minimalnych ilościach. Mamy jednak podstawy przypuszczać, że pierwotna materia układu słonecznego była na ogół silnie promieniotwórcza. Wchodziły w jej skład liczne nuklidy \* promieniotwórcze. Większość z nich szybko uległa rozpadowi po zakończeniu syntezy jądrowej, lecz pewna ich ilość dotrwała do czasu powstania ciał stałych układu słonecznego i zostawiła ślady swojego pobytu w pewnych ilościowych stosunkach izotopowych, przeważnie w meteorytach. Niżej rozpatrzmy te ślady, ale najpierw przypomnijmy sobie główne prawidłowości rozpadu promieniotwórczego.

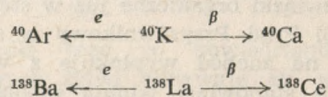
Spontaniczny rozpad niektórych nietrwałych izotopów polega na następujących przemianach: typu  $\beta$ ,  $e$  — wychwyt elektronu, typu  $\alpha$  i rozszczepienia samorzutnego ciężkich jąder atomowych. Wymarłe pierwiastki powinny były ulegać jednej lub dwom z przedstawionych przemian.

Przemiana typu  $\beta$  polega na zmianie w jądrze neutronu w proton z wyrzuceniem cząstki  $\beta$ . W wyniku tej przemiany powstaje nowy izobar o liczbie atomowej  $Z$  większej o jedność od nuklidu promieniotwórczego.

\* nuklidy — ogólne określenie, używane często zamiast nazwy „atom pierwiastka” lub „izotop” (ponieważ jądro skupia niemal całą masę atomu i decyduje o jego własnościach).

czego. Liczba masowa  $A$  zostaje niezmieniona. Przy przemianie  $\beta^+$  jeden z protonów przechodzi w neutron z wydzieleniem pozytonu  $\beta^+$ .

Wychwyt elektronu (przemiana  $e$ ) jest jakby przeciwieństwem przemiany  $\beta$ . Jeden z elektronów z powłoki elektronowej zostaje wychwycony przez jądro, w którym jeden z protonów przechodzi w neutron ze zmniejszeniem  $Z$  o jednostkę. Wśród izotopów naturalnych spotyka się takie, w których jednocześnie zachodzą obydwa rodzaje rozpadu. Przykładem mogą być  $^{40}\text{K}$  i  $^{138}\text{La}$ , które ulegają rozpadowi w następujący sposób:

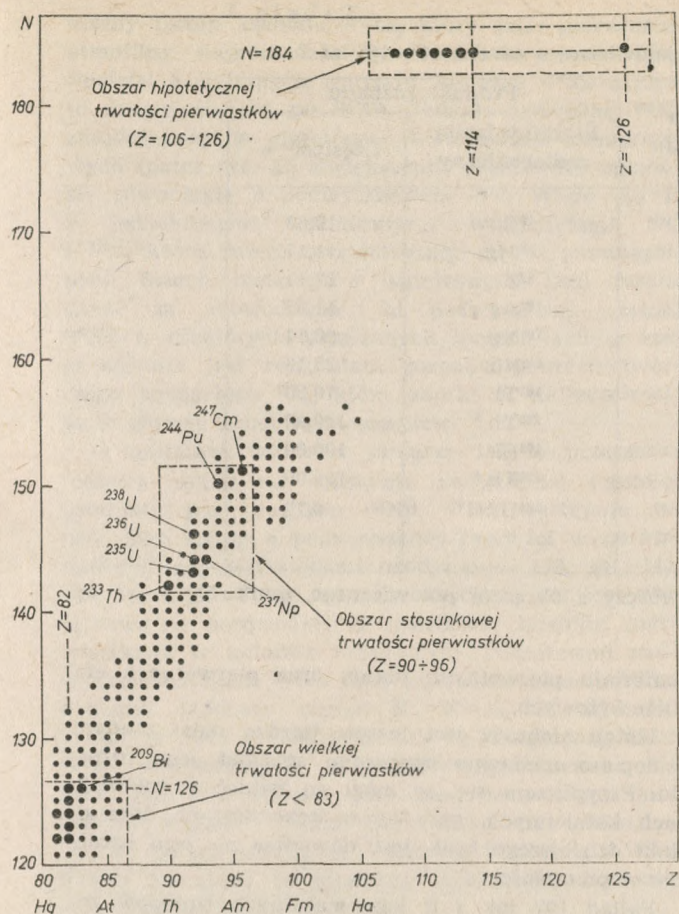


Trwałość nuklidów ulegających przemianom  $\beta$  lub  $e$  wyznacza się pewnym stabilnym stosunkiem protonów i neutronów. Przy stosunkowo większej ilości neutronów odbywa się przemiana  $\beta$ , a przy większej ilości protonów przemiana  $\beta^+$  lub wychwyt —  $e$ .

Przemiana  $\alpha$  polega na tym, że jądro promieniotwórcze wyrzuca cząstkę  $\alpha$  (jądro  $^4_2\text{He}$ ). Nowy izotop zmniejsza liczbę atomową  $Z$  o 2, a liczbę masową o 4. Przemianie  $\alpha$  ulegają przeważnie izotopy pierwiastków ciężkich, głównie o  $Z > 83$ .

Samorzutne rozszczepienie polega na spontanicznym rozdzieleniu jądra na dwie nierówne części, które z dużą prędkością oddalają się od siebie. Produkty





Ryc. 1. Stosunki nukleonowe w ciężkich izotopach

rozszczepienia odpowiadają izotopom pierwiastków ze środka układu okresowego. Proces rozszczepienia samorzutnego jest charakterystyczny dla nuklidów ciężkich — uranu i pierwiastków transuranowych. Lekkie produkty rozszczepienia odpowiadają izotopom pierwiastków od  $Z = 30$  do  $Z = 50$  i  $A = 70-118$ . Ciężka grupa produktów odpowiada  $Z = 52-64$ . Największą wartością wśród ciężkiej grupy produktów odznaczają się izotopy ksenonu  $^{131}\text{Xe}$ ,  $^{132}\text{Xe}$ ,  $^{134}\text{Xe}$ ,  $^{136}\text{Xe}$ . Dla uranu stonawia one 19% całej sumy rozszczepienia. Proces samorzutnego rozszczepienia odbywa się o wiele wolniej niż rozpadu dla tych samych izotopów. Odwrotny stosunek spotykamy jedynie u najcięższych transuranów o  $Z > 97$ .

Samorzutny rozpad odbywa się tak samo jak i inne przemiany promieniotwórcze — liczba atomów ulegających przemianie w jednostce czasu jest proporcjonalna do ogólnej liczby atomów obecnych w danym momencie. Prędkość przemiany możemy wyrazić okresem połowicznego zaniku  $T$ . Jest to okres czasu, po upływie którego z początkowej ilości pierwiastka promieniotwórczego pozostaje połowa.

Pierwiastki ulegające przemianie  $\alpha$  i rozpadowi samorzutnemu możemy podzielić na dwie duże grupy: trwałą — zwaną dipolową — od wodoru ( $Z=1$ ) do bizmutu ( $Z=83$ ) włącznie i grupę nietrwałą transbizmutową — od Po ( $Z=84$ ) do niewiadomego obszaru pierwiastków superciężkich ( $Z=150?$ ). Grupa transbizmutowych pierwiastków jest złożona całkowicie z izotopów promieniotwórczych. Znane i przypuszczalne teoretycznie transbizmutowe nuklidy są przedstawione graficznie na ryc. 1. Można zauważyć, że w polu

izotopów transbizmutowych istnieją dwa „archipelagi” stosunkowej stabilności (trwałości). Pierwszy archipelag ograniczony jest  $Z = 90$  do  $Z = 96$  i  $N = 142$ ; drugi, bardziej oddalony, wyznaczony jest izotopami transkiurowymi z  $Z = 106-126$  i  $N = 184$ . Pierwszy z archipelagów prezentuje się jako „wyspy” izotopów  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{235}\text{U}$ ,  $^{236}\text{U}$ ,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{237}\text{Np}$ ,  $^{244}\text{Pu}$ ,  $^{247}\text{Cm}$  z okresem połowicznego zaniku powyżej  $2 \cdot 10^6$  lat. Drugi transkiurowy daleki archipelag stosunkowej trwałości jest hipotetyczny z teoretycznie wyliczonymi „wyspami” trwałości od  $Z = 112$  do  $Z = 126$ .

Trzej przedstawiciele pierwszego archipelagu trwałości istnieją obecnie jako izotopy  $^{235}\text{U}$ ,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$  w materii ciał układu słonecznego. Przedstawiciele drugiego archipelagu są nieznani i ich możliwie stosunkowo stabilne izotopy rozważa się tylko teoretycznie, co wypływa z niektórych zasad fizyki jądrowej.

Pierwotne pierwiastki promieniotwórcze z okresem połowicznego zaniku od 1 do 100 milionów lat, które obecnie otrzymujemy sztucznie, w rzeczywistości mogły istnieć w składzie nowo powstałych planet, ciał meteorytowych oraz Ziemi. Są one wymienione w tabeli 1 wraz z ich własnościami promieniotwórczymi.

Dowodów istnienia w przeszłości wymarłych izotopów, wskazanych w tabeli 1, w materii ciał układu słonecznego, należy szukać w anomaliach izotopowych produktów ich rozpadu. Mogą one znajdować się w miejscach (fazach mineralnych) pierwotnej koncentracji wymarłych pierwiastków. Oprócz tego rodzaju poszukiwań śladów wymarłych pierwiastków chemicznych prowadzi się także poszukiwania z uwzględnieniem właściwości wynikających z ich pozycji w układzie okresowym, która wskazuje możliwie naturalne obiekty ich występowania w przeszłości.

W tabeli 2 przedstawiono układ okresowy pierwiastków w formie rozwiniętej z przedłużeniem na obszar pierwiastków transuranowych do  $Z = 135$ . W tabeli tej zaznaczone są pewne obszary obejmujące pierwiastki o zbliżonych ogólnych własnościach geochemicznych i kosmochemicznych. Na podstawie tych własności można wyróżnić następujące grupy pierwiastków:

**Pierwiastki atmosficzne** mające skłonność do gromadzenia się w atmosferze i hydrosferze Ziemi oraz planet. Wyróżniają się one dużą lotnością, czyli stanem gazowym w warunkach normalnych. Należą do nich  $\text{H}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{C}$  w formie  $\text{CO}$  i  $\text{CO}_2$  oraz wolny  $\text{O}_2$ . Do pierwiastków atmosficznych należą także wszystkie gazy szlachetne  $\text{He}$ ,  $\text{Ne}$ ,  $\text{Ar}$ ,  $\text{Kr}$ ,  $\text{Xe}$ ,  $\text{Rn}$ .

**Pierwiastki litofilne** lub oksyfilne w przyrodzie wchodziły przeważnie w skład krzemianowych stref planet (litosfery) i meteorytów kamiennych. Tworzą one w przyrodzie najczęściej związki tlenowe, głównie krzemiany lub inne sole tlenowe i tlenki, a także fluorki i chlorki. Pierwiastki litofilne można podzielić na trudnotopliwe i lotne. Do lotnych mogą być zaliczone  $\text{F}$ ,  $\text{Cl}$ ,  $\text{Br}$ ,  $\text{J}$ , a także częściowo  $\text{Li}$ ,  $\text{Na}$ ,  $\text{K}$ ,  $\text{Rb}$ ,  $\text{Cs}$ ,  $\text{Fr}$ . Do trudnotopliwych należy większość pierwiastków litofilnych. Typowe przykłady to  $\text{Ti}$ ,  $\text{V}$ ,  $\text{Zr}$ ,  $\text{Nb}$ ,  $\text{Hf}$ ,  $\text{Ta}$ .

**Pierwiastki chalkofilne** zachowują się w przyrodzie podobnie do miedzi. Najczęściej tworzą one minerały siarczkowe, a w meteorytach nagromadzają się w troilitach ( $\text{FeS}$ ).



Izotopy promieniotwórcze z okresem połowicznego zaniku  $10^6 - 10^8$  lat

| Izotop promienio-<br>twórczy | Okres<br>połowicznego<br>zaniku (lat) | Typ<br>rozpadu | Produkt rozpadu                  |            |
|------------------------------|---------------------------------------|----------------|----------------------------------|------------|
|                              |                                       |                | Stabilny izotop<br>radiogeniczny | Częstość % |
| Beryl $^{10}\text{Be}$       | $2,5 \cdot 10^6$                      | $\beta$        | $^{10}\text{B}$                  | 19,63      |
| Glin $^{26}\text{Al}$        | $0,74 \cdot 10^6$                     | $\beta$        | $^{26}\text{Mg}$                 | 11,17      |
| Niob $^{92}\text{Nb}$        | $3,3 \cdot 10^7$                      | $e$            | $^{92}\text{Zr}$                 | 17,11      |
| Pallad $^{107}\text{Pd}$     | $7,0 \cdot 10^6$                      | $\beta$        | $^{107}\text{Ag}$                | 51,35      |
| Jod $^{129}\text{J}$         | $1,7 \cdot 10^7$                      | $\beta$        | $^{129}\text{Xe}$                | 26,44      |
| Samar $^{146}\text{Sm}$      | $5,0 \cdot 10^7$                      | $\alpha$       | $^{142}\text{Nd}$                | 27,13      |
| Ołów $^{205}\text{Pb}$       | $5,0 \cdot 10^7$                      | $e$            | $^{205}\text{Tl}$                | 70,50      |
| Uran $^{236}\text{U}$        | $2,4 \cdot 10^7$                      | $\alpha$       | $^{232}\text{Th}^*$              | 100,00     |
| Neptun $^{237}\text{Np}$     | $2,0 \cdot 10^6$                      | $\alpha$       | $^{209}\text{Bi}$                | 100,00     |
| Pluton $^{244}\text{Pu}$     | $8,2 \cdot 10^7$                      | $\alpha$       | $^{232}\text{Th}^*$              | 100,00     |
| Kiur $^{247}\text{Cm}$       | $1,6 \cdot 10^7$                      | $\alpha$       | $^{235}\text{U}^*$               | 0,72       |
| $Z = 112-115$                | $n \cdot 10^7$                        | ?              | ?                                |            |

\*  $^{232}\text{Th}$  — długotrwały izotop promieniotwórczy z okresem połowicznego zaniku  $1,39 \cdot 10^{10}$  lat,  $^{235}\text{U}$  z okresem  $7 \cdot 10^8$  lat.

Pierwiastki syderofilne wykazują znaczną rozpuszczalność w stopach metalicznego żelaza. Koncentrują się one w meteorytach żelaznych. Należą do metali nielotnych i trudnotopliwych.

Należy też nadmienić, że niektóre pierwiastki chemiczne w podanej klasyfikacji mogą posiadać, w zależności od warunków występowania, różne własności. I tak np. Cu, Ag, Au w środowiskach bezsiarkowych zachowują się jak pierwiastki syderofilne. Litofine Mo, W, Re w środowisku beztlenowym wykazują własności syderofilne. Biorąc pod uwagę wymienione własności pierwiastków w przyrodzie, spróbujemy wyjaśnić możliwość istnienia w przeszłości izotopów pierwiastków wskazanych w tabeli 1.

Obiektami najbardziej perspektywnymi, w których mogły występować wymarłe pierwiastki chemiczne i ślady ich pobytu, będą meteoryty, najstarsze stałe skały kosmiczne układu słonecznego, których wiek chronologia jądrowa określa na około 4,6 miliardów lat.

Izotopów promieniotwórczych  $^{10}\text{Be}$  i  $^{26}\text{Al}$  właściwie nie można zupełnie zaliczyć do wymarłych. Istnieją one i obecnie, lecz jako nuklidy wtórne, powstające na skutek reakcji jądrowych promieni kosmicznych z materiałami Ziemi, Księżyca oraz meteorytów. Ilość ich jest niewielka. Istnienie w przeszłości układu słonecznego znacznej ilości izotopu  $^{26}\text{Al}$  jako izotopu pierwotnego, udało się udowodnić w oparciu o skład izotopowy magnezu, który jest produktem następującego rozpadu:  $^{26}\text{Al} \rightarrow ^{26}\text{Mg} + \beta$ . W 1970 roku w niektórych ziarnach skaleni z dwóch kamiennych meteorytów zostały oznaczone podwyższone stosunki izotopów  $^{26}\text{Mg}/^{24}\text{Mg}$  w porównaniu ze zwyczajnym magnezem ziemskim. W 1977 r. amerykańscy uczeni T. Lee i H. Wasserburg w meteorycie kamiennym Allende, który spadł w Meksyku w 1969 r., oznaczyli znaczną nadwyżkę  $^{26}\text{Mg}$  dochodzącą do 10%. Ta nadwyżka dobrze się koreluje z podwyższoną zawartością  $^{27}\text{Al}$ . Możemy zatem przypuszczać, że zbadany meteoryt w rzeczywistości zawierał w przeszłości promieniotwórczy izotop  $^{26}\text{Al}$ . Szybki rozpad  $^{26}\text{Al}$  mógł wpływać na topienie się

materiału pierwotnych planet oraz pierwotnych ciał meteorytowych.

Izotop niobu-92 jest jeszcze bardzo słabo zbadany i dopiero niedawno oznaczono schemat jego rozpadu. Przypuszcza się, że mógł on istnieć w meteorytach kamiennych, głównie w achondrytach, lecz do dnia dzisiejszego brak jest dowodów na jego istnienie w przeszłości.

Pallad 107 jak i 6 jego stabilnych izotopów ma własności syderofilne (patrz tablica 2) i maksymalnie mógł się nagromadzać w meteorytowym żelazie metalicznym. W meteorytach żelaznych stosunek Pd/Ag wykazuje wahania od 30 do 300. Jednak do tego czasu zwiększonej ilości  $^{107}\text{Ag}$ , jako produktu rozpadu  $^{107}\text{Pd}$  jeszcze nie znaleziono, mimo dokładnych badań składu izotopowego srebra w meteorytach.

Jod 129 po swojej przemianie pozostawia radioge-

Układ okresowy pierwiastków chemicznych

Tabela 2

| I   | II  | III     | IV  | V   | VI  | VII | VIII | I   | II  | III | IV  | V   | VI  | VII | 0   |
|-----|-----|---------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|     |     |         |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     | H   |
| Li  | Be  | B       | C   |     |     |     |      |     |     |     |     |     | N   | O   | Ne  |
| Na  | Mg  | Al      | Si  | P   | S   | Cl  | Ar   |     |     |     |     |     |     |     |     |
| K   | Ca  | Sc      | Ti  | V   | Cr  | Mn  | Fe   | Co  | Ni  | Cu  | Zn  | Ga  | Ge  | As  | Se  |
| Rb  | Sr  | Y       | Zr  | Nb  | Mo  | Tc  | Ru   | Rh  | Pd  | Ag  | Cd  | In  | Sn  | Sb  | Te  |
| Cs  | Ba  | La      | Hf  | Ta  | W   | Re  | Os   | Ir  | Pt  | Au  | Hg  | Tl  | Pb  | Bi  | Po  |
| Fr  | Ra  | Ac      | 104 | 105 | 106 | 107 | 108  | 109 | 110 | 111 | 112 | 113 | 114 | 115 | 116 |
| 119 | 120 | 121-135 |     |     |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |

Lantanowce i Aktynowce

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Ce | Pr | Nd | Pm | Sm | Eu | Gd | Tb | Dy | Ho | Er | Tm | Yb | Lu |
| Th | Pa | U  | Np | Pu | Am | Cm | Bk | Cf | Es | Fm | Md | No | Lw |

☐ Pierwiastki atmosferyczne  
bardzo łatwo lotne.

☒ Pierwiastki litofilne  
— lotne

☒ Pierwiastki litofilne  
trudnotopliwe

☒ Pierwiastki chalcofilne  
— lotne

☒ Pierwiastki syderofilne trudnotopliwe

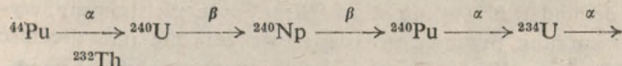


niczny izotop ksenonu  $^{129}\text{Xe}$ , który jako pierwiastek atmoofilny nagromadza się w atmosferze ziemskiej. Spośród 9 stabilnych izotopów ksenonu  $^{129}\text{Xe}$  zajmuje drugie miejsce po  $^{132}\text{Xe}$ . Jednak nadwyżkę  $^{129}\text{Xe}$  znajduje się w niektórych meteorytach chondrotowych (patrz ryc. 2). Zwiększenie ilości  $^{129}\text{Xe}$  odbywa się równolegle z podwyższeniem  $^{127}\text{J}$ . Wiąże się to z jednakowymi chemicznymi własnościami  $^{129}\text{J}$  i  $^{127}\text{J}$ , które razem nagromadzały się w poszczególnych fazach meteorytów kamiennych. Dziś można uznać za udowodnione, że podwyższona wartość  $^{129}\text{Xe}$  w niektórych kamiennych meteorytach w rzeczywistości jest rezultatem rozpadu promieniotwórczego wymarłego  $^{129}\text{J}$ , który zanikł w najwcześniejszym okresie istnienia meteorytów.

O promieniotwórczym samarze  $^{146}\text{Sm}$  w przeszłości możemy sądzić na podstawie zwiększonej częstości produktu jego rozpadu  $^{142}\text{Nd}$ .  $^{142}\text{Nd}$  występuje na ogół jako izotop o podwyższonej częstości w porównaniu z innymi izotopami neodymu — 143, 144, 145, 146, 148 i 150. Taka anomalia neodymu 142 jest wyjątkowa w porównaniu z sąsiednimi bliskimi pierwiastkami w układzie okresowym. Poszukiwań nadwyżkowych ilości  $^{142}\text{Nd}$  jako produktu rozpadu  $^{146}\text{Sm}$  dokonali japońscy uczeni K. Notsu, H. Mabucki i inni w 1973 r. Natrafili oni na zwiększoną ilość  $^{142}\text{Nd}$  w meteorycie achondrytowym Juvinas. Ta ilość pozwoliła obliczyć dla czasu konsolidacji meteorytu stosunek  $^{146}\text{Sm}/^{144}\text{Sm} = 0,39 \pm 0,14$  ( $^{144}\text{Sm}$  — trwały izotop samaru ze względną częstością 3,16%). Należy to uznać za pierwszą wskazówkę istnienia w przeszłości wymarłego  $^{146}\text{Sm}$ .

Promieniotwórczy ołów  $^{205}\text{Pb}$  ma własności wychwyty elektronowego i przeobraża się w izotop talu  $^{205}\text{Tl}$ . W zwyczajnym talu izotop ten występuje w ilości prawie trzykrotnie większej niż drugi trwały izotop  $^{203}\text{Tl}$ . Fakt ten może być wytłumaczony jako najbardziej prawdopodobna możliwość pochodzenia  $^{205}\text{Tl}$  z rozpadu  $^{205}\text{Pb}$ , lecz brak dotychczas pewnych dowodów na wyciągnięcie takiego wniosku.

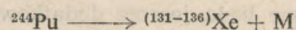
Izotop uranu  $^{236}\text{U}$  należy do promieniotwórczej rodziny toru i możliwe, że znaczna ilość  $^{232}\text{Th}$  powstała z jego rozpadu. W rzeczywistości rodzina toru jest dość obszerna i obejmuje także izotopy pierwiastków transuranowych. W danym przypadku możemy przedstawić następujący szereg rozpadu:



Nieco podwyższona częstość toru w skorupie ziemskiej, w porównaniu z częstością wielu rzadkich pierwiastków, może być związana z rozpadem pierwiastków transuranowych według podanego szeregu. Jednak pewnych dowodów do wysunięcia takiego wniosku brak.

Np, Pu, Cm mają bliskie właściwości chemiczne i znajdują się w szeregu aktywności razem z torrem i uranem, jak to zaznaczono w tabeli 2. Należą one do trudno topliwych litofilnych pierwiastków i powinny nagromadzać się w krzemianowej fazie meteorytów razem z Th i U. Najbardziej sprzyjającymi ciałami w tym przypadku będą achondryty — meteoryty kamienne, w których została oznaczona podwyższona koncentracja Th i U w stosunku do chondrytów zwyczajnych. Ze względu na szybki rozpad  $^{237}\text{Np}$  ślady jego istnienia w przeszłości są bardzo zamaskowane i do tej pory nieodnalezione.

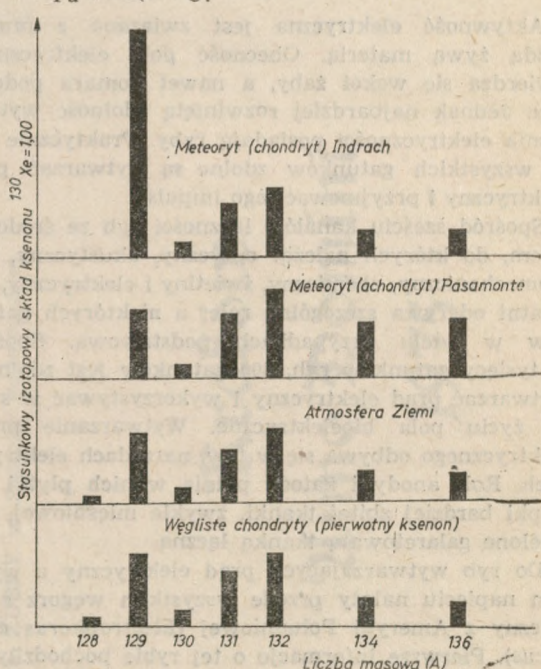
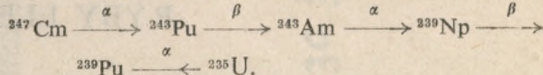
W achondrytach i starych skalach księżycowych odnaleziono objawy byłego istnienia plutonu 244. Izotop  $^{244}\text{Pu}$  jest stosunkowo najbardziej trwałym w porównaniu ze wszystkimi innymi izotopami pierwiastków transuranowych. Jego okres połowicznego zaniku wynosi 82 miliony lat. Pierwsze wskazówki istnienia plutonu we wczesnej historii układu słonecznego wynikają ze składu izotopowego ksenonu z meteorytów. Ksenon jako produkt samorzędnego rozszczepienia ciężkich nuklidów reprezentowany jest przez izotopy:  $^{131}\text{Xe}$ ,  $^{132}\text{Xe}$ ,  $^{134}\text{Xe}$ ,  $^{136}\text{Xe}$ . Samorzędnego rozpadu plutonu można wyrazić następująco:



W celu oznaczenia ksenonu jako produktu rozszczepienia należy znać izotopowy skład pierwotnego ksenonu. Ten pierwotny ksenon układu słonecznego z minimalną ilością Xe powstałego z samorzędnego rozszczepienia może być przyjęty dla chondrytów węglistych o tyle, o ile posiadają one nadmierną ilość pierwotnych gazów w porównaniu z innymi meteorytami.

Izotopowy skład ksenonu z różnych obiektów naturalnych jest podany na ryc. 2. Nietrudno zauważyć, że w meteorycie achondrytowym Pasamonte i w niewielkim stopniu w atmosferze ziemskiej jest nadmierna ilość ciężkich izotopów ksenonu: 131, 132, 134, 136, która nie mogła powstać z samorzędnego rozszczepienia jednego uranu, a powinno istnieć jeszcze jakieś dodatkowe źródło. Takim źródłem przypuszczalnie mógłby być pluton 244. Wykonane przez niektórych badaczy obliczenia wykazują, że w początkach istnienia Ziemi (4,6 miliardów lat temu) w jej materii stosunek  $^{244}\text{Pu}/^{238}\text{U}$  był równy 0,015. W takim wypadku pluton w materii ziemskiej mógł początkowo istnieć w ilości bliskiej do zawartości takich pierwiastków jak Au, Sc, Tl lub Bi.

Kiur 247 rozpada się szybciej od  $^{244}\text{Pu}$ . Należy on do rodziny promieniotwórczej uranu 235 i jego rozpad odbywa się według równania



Ryc. 2. Skład izotopowy ksenonu z różnych ciał naturalnych



Z tego wynika, że jakaś dodatkowa ilość  $^{247}\text{Cm}$  mogła wpłynąć na skład izotopowy uranu w dawnym materiale. W rzeczywistości, angielski fizyk J. Arden stwierdził w 1977 r. zróżnicowany skład izotopowy uranu w poszczególnych partiach meteorytu. I tak w 6 próbkach chondrytowego meteorytu Richardton stosunek  $^{238}\text{U}/^{235}\text{U}$  wahał się w granicach 106,8 do 135,6, przy czym ten stosunek w materii ziemskiej jest bardzo stały i wynosi 137,8. Anomalnie zwiększona ilość  $^{235}\text{U}$  mogła być związana z jego dodatkowym powstaniem z rozpadu  $^{147}\text{Cm}$ . Jednak trzeba zaznaczyć, że dla ostatecznego udowodnienia byłego istnienia  $^{247}\text{Cm}$  potrzebne będą jeszcze dodatkowe badania.

Stosunkowo niedawno wysunięto przypuszczenia o możliwości istnienia niektórych superciężkich, stosunkowo trwałych izotopów pierwiastków o liczbach porządkowych  $Z=106-126$ . Szczegółowe badania stosunków izotopowych ksenonu w poszczególnych frakcjach meteorytów wykonano niedawno. Rezultatem tych badań było odnalezienie dwóch typów ksenonu powstałego z samorzutnego rozszczepienia ciężkich nuklidów. Pierwszy spotyka się w większości meteorytów kamiennych i jest związany głównie z samorzutnym rozszczepieniem  $^{244}\text{Pu}$ , jak zaznaczono poprzednio. Ten typ dobrze się koreluje z U i Th jako z przedstawicielami aktynowców (tablica 2). Stosunki izotopowe potwierdzają, że Xe pochodzi z rozszczepienia  $^{244}\text{Pu}$ . Drugi typ ksenonu ma większy stosunek  $^{136}\text{Xe}/^{139}\text{Xe}$  niż pierwszy (dla którego  $^{136}\text{Xe}/^{134}\text{Xe}$  jest mniejszy od 1) i równy 1,4. Został on odnaleziony w tych frakcjach mineralnych chon-

drytów węglistych, które są wzbogacone w pierwiastki lotne. Z tego wynika, że drugi typ ksenonu był determinowany rozpadem stosunkowo lotnego pierwiastka. I tak ten drugi typ ksenonu korelowany jest z takimi lotnymi pierwiastkami jak In, Hg, Tl, Pb, lecz nie z U i Th, jak w pierwszym wypadku. Spośród superciężkich pierwiastków najbardziej prawdopodobne będą:  $Z=112$  (eka—rtęć),  $Z=113$  (eka—tal),  $Z=114$  (eka—olów) i  $Z=115$  (eka—bismut). Bardziej możliwe, że spośród wyliczonych pierwiastków jeden z nich posiadał izotop z okresem połowicznego zaniku od 10 do 100 milionów lat. Jest to za krótki okres, by można było oczekiwać istnienia tego izotopu do dnia dzisiejszego, lecz dostateczny, żeby zostawić ślady swego pobytu w lotnych frakcjach dawnych meteorytów.

Nie zważając na zbyt ograniczone doświadczenia eksperymentalne mamy prawo wnioskować, że chemiczna historia układu słonecznego jest powiązana z rozpadem promieniotwórczym, nie tylko żyjących do tego czasu izotopów uranu, toru i innych, ale także z rozpadem wymarłych izotopów promieniotwórczych. Ślady wymarłych izotopów promieniotwórczych spotykamy obecnie w składzie izotopowym pierwiastków stabilnych. Ale badania tych śladów są dopiero rozpoczęte. Przyszły rozwój techniki eksperymentalnej odkryje nam wiele nowego w dawnej ewolucji materii. Nie można wątpić, że ewolucja ta obejmowała tak powstanie, jak i zanik najbardziej ciężkich, możliwych pierwiastków układu okresowego.

JERZY MACIEJCZYK (Gdańsk—Oliwa)

## RYBY ELEKTRYCZNE

Aktywność elektryczna jest związana z prawie każdą żywą materią. Obecność pola elektrycznego stwierdza się wokół żaby, a nawet komara podczas lotu. Jednak najbardziej rozwiniętą zdolność wytwarzania elektryczności posiadają ryby. Praktycznie ryby wszystkich gatunków zdolne są wytwarzać prąd elektryczny i przyjmować jego impulsy.

Spośród sześciu kanałów łączności ryb ze środowiskiem, do których należą: optyczny, akustyczny, hydromechaniczny, chemiczny, świetlny i elektryczny, ten ostatni odgrywa szczególną rolę, u niektórych gatunków w wielu przypadkach podstawową. Spośród 20 tysięcy gatunków ryb, 300 gatunków jest zdolnych wytwarzać prąd elektryczny i wykorzystywać w swoim życiu pola bioelektryczne. Wytwarzanie prądu elektrycznego odbywa się w tzw. narządach elektrycznych. Rolę anody i katody pełnią w nich płytki lub słupki bardziej zbitej tkanki, zwykle mięśniowej, podzielone galaretowatą tkanką łączną.

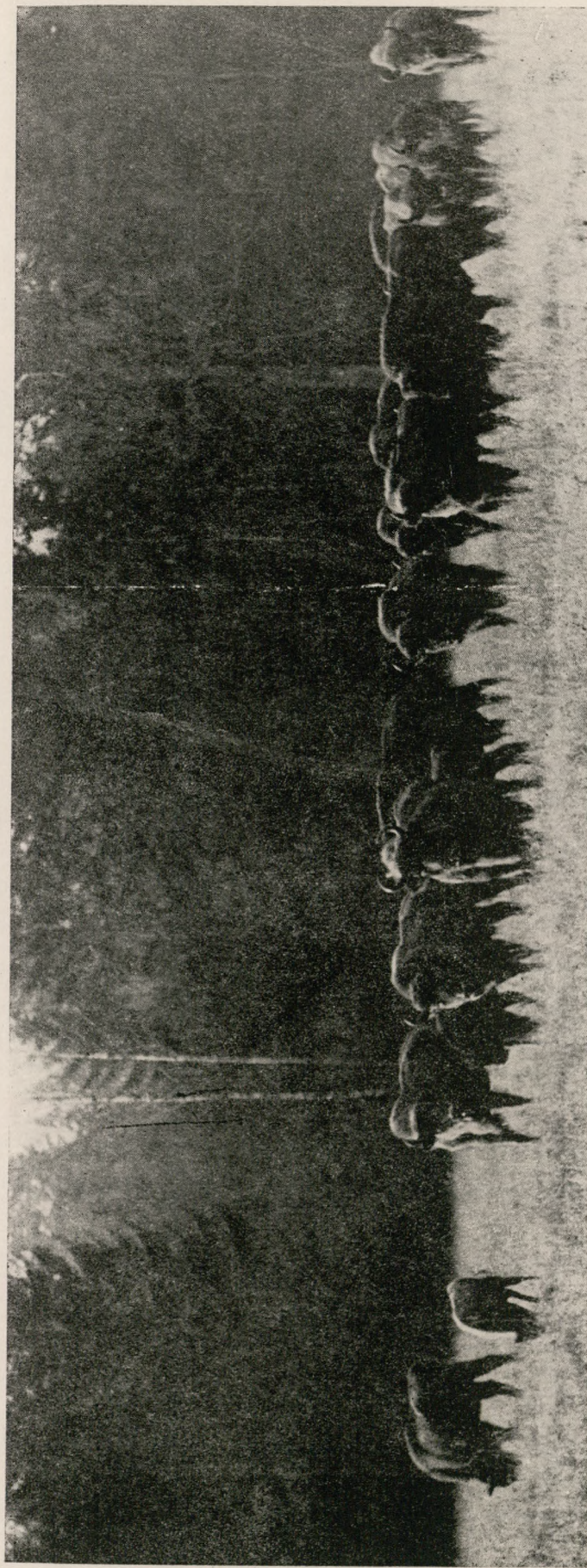
Do ryb wytwarzających prąd elektryczny o wysokim napięciu należy przede wszystkim węgorz elektryczny z Ameryki Południowej (*Electrophorus electricus*). Pierwsze informacje o tej rybie pochodziły od hiszpańskich zdobywców Ameryki Południowej. Ta słodkowodna ryba zasiedla dopływy Amazonki i Ori-

noko oraz błotniste rozlewiska rzek w północno-wschodniej części Ameryki Południowej. Posiada ona charakterystyczny kształt węzowaty i szcztątkową płetwę ogonową. Długość ciała dorosłego węgorza dochodzi nawet do 3 m. Silne pole elektryczne wytwarzane przez niego rozprzestrzenia się na odległość do 5 m. Węgorz porusza się wykonując ruchy wahlowe swą długą płetwą odbytową. Ciało przy tym jest nieruchome — pozostaje w tym samym położeniu, co pozwala węgorzowi zachować niezmienny kształt wytwarzanego przez niego pola elektrycznego. W pobliżu ryby napięcie jest wystarczająco wysokie (dochodzi do 1200 V, a natężenie 1,2 A), ażeby, według słów uczonego angielskiego N. Tinbergena, spowodować zapalenie się pół tuzina stuwatowych żarówek elektrycznych.

Węgorz elektryczny poluje zwykle w nocy. W ilastych zbiornikach wodnych (o obniżonej zawartości tlenu) nie goni on za swoim łupem, ale okresowo wytwarza silne ładunki elektryczne, którymi zabija znajdujące się w pobliżu zwierzęta stanowiące jego pożywienie.

Prawdopodobnie fakt, że zwierzęta wodne zbliżają się do węgorza, spowodowany jest także przez wyładowania elektryczne. Powodują one bowiem elektrolizę





Ia. ZUBRY w Puszczy Białowieskiej

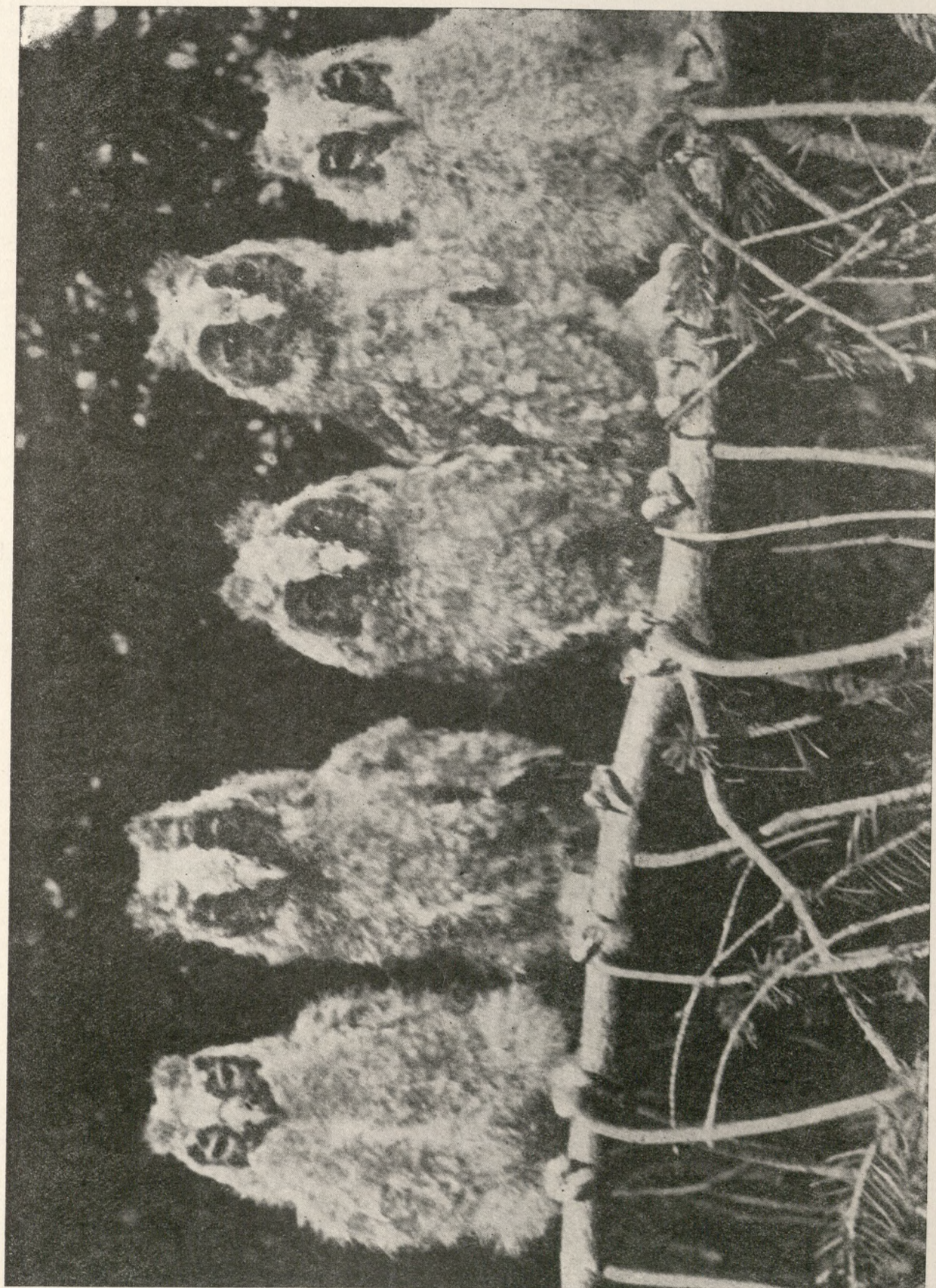
Fot. W. Puchalski

Dziękuję uprzejmie  
za życzliwe słowa uznania  
w półwiecze mej pracy  
i Złote Gody z kamerą  
w przyrodzie

Krańców  
Anno Domini  
1975

Włodzimierz Puchalski





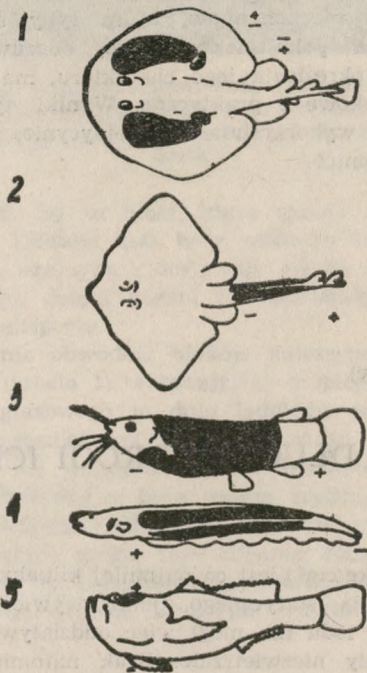
II. PISKLETA sowy leśnej

Fot. W. Puchalski



wody, w wyniku której w okolicy ryby staje się ona bogatsza w tlen. Właśnie tlen wpływa na to, że zwierzęta takie jak żaby, ryby i inne zbliżają się węgorza, stając się następnie jego pożywieniem po porażeniu prądem elektrycznym.

Poza tym wyładowki elektryczne ułatwiają oddychanie węgorzowi. Woda znajdująca się w jego ciele rozkłada się pod ich wpływem, na tlen i wodór. Tlen jest „roznoszony” przez krew po całym organizmie zwierzęcia, a wodoru pozbywa się ono przez skrzel. Właśnie z tego powodu węgorz elektryczny nie odczuwa braku tlenu w stojących wodach błotnistych, a wręcz dobrze się tam czuje.



Ryc. 1. Rozmieszczenie organów elektrycznych u ryb różnych gatunków: 1 — płaszczyki zwykłej, 2 — płaszczyki elektrycznej, 3 — suma elektrycznego, 4 — węgorza elektrycznego, 5 — astrologa

Całkowicie inaczej poluje węgorz w czystej wodzie. W tym przypadku wykorzystuje on swój „lokator elektryczny”. Płynąc, za jego pomocą stwierdza i określa miejsca znajdowania się ryby, „śledzi” jej poruszanie się i przygotowuje się do rzucenia się na nią. Układ elektryczno-lokacyjny jest potrzebny węgorzowi, ponieważ widzi on bardzo źle (oczy jego są częściowo pokryte skórą).

Węgorz wykorzystuje także elektryczność do obrony. Przestraszony wytwarza szereg następujących po sobie silnych wyładowek elektrycznych, które powodują powstanie wokół niego elektrycznego pola zabezpieczającego. Może ono zabić małe zwierzęta, porazić nawet człowieka i przestraszyć duże zwierzę. Już pierwszy badacz Ameryki Południowej — A. Humboldt — stwierdził, że tubylcy podczas przechodzenia rzek brodem przeganiali przed sobą konie, ażeby węgorze „wyładowały” się na tych zwierzętach, a sami bezpiecznie podążali za nimi.

Sum elektryczny (*Maellapterurus electricus*) jest denną rybą słodkowodną, zasiedlającą tropikalne i subtropikalne zbiorniki wodne Afryki. Długość jego dochodzi do 60—90 cm, kształt ciała jest walcowaty. Ryba ta jest jedynym „elektrycznym” przedstawicielem wśród sumów (podrząd *Siluroidei*). Pole elek-

tryczne wytwarzane przez tę rybę jest 2—2,5 razy większe od jej długości. Rozprzestrzenia się ono w płaszczyźnie poziomej. W przestrzeni działania tego pola, w odległości 20—40 cm od sumy, przysła jego zdobycza zaczyna się mimo woli poruszać ku niemu (jest to tzw. reakcja anodowa). W pobliżu ryby napięcie pola dochodzi do 360 V, a moc poszczególnych impulsów — 30 W.



Ryc. 2. Kierunek impulsów prądu elektrycznego u ryb różnych gatunków: 1 — węgorza elektrycznego, 2 — suma elektrycznego, 3 — płaszczyki elektrycznej, 4 — płaszczyki zwykłej

Tak jak elektryczny węgorz, sum elektryczny jest typowym drapieżnikiem nocnym. Jednak w odróżnieniu od węgorza, sum nie posiada układu elektrolokacyjnego i prowadzi aktywne zdobywanie pożywienia, tzn. nie czatuje na zdobycza, lecz szuka jej. Z chwilą nastania zmroku zaczyna powoli pływać, dotykając wąsami znajdujące się w pobliżu przedmioty. Najmniejsze zafalowanie wody lub wstrząs dna powodują rozładowanie ładunku elektrycznego.

Sum wytwarza podczas poszukiwania silne ładunki elektryczne, za pomocą których straszy ukrywającą się zdobycza i zmusza ją do wypłynięcia z ukrycia. Sum stwierdza obecność znajdującej się w jego pobliżu ryby i określa jej wielkość na podstawie wytwarzanego przez nią strumienia wody, wykorzystując w tym celu organy czucia linii nabocznej — specjalny układ u ryb reagujący na bodźce hydromechaniczne. Po zbliżeniu się do zdobyczy na odległość kilku centymetrów, sum rzuca się do ataku, z jednoczesnym wyładowaniem elektryczności, którego wielkość zależy od rozmiaru atakowanej ryby. Poza tym w określonej odległości zdobycza stymuluje smakowe receptory sumy, co powoduje pracę jego organów elektrycznych, dla wytworzenia nowego ładunku.

Płaszczyki elektryczne (*Torpedo marmorata*) i amerykański astrolog (*Astroscopus gattatus*) są morskimi rybami wytwarzającymi silne pola elektryczne. Płaszczyki elektryczne są rybami chrzęstoszkieletowymi o bardzo zróżnicowanym rozmiarze: od 30 do 180 cm. Astrologi amerykańskie są przedstawicielami ryb kostnoszkieletowych, o długości do 1,2—1,5 m. Płaszczyki elektryczne zasiedlają głównie Morze Marmara i Morze Śródziemne oraz brzegi Oceanu Indyjskiego, astrologi — wody wzdłuż południowych brzegów Ameryki Północnej. Jedne i drugie są typowymi drapieżnikami dennymi. Zwykle oczekują one na ewentualne zbliżenie się zdobyczy leżąc na dnie. Astrologi ukrywają się w piasku, w wodzie wystają jedynie oczy. Jeżeli zdobycza przepływa nad tymi rybami w odległości do 1 m, porażają ją ładunkami elektrycznymi. Może to nastąpić dzięki specjalnej budowie i rozmieszczeniu organów elektrycznych, wytwarzających pole elektryczne w płaszczyźnie pionowej.

W odróżnieniu od silnie elektrycznych ryb słodkowodnych, elektryczne ryby morskie wytwarzają pola



bioelektryczne za pomocą impulsów o stosunkowo niewysokim napięciu zewnętrznym, jednak o dużym natężeniu prądu elektrycznego (od 40 do 60 V, o natężeniu 50–60 Å). Związane jest to z faktem, że w wodzie morskiej impulsy o dużym natężeniu rozchodzą się lepiej niż impulsy o wysokim napięciu, a o małym amperażu. Moc poszczególnych impulsów elektrycznych płaszczynek dochodzi do kilku kilowatów. Takie wyładowki silnie oddziałują nawet na człowieka. Obserwacje wykazały, że wyładowki następują z chwilą rzucenia się na zdobycz. Pokarm płaszczynek stanowią stosunkowo duże i szybko pływające ryby (np. makrele, cefale) oraz skorupiaki. Z tego powodu płaszczyki mogą je zdobywać jedynie za pomocą broni elektrycznej. Wyładowkami elektrycznymi płaszczyki przestrasza swoich konkurentów i napadających na nie drapieżników, na przykład rekiny. Te nadzwyczajne właściwości, którymi natura obdarzyła ryby silnie elektryczne, dają im w walce o dalsze istnienie wielką przewagę w stosunku do innych zwierząt otaczającego środowiska.

Natomiast przez długi czas niezrozumiałe było przeznaczenie organów elektrycznych u ryb wytwarzających stosunkowo słabe impulsy. Jednak w 1958 r. angielski uczone G. Leasman, używając aparatury elektronicznej ustalił, że pole elektryczne służy im do orientacji i uzyskania kontaktu z otoczeniem. Po pracach Leasmana uwaga uczonych skupiła się na poznaniu zdolności odczuwania i analizowania przez ryby „elektrycznych” właściwości obiektów znajdujących się w otaczającym je środowisku. Nieoczekiwane okazało się odkrycie, że ryby większości gatunków (nie tylko ryby elektryczne!) mogą wytwarzać, odczuwać i wykorzystywać pola elektryczne w celach sygnalizacyjnych.

Poznanie mechanizmów, które ryby stosują dla wytworzenia pola elektrycznego, odczuwania jego istnienia i określenia jego charakteru, ma duże znaczenie naukowe i praktyczne. Wyniki tych badań mogą być wykorzystane w medycynie, gospodarce rybnej i bionice.

JÓZEF DUDZIAK (Kraków)

## ROZMIAR GŁAZÓW NARZUTOWYCH A DŁUGOŚĆ DROGI ICH TRANSPORTU

Przeciętny obwód głazów narzutowych zmniejsza się stopniowo wraz z odległością od brzegu Bałtyku — zjawisko to jest najlepiej dostrzegalne na przykładzie wielkich eratyków, często chronionych jako zabytki przyrody. O tych zmianach rozmiaru bloków eratycznych decyduje kilka czynników.

Można wyróżnić dwie grupy wielkich głazów narzutowych, różniących się wyraźnie zarysem konturów. Tak więc spotykamy bloki na całej powierzchni wyglądzone o zarysie zbliżonym do spłaszczonej kuli lub bochna (ryc. 1). Ich przeciwieństwem są wielkie eratyki, w wielu przypadkach wykopane z osadów glacialnych, na których zachowały się mniej lub bardziej wyraźne ślady pierwotnych płaszczyzn i krawędzi (ryc. 2). Od naturalnych ścian i krawędzi należy odróżnić płaszczyzny powstałe przy rozsadzaniu głazu. Nie przedstawia to trudności, ponieważ kierunek nachylenia i kształt powierzchni powstałej po odstrzale większych brył skały zaznaczają się wyraźnie jako element obcy na tle bloku skalnego (ryc. 3), ponadto powierzchnie powstałe wskutek odstrzału nawet przed I wojną światową odróżniają się stopniem i rodzajem zwiertrzenia od powierzchni naturalnej.

Różnice w wyglądzie eratyków należących do tych dwu grup pochodzą stąd, że transport ich przebiegał w krańcowo różnych warunkach. Przenoszenie głazów o powierzchni zaokrąglonej i oglądzonej odbywało się w strefie ślizgu lądolodu, gdzie podlegały one działaniu czynników niszczących: zgniataniu, ścieraniu i wietrzeniu. Na zgniatanie składa się obciążenie statyczne i kinetyczne. Pierwsze z nich należy pominąć jako siłę niszczącą. Najniższa wytrzymałość na ścinanie wynosi u eratyków granitoidowych

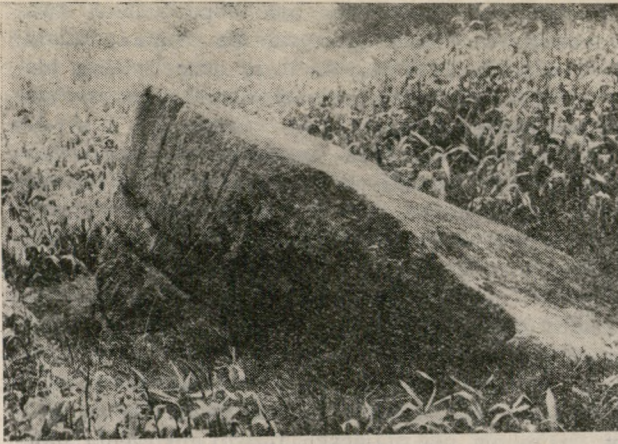
około 1100 kg/cm<sup>2</sup> i jest co najmniej kilkakrotnie większa ciśnienia statycznego, jakie wywierał lądolód, sam ciężar łodu nie mógł więc oddziaływać niszcząco na skały niezwierteżale. Brak natomiast danych dla określenia wielkości ciśnienia kinetycznego, tj. działania nacisku wywołanego ruchem masy lodowej. Tarcie powoduje stopniowe zmniejszanie objętości głazu. Jego początkowym rezultatem jest zanik naturalnych krawędzi i naroży na bryle skalnej. W dalszym etapie bryła ta ulega stopniowemu zaokrągleniu. W odróżnieniu od powierzchni niszczonoj na skutek wietrzenia płaszczyzny ścierania są gładkie.

Wielkie eratyki na których są zachowane pierwotne ściany i krawędzie odbyły drogę w morenie



Ryc. 1. Głaz narzutowy o obwodzie 7 m na plaży poniżej stromego brzegu na południowy-wschód od Pucka. Fot. J. Dudziak





Ryc. 2. Głaz na polu ornym koło Jeżewa o zachowanych pierwotnych ścianach i krawędziach. Obwód części widocznej na powierzchni 12 m. Fot. J. Dudziak



Ryc. 3. Kamień św. Jadwigi koło Gołuchowa, o obwodzie 22 m. Uszkodzenia powstałe na skutek eksploatacji zaznaczają się wyraźnie na powierzchni głazu. Fot. J. Dudziak

wewnętrznej. Są to bloki, które sypały się na powierzchnię lodowca lub były odlamywane ze stromych ścian skalnych i dostawały się do lodu ponad strefą ślizgu, dzięki czemu nie podlegały ścieraniu w czasie transportu.

Porównanie obwodów bloków należących do obydwu grup (tabela 1) wskazuje, że stopień niszczenia materiału głazowego w dnie ładolodu oraz w morenie wewnętrznej był zasadniczo różny. Różnice te zaznaczają się najwyraźniej na odcinku pomiędzy Fennoskandynawią a linią moren wyznaczającą zasięg najmłodszego nasunięcia ładolodu. Duże głazy ze strefy ślizgu uległy tam silnemu starciu, ścieranie to było równomierne, materiał skalny musiał być więc toczony. W grupie eratyków ze strefy

ślizgu zostały całkowicie wyeliminowane bloki noszące ślady oddzielności i płaszczyzn ciosowych; ciśnienie wywierane przez poruszający się ładolód było wystarczająco duże, by je zniszczyć. W porównaniu z ubytkiem masy głazów z moreny dennej jaka zaznaczyła się na pierwszym odcinku transportu, dalsza redukcja objętości — po linię moren czołowych stadiału Warty — przebiegała znacznie wolniej. Natomiast skokowy charakter ma ona na ostatnim, krótkim już odcinku drogi, tj. pomiędzy granicą zasięgu zlodowacenia środkowopolskiego a południową granicą rozprzestrzenienia głazów narzutowych. Znaczne zmniejszenie obwodu dużych eratyków z moreny dennej na tym krótkim dystansie nie może być

Tabela 1

Różnice wielkości między głazami transportowanymi w morenie wewnętrznej i strefie ślizgu

| Odcinek drogi transportu i jego orientacyjna długość w km                                           | Transport w morenie wewnętrznej |    |     | Transport w strefie ślizgu |    |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----|-----|----------------------------|----|-----|
|                                                                                                     | obwód w metrach *               |    |     | obwód w metrach            |    |     |
|                                                                                                     | I                               | II | III | I                          | II | III |
| W i SW Finlandia — granica zasięgu fazy pomorskiej 1000—1200 km                                     | 6—7                             | 10 | 20  | 2                          | 5  | 10? |
| Moreny czołowe fazy pomorskiej — granica zasięgu stadiału Warty. 300 km                             | 6—7                             | 10 | 20  | 1,5                        | 5  | 10? |
| Granica stadiału Warty — granica stadiału maksymalnego zlodowacenia środkowopolskiego. 100 km       | 5                               | 8  | 14  | 1,5                        | 3  | ?   |
| Granica stadiału maksymalnego zlod. środkowopolskiego — południowa granica zasięgu eratyków. 100 km | 3—4                             | 5  | 13  | 0,9                        | 2  | ?   |

\* I — przeciętny obwód najliczniejszej grupy głazów, II — przeciętny obwód dużych głazów, III — przeciętny obwód w grupie największych głazów spotykanych na danym terenie.



wyjaśnione ścieraniem w czasie transportu. Jest to natomiast rezultat procesów wietrzeniowych, które odbywały się przez długi czas już po osadzeniu moren.

Zupełnie inaczej przebiegało niszczenie wielkich bloków z moreny wewnętrznej. Na pierwszym odcinku, po linię zasięgu fazy pomorskiej, obejmującym około 2/3 całej drogi, niemal zupełnie nie zaznaczył się ubytek ich masy. Można o tym wnosić na podstawie zachowanych pierwotnych zarysów. Warunki transportu uniemożliwiały także wietrzenie na większą skalę, co wskazuje na niezmiennie środowisko otaczające głaz. Nie był to na pewno transport w morenie górnej, tzn. na powierzchni lądolodu. Brak także jakichkolwiek śladów ścierania, a więc głazy wtopione w lód nie zmieniały swojego położenia. Liczne zachowane do naszych czasów bloki o wyraźnych płaszczyznach oddzielności i głębokich spękaniach, świadczą o tym, że oddziaływanie ciśnienia było tu nieporównanie mniejsze niż w strefie ślizgu.

Na obszarze leżącym na południe od moren czołowych fazy maksymalnej zlodowacenia północnopolskiego następuje istotna zmiana w składzie wielkich eratyków z moreny wewnętrznej. Polega ona na tym, że znikają bloki charakteryzujące się obecnością płaszczyzn oddzielności, głębokich spękań lub eksfoliacją. Eratyki te, liczne w osadach zlodowacenia najmłodszego, sporadycznie spotykane w morenach stadiału Warty, zostały na obszarze starszych transgresji lądolodu całkowicie zniszczone. Zjawiska tego nie można wyjaśnić niszczącym oddziaływaniem samego transportu. Zarówno wyraźny spadek przeciętnego obwodu eratyków jak i niemal całkowity zanik pierwotnych konturów bloków znajdujących na południe od moren czołowych stadiału Warty są wynikiem wietrzenia już po złożeniu osadów przez lodowiec. W wyniku tego procesu, w pierwszej kolejności został tam całkowicie wyeliminowany materiał ulegający szybkiemu rozpadowi blokowemu, następnie rozwijało się wietrzenie powierzchniowe. W stosunku do bloków charakteryzujących się obecnością spękań strukturalnych najważniejszą rolę niszczącą odegrał zamróz, nie miał on natomiast znaczenia w przypadku skał nie wykazujących oddzielności i nie podatnych na eksfoliację. Działanie zamrozu było więc uzależnione od cech związanych z budo-

wą skał. Tam, gdzie brak było odpowiednich uwarunkowań, wietrzenie mrozowe nie mogło oddziaływać niszcząco. Dowodem na to są liczne wielkie bloki eratyczne, które przetrwały długi okres wietrzenia peryglacialnego.

Skutki współczesnych procesów wietrzeniowych możemy bezpośrednio obserwować i badać. Pozwala to na stwierdzenie, że czynnikiem umożliwiającym najszybszą likwidację głazu jest obecność naturalnych płaszczyzn oddzielności o przebiegu różnym od kierunku poziomego. Proces niszczenia ułatwiają najbardziej spękania i szczeliny pionowe lub stromo ustawione. Wskutek ich poszerzania, całe odłamy skały mogą odpadać od bloku eratycznego. Jest to proces niszczący najbardziej efektywny. Do tej grupy czynników ułatwiających rozwój niszczenia należą także nieregularne, różnokierunkowe spękania, sięgające zwykle od kilkunastu do kilkudziesięciu cm w głąb skały. Rezultatem rozwoju wietrzenia wzdłuż tych kierunków podzielnosci jest także odpadanie większych brył skały. Ze względu na szybkość procesu likwidacji głazu w warunkach naturalnych, na drugim miejscu należy postawić właściwość polegającą na odpękaniu równoległe do powierzchni bryły, płyt i łusek czyli eksfoliację. Zarysy łuszczących się płytów mogą mieć różną orientację. Najbardziej przyspieszają proces niszczenia płyty otwarte swoją krawędzią ku górze. Redukcja objętości następuje jednak wolniej niż przy pierwszym wymienionym typie wietrzenia.

We współczesnych warunkach klimatycznych, w przypadku znacznej większości głazów, na plan pierwszy wysuwa się wietrzenie powierzchniowe. Obejmuje ono wprawdzie całą lub przeważającą część powierzchni skały, jednak skutki jego oddziaływania, objawiające się ubytkiem masy skalnej, są w porównaniu z odpadaniem całych brył kamienia niesłychanie nikłe i zupełnie nieporównywalne ze skutkami dwu pierwszych typów wietrzenia. Powierzchniowe wietrzenie fizyczne jest uwarunkowane określonymi cechami strukturalnymi. Postęp procesu jest większy tylko wówczas, gdy budowa skały pozwala na wykruszanie całych dużych skaleni. Największe efekty niszczące, przejawiające się w wyraźnej redukcji masy bloku eratycznego obserwujemy w przypadku wielkokrystalicznych odmian rapakiwi. Wykruszaniu ulegają tam ziarna skaleni kilkucentymetrowej długości, całkowicie świeże i zwykle ograniczone równymi ścianami (ryc. 4).

Bardziej rozpowszechnione jest powierzchniowe wietrzenie chemiczne i temu czynnikowi należy przypisać największą rolę w postglacialnym niszczeniu wielkich narzutniaków. Bez współdziałania czynników fizycznych ma ono charakter selektywny. W pierwszej kolejności atakowany jest zawsze biotyt, następnie amfibol. W miejscach występowania tych minerałów (gniazd lub smug) powstają owalne, jamiste zagłębienia lub równoległe biegnące rynienki. Gdy gniazda minerałów ciemnych są zwarte i przestrzennie ściśle ograniczone (bez rozgałęzień), po całkowitym usunięciu biotyту i amfibolu wietrzenie zatrzymuje się najczęściej na powierzchni skaleniowo-kwarcowej. Powierzchnia ta opiera się zwykle skutecznie czynnikiem niszczącym. Rozkład skaleni, jeżeli następuje, zaznacza się zawsze później od zmian w minerałach ciemnych, które to zmiany torują drogę dalszym procesom niszczącym. Dużo wyraźniejsze



Ryc. 4. Głaz o nazwie „zaczarowana karoca” koło Atanazy. Przykład wietrzenia fizycznego wielkokrystalicznej odmiany granitu rapakiwi. Fot. J. Dudziak



skutki powierzchniowego wietrzenia chemicznego widać w skałach zmetamorfizowanych, zwłaszcza w tych przypadkach, gdy biotyt tworzy zwarte płyty, zorientowane równolegle do powierzchni głazu. Na jednym z migmatytów obserwowano szczególnie intensywne niszczenie masy skalnej powodowane selektywnym rozkładem biotyту. Ten ostatni grupował się w plastry grubości do kilku mm, gęsto ułożone i zorientowane równolegle do powierzchni skały. Zmiany wietrzeniowe biotyту powodowały odpadanie całych płytów skaleniowo-kwarcowych, występujących naprzemiennie z plastrami lyszczku. Należy dodać, że skalenie nie wykazywało makroskopowych śladów kaolinizacji.

Na głazach pozostających stale w środowisku wilgotnym, proces wietrzenia chemicznego nie zatrzymuje się po usunięciu powierzchniowych skupień minerałów ciemnych. Na górnej powierzchni głazu wilgoć może utrzymywać się stale pod zwartą warstwą mszaków i humusu powstałego z opadających szczątków roślinnych. Ta warstwa organiczna nie tylko gromadzi wodę, lecz ma także właściwości izolacyjne. Ponadto mszaki i glony wytwarzają  $\text{CO}_2$ , kwasy organiczne i związki azotowe, które aktywnie współdziałają przy rozkładzie krzemianów. Postęp niszczenia skały jest znacznie szybszy niż w środowisku okresowo nawilgoconym. Strefa wietrzeniowaznaczona obecnością zacieków żelazistych, makroskopowo łatwo dostrzegalnej kaolinizacji oraz siecią włosowatych spękań, sięga zawsze do kilku cm w głąb skały. Bruzdy po rozłożonych wcześniej minerałach ciemnych, przy jednocześnie utrzymujących się „naroślach” złożonych z minerałów odporniejszych na rozkład chemiczny, powodują powstawanie powierzchni nierównej, niekiedy gąbczastej.

Gdy głaz znajduje się na podłożu stale lub przez większą część roku nawilgoconym, obserwujemy działanie podsiąkania. Atakowana powierzchnia, jest to dolna część ścian do wysokości około 0,5 m nad poziom gruntu, ma jednak zupełnie inny wygląd: jest zawsze gładka. Rozkład minerałów ciemnych, kaolinizacja skałeni i wykruszanie składników nierozłożonych przebiegają tam dość równomiernie. Dolna część bloku jest wygładzona, podcięta lub zaokrąglona. Nie można dokładniej określić, jak długi okres czasu jest potrzebny do powstania tych zaokrągleń u podstawy głazu. Wydaje się bardzo prawdopodobne, że wietrzenie chemiczne w samym tylko holocenie, w środowisku wilgotnym, bogatym w związki organiczne, było dostatecznie intensywne, by wyraźnie zmienić pierwotną postać niektórych głazów. Te czynniki niszczące odgrywały zapewne najważniejszą rolę w okresie postglacjalnym. W ostatnich dziesiątkach lat częściej spotykamy się z suchym środowiskiem występowania głazów, w którym wietrzenie granitoidów przebiega nieporównanie wolniej. Na wielu eratykach występują powierzchnie powstałe wskutek odstrzału większych brył skały jeszcze przed I wojną światową. W środowisku suchym, słabo zacienionym, przy braku utrzymującej się trwale warstwy organicznej na powierzchni bloku skalnego nie dostrzega się na tych płaszczyznach powstałych po odstrale wyraźniejszego postępu wietrzenia. Utrzymała się nawet dobrze dostrzegalna różnica barwy między powierzchnią starą i nową, powstałą na skutek eksploatacji kilkadziesiąt lat temu. Ten okres czasu był więc zbyt krótki, by w środowisku suchym spowodować wyraźniejsze zmiany wietrzeniowe.

JAN N. RAFIŃSKI (Kraków)

## NAD JEZIOREM KRÓLÓW

Rozległe obszary centralnego Peru zajęte są przez wysoko położone, trawiaste stopy zwane puna. Przez większą część roku puna jest sucha i płowa. Krajobraz ten byłby monotony i surowy, gdyby nie jeziora obficie rozsiane na tym terenie. Są one różnej wielkości od małych, kilkumetrowej średnicy oczek aż po takie olbrzymy, jak Jezioro Titicaca. Do większych jezior należy także Jezioro Junin, zwane w języku Inków: Chinchaycocha czyli Jezioro Królów. Położone jest ono na najrozleglejszym płaskowyżu Peru, na wysokości około 4100 m n.p.m. na południe od miasta Cerro de Pasco (ryc. 1). Jego powierzchnię, wynoszącą 70 594 ha, w większości porastają sity totora (*Juncus* i *Scirpus*), tak że wolne lustro wody zajmuje tylko 14 300 ha.

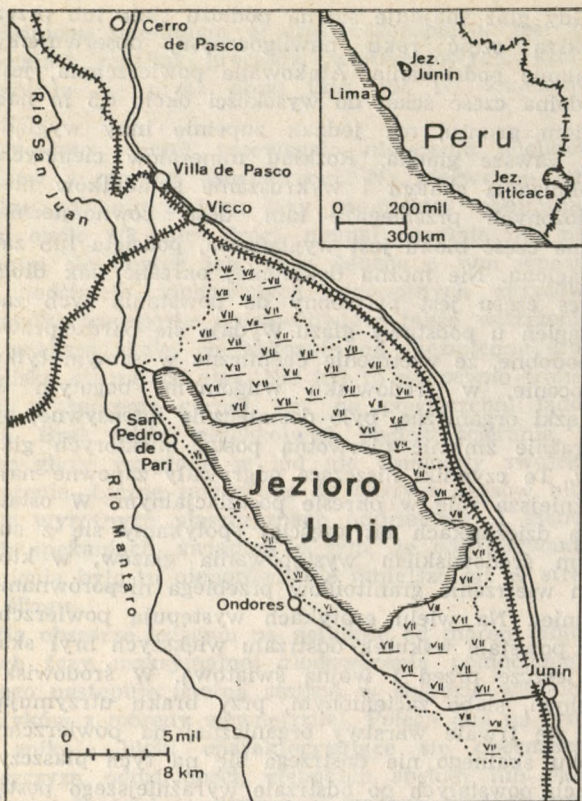
Nad Jeziorem Junin spędziłem kilka dni w czasie wyprawy studentów biologii UJ do Ameryki Południowej i dzięki temu mogłem bezpośrednio, choć fragmentarycznie, poznać jego florę i faunę.

Jezioro położone jest w płaskim, nieckowatym za-

głębieniu, miejscami wznoszą się wyższe brzegi z niewysokimi, wapiennymi skałkami, a na wschodzie rysuje się wysokie, ośnieżone pasmo Cordillera Blanca. Puna wydaje się pozbawiona bogatszego życia zwierząt. Niegdyś na jej trawiastych stepach pasły się stada wikunii, gatunku spokrewnionego z lamą, dostarczającego najdelikatniejszej wełny. Dziś wikunie żyją tylko w rezerwach, gdzie są chronione. Z innych większych zwierząt spotyka się czasami drapieżnika *Dusicyon vulpaeus* podobnego nieco do wysokonogiego lisa. W miejscach skalistych nierzadko widuje się większego krewniaka szynszyli *Lagidium peruanum*.

Życie ptasie koncentruje się głównie przy jeziorach, szczególnie tych większych. Jezioro Junin ze swymi zaroślami totory, pływającymi wyspami i pływającymi jest prawdziwym rajem ptasim. Wśród totory pływają kaczki z kilku gatunków (*Anas flavirostris*, *A. versicolor* i *A. georgica* oraz *Oxyura jamaicensis*), łyski (*Fulica americana* i *F. ardesiaca*), wodniki (*Rallus sanguinolentus*) i kokoszki wodne (*Gallinula chloro-*





Ryc. 1. Mapa okolic jeziora Junin. Drogi biegnące po prawej i lewej stronie jeziora poprowadzono wzdłuż starych traktów inkaskich

pus), ten sam gatunek występuje także w Europie. Są to najliczniej występujące gatunki. Oblicza się, że kaczka *A. versicolor* występuje tu w ilości ok. 400 tysięcy osobników. Znacznie rzadziej widzi się perkozy, *Podiceps chilensis* i *P. occipitalis*. Z tego jeziora został opisany — przez podróżującego po Peru polskiego ornitologa Stolzmana — perkoz Taczanowski, *P. taczanowski*. Nie wiadomo jednak, czy gatunek ten nadal tu żyje.

Bez wątpienia największe wrażenie robi kolonia flamingów, *Phoenicopterus ruber*, licząca ok. 600 osobników. Ich kształty i ruchy są bardzo niezwykłe, gdy obserwuje się je żerujące na płytkiej wodzie, a widok stada zrywającego się do lotu, gdy



Ryc. 2. Gęś andyjska, *Chloephaga melanoptera*. Gatunki rodzaju *Chloephaga* sięgają daleko na południe aż po Ziemię Ognistą

ptaki lśnią swymi różowo-czerwonymi barwami w jaskrawym, wysokogórskim świetle jest niezapomniany. Gatunek ten żyje także nad mniejszymi jeziorami, ale znacznie mniej licznie. Na wyspach Jeziora Junin gnieździ się mewa *Larus serranus* a na trawiastych brzegach żerują białoczarne gęsi andyjskie, *Chloephaga melanoptera* (ryc. 2), małe stada czarnych, lśniących zielenią i purpurą ibisów *Plegadis ridgwei*, brodźce z rodzajów *Tringa* i *Erolia* i groteskowe szczudłaki *Himantopus himantopus*. Szczudłaki są niemal kosmopolitycznie rozmieszczone, w Ameryce Południowej widzi się je zarówno wysoko w górach jak i w niższych położeniach o klimacie tropikalnym. Z innych gatunków znanych nam z Europy gnieździą się tu biała czapla *Casmerodius albus* i ślepowron *Nycticorax nycticorax*.

W totorze uwijają się dwa gatunki ptaków zachowujących się zupełnie jak nasze trzciniaki, ale należących do typowo południowo-amerykańskiej rodziny *Tyrannidae*: *Agriornis montana* i *Tachuris rubigaster*. Ten ostatni zwany po hiszpańsku „siete colores” jest rzeczywiście ptakiem bardzo kolorowym: spód ciała



Ryc. 3. Sówka ziemna, *Speotyto cunicularia*. Gatunek ten żyje także na preriach Ameryki Północnej

żółty, gardziel biała, pokrywy podogonowe czerwone, wierzch ciała ciemnozielony, a na głowie występują barwy ciemnoczerwona, jasno-żółta i czarna.

Życie ptasie jest przede wszystkim związane z jeziorem, ale i na punie nie brak ptaków. Nawet daleko od wody widuje się czajki *Ptiloscelys resplendens*. Trzymają się one parami a nie w stadach, jak nasze czajki. Wśród kęp traw zobaczyć można niepozorne brunatno ubarwione ptaki wielkości drozda. Są to gatunki z rodzajów *Geositta*, *Cinclodes* i *Phleocryptes*, należące do liczącej wiele gatunków, południowo-amerykańskiej rodziny *Furnariidae*. Przedstawiciele tej rodziny żyją prawie we wszystkich siedliskach Ameryki Południowej i budują bardzo różnorodne gniazda. Jeden z nich to słynny ptak-garncarz (jego nazwa rodzajowa *Furnarius* wywodzi się z łacińskiego słowa *furnus* oznaczającego piec chlebowy). Gatunki żyjące na punie kopią nory w ziemi, w których się gnieździą. Podobnie w norach gnieździ się sowa *Speotyto cunicularia* (ryc. 3) i dzięcioł *Colaptes rupicola*. Gniazda dzięcioła spotyka się także w glinianych ścianach domów, czasami są one całkowicie podziurawione przez dzięcioły. W starym, opuszczonym budynku znaleźliśmy też gniazdo kaczki *Anas flavirostris*. Przy



kwiatach można zobaczyć czasami kolibry, najprawdopodobniej jednak nie gnieźdzą się one na tej wysokości, a jedynie zalatują z niższych położań. Lista gatunków ptaków żyjących nad Jeziorem Junin jest bogatsza, ale tyle udało nam się zobaczyć i rozpoznać.

Fauna niższych kręgowców jest uboga. W jeziorze żyją trzy gatunki ryb (nie licząc wprowadzonych pstrągów): dwa z rodzaju *Orestias* z rodziny *Cyprinodontidae* oraz *Pygidium oroyae* z rodziny *Pygidiidae*. Z Jeziora Junin znana jest osobliwa żaba *Batrachophrynus macrostomus*. Jest to duże zwierzę o ciele długości kilkunastu centymetrów, z pokroju podobne do płata (Xenopus). Podobieństwo to jest skutkiem konwergencji, bo podobnie jak płata żaba ta spędza całe życie w toni wodnej i to na głębokości kilku metrów. Gatunek ten należy do bardzo bogato reprezentowanej w Ameryce Południowej rodziny *Leptodactylidae*. Prawie nic nie wiadomo o biologii tej żaby. Indianie polują na nią z łodzi przy pomocy oścień i bardzo cenią sobie jej mięso. Nawet na targach dość daleko położonych od Jeziora Junin znajdują one nabywców. W potokach wpadających do jeziora żyje inny gatunek z tego rodzaju, *B. brachydactylus*. Pod kamieniami znaleźć można innego przedstawiciela rodziny *Leptodactylidae*, niewielką brunatną żabkę *Pleurodema marmorata* a także przedstawiciela rodziny rzekotkowatych, *Hylidae*, *Gastrotheca peruana* (ryc. 4). Gatunki rodzaju *Gastrotheca* posiadają na grzbiecie fałd skórny, w którym rozwijają się jaja i larwy. „Rodzić” się mogą albo kijanki, albo już przeobrażone, małe żabki. Gatunki tego rodzaju żyją głównie na dość znacznych wysokościach w Andach, niektóre tylko schodzą do subtropikalnych lasów mgłowych. Żyje też nad Jeziorem Junin jeden gatunek ropuchy, *Bufo spinulosus*. Nie udało nam się zobaczyć podawanej z tych wysokości, jedynego przedstawiciela gadów, jaszczurki z rodzaju *Liolemus* (*Iguanidae*).

W porównaniu z niżej położonymi formacjami zaroślowymi i leśnymi świat roślin puny jest ubogi w gatunki. Rosną tam głównie trawy z rodzajów *Agrostis*, *Calamagrostis*, *Poa* i *Stipa*, zwane przez Indian „ichu”. Wśród nich występują duże, niskie kępy kaktusów z rodzaju *Tephrocactus*; jeden z gatunków tego rodzaju pokryty jest białymi, welnistymi kolcami. Z daleka wygląda to jak zasypany śniegiem. W miejscach wilgotniejszych przy jeziorze rosną gatunki z rodzajów *Rorippa*, *Ranunculus*, *Cardamine* i *Hydrocotyle*, a na skałkach wapiennych gatunki z rodzajów *Saxifraga*, *Draba*, *Cerastium*, *Ribes*, *Ephe-*

*dra* i *Peperomia*. Większość z nich to rodzaje dobrze znane przyrodnikowi z Europy. Przywędrowały tu one — podobnie jak niektóre gatunki zwierząt, np. uwijające się przy kwiatach bielinki, modraszki i trzmiele — wzdłuż pasm górskich z dalekiej Północy. Rodzaje tropikalne są wśród roślin nieliczne (*peperomie* i kaktusy).

Życie ludzi nad Jeziorem Junin nie jest łatwe. Klimat na wysokości przeszło 4000 m n.p.m. jest przez cały rok bardzo surowy. Przy brzegach jeziora mieszkają Indianie mówiący językiem quechua. Osady są dość skupione, domy buduje się z wysuszonej gliny. Ponieważ okolica jest zupełnie bezdrzewna, jako paliwa używa się torfu. Stosy suszących się cegiełek torfowych widuje się przy każdym domu. Ludzie zajmują się uprawą ziemi i hodowlą, część pracuje w pobliskich kopalniach. Uprawia się głównie ziemniaki w lokalnych odmianach. Pola ziemniaczane użytkowane są przez trzy lata, a potem przez sześć lat zostawia się je w ugorze. Ziemniaki często uszkodzone są przez nierzadkie tu przymrozki. Sadzi się także inne, miejscowe rośliny dostarczające pożywnych kłacz: pieprzycę *Lepidium meyenii* (la maca) i szczawik *Oxalis tuberosa* (la oca). W jeziorze zbiera się do celów spożywczych glony z rodzaju *Nostoc*, tworzące kolonie w postaci galaretowatych kulek średnicy do 2 cm. Poławia się także ryby (głównie *Pygidium*) i żaby. Dość dobrze rozwinięta jest hodowla, hoduje się głównie owce i w mniejszej ilości lamy. W obejściach przy domach biegają świnki morskie, które tu już w dawnych czasach udomowiono. Pieczona na rożnie świnka morska jest miejscowym przysmakiem. W totorze żyje dziki gatunek świnki morskiej, *Cavia tschudi*. Biologia tego gatunku jest zupełnie nieznana. Na okolicznych targach można kupić wszystkie ważniejsze produkty upraw tropikalnych dowożone z niżej położonych terenów: różne odmiany bananów, kłacza manioku (zwanego tu yuca), ananasy, avocado itp., a także liście koka, które są powszechnie używane jako środek stymulujący. Okolice Jeziora Junin od dawna zamieszkiwała ludność indiańska. Na zaoranych polach często znaleźć można małe, kamienne strzały, a przy jeziorze wznoszą się kurhany z pochówkami, najczęściej niestety zdewastowane przez poszukiwaczy złotych skarbów.

Życie na punie przypomina nieco życie w tundrze arktycznej. Brak tu jednak wyraźnej sezonowości tundry. Odpowiednikiem zimy może tu być okres suszy, kiedy wegetacja jest w dużym stopniu zahamowana. Na ogół jednak warunki klimatyczne na punie są bardziej wyrównane niż w tundrze. Jest też puna siedliskiem znacznie suchszym od tundry. Spotykają się tu gatunki pochodzące z północnych krain z formami pochodzenia tropikalnego, które przystosowały się do życia w wysokogórskich warunkach: jaskry i skalnice rosną obok kaktusów i peperonii, a kwiaty odwiedzane są przez trzmiele i kolibry. Dla przyrodnika jest to teren bardzo interesujący.

Jezioro Królów leży daleko od szlaków turystycznych, nie ma tu tłumu turystów jak w innych interesujących miejscach Peru, w Cuzco, Machupicchu czy nad Jeziorem Titicaca. Indianie żyją tu tak jak przed wiekami, a nad jeziorem unoszą się stada różnych flamingów. Niestety, do jeziora w coraz większej ilości wpuszcza się spluczki z pobliskich kopalń metali ciężkich. I tu cywilizacja staje się zagrożeniem dla ludzi i zwierząt.



Ryc. 4. „Śpiewająca żaba” (*Gastrotheca peruana*), jak nazywają ją Indianie. Jej larwy rozwijają się w fałdzie skórny na grzbiecie samicy



## JAN INGEN-HOUSZ ODKRYWCA PROCESU FOTOSYNTEZY



Ryc. 1. Jan Ingen-Housz (1730—1799) odkrywca fotosyntezy

Pionierskie eksperymenty dokonane przez J. Priestley'a (1733—1804) w latach 1771—1774 polegające na umieszczeniu rosnącej gałązki mięty w powietrzu zawierającym dwutlenek węgla w dużym stężeniu wykazały, iż rośliny dokonują „oczyszczania” powietrza, umożliwiając w nim palenie się świecy lub przebywanie tamże myszy. Wyniki tych badań wzbudziły wśród uczonych duże zainteresowanie, a niektórzy nawet powtarzali je. Do grona tych badaczy należał także C. W. Scheele (1742—1786), jednakże jego badania ogłoszone w 1777 r. nie potwierdziły wyników prac J. Priestley'a. Również ten ostatni niekiedy w swych dalszych badaniach uzyskiwał wyniki sprzeczne z wcześniejszymi, wskutek czego nawet zwątpił w ich prawdziwość. Jak się później okazało, przyczyną odmienności wyników badań było pominięcie roli światła słonecznego w tych eksperymentach. Kolejnym krokiem naprzód było doświadczalne potwierdzenie zachodzącej w omawianym procesie wymiany gazowej między roślinami i otoczeniem. Wspomniany powyżej J. Priestley stwierdził w 1778 r., że rośliny zanurzone w wodzie zawierającej rozpuszczony „air fixed” ( $\text{CO}_2$ ) wydzielają odkryty przez niego wcześniej (1774) gaz (tlen). Jednakże dopiero prace J. Ingen-Housza stanowiły prawdziwy przełom w badaniach nad odżywianiem się roślin.

Jan Ingen-Housz, lekarz i przyrodnik, z pochodze-

nia Holender, ur. 8 XII 1730 r. w m. Breda. Studia medyczne ukończył na uniwersytecie w Louvain, uzyskując w 1750 r. stopień doktora, a następnie doskonalili się w sztuce lekarskiej pod kierunkiem sławnych mistrzów kolejno w Lejdzie, Paryżu i Edynburgu. Samodzielną praktykę lekarską rozpoczął w rodzinnym mieście, lecz po paru latach pobytu przeniósł się do Anglii (ok. 1765 r.). Jednakże i w Londynie niedługo działał, bowiem na zaproszenie cesarzowej Marii Teresy wyjechał do Wiednia, by od 1769 r. objąć stanowisko lekarza przybocznego austriackiego dworu. Tutaj J. Ingen-Housz obok swych zajęć zawodowych rozwinął działalność organizatorską na polu nauki, a także podjął prace badawcze z zakresu nauk przyrodniczych. W 1779 r. odwiedził on Londyn, gdzie wykonał swe słynne później doświadczenia nad wpływem światła słonecznego na rośliny. Wspomniane badania przyniosły wiedeńskiemu naturalistcie członkostwo Royal Society of London oraz zapewniły mu miano odkrywcy procesu fotosyntezy. W latach 1780—1789 kontynuował on w Wiedniu swe badania m. in. nad oddychaniem roślin, a także z zakresu chemii i fizyki. Ostatnie dziesięć lat swego pracowitego życia spędził uczony w Anglii, gdzie zmarł 7 IX 1799 r.

Jak już wyżej wspomniano, J. Ingen-Housz stale przebywający w Wiedniu, latem 1779 r. udał się do Anglii celem przeprowadzenia tamże badań nad roślinami. W ciągu krótkiego, bo tylko trzy miesiące trwającego pobytu, wykonał on około pięciuset eksperymentów, które pozwoliły na wyjaśnienie rozbieżności między wynikami prac J. Priestley'a i C. W. Scheele'go. Wyniki swych badań przedstawił J. Ingen-Housz w pracy opublikowanej w Londynie w tymże samym roku 1779 *Experiments upon Vegetables, Discovering Their Great Power of Purifying the Common Air in Sunshine, not Injuring It in the Shade or at Night* (Doświadczenia nad roślinami, odkrywające ich wielką moc (zdolność) do oczyszczania powietrza w nasłonecznieniu, a nie wykazujące jej w cieniu lub w nocy). Ten nieco przydługi tytuł dzieła dość dobrze odzwierciedla istotę zagadnienia; a oto co pisał on na ten temat: „Zauważyłem, że rośliny mają zdolność poprawiania złego powietrza, nie tylko rosnąc w nim przez 6 do 10 dni, jak wykazują doświadczenia dra Priestley'a, lecz że całkowicie wykonują to ważne zadanie w kilka godzin, że to dziwne działanie w żadnym wypadku nie jest spowodowane vegetacją rośliny, lecz wpływem światła słonecznego na roślinę. Zauważyłem, że rośliny mają ponadto zadziwiającą zdolność przerabiania zawartego w nich i niewątpliwie stale z atmosfery pochłanianego powietrza, na powietrze prawdziwe, pozbawione flogistonu, że one stale wylewają, jeżeli tak mogę się wyrazić, strumień tego oczyszczonego powietrza, które rozpraszając się w ogólnej masie atmosfery przyczynia się do tego, iż staje się ona bardziej przydatna dla życia zwierząt, że to działanie wcale nie przebiega stale, lecz zaczyna się dopiero po pewnym czasie, gdy słońce ukaże się nad horyzontem i swoim wpływem przygotowuje rośliny do rozpoczęcia od nowa dobrowolnego oddziaływania na powietrze, a przez to i na zwierzęta, które to działanie było





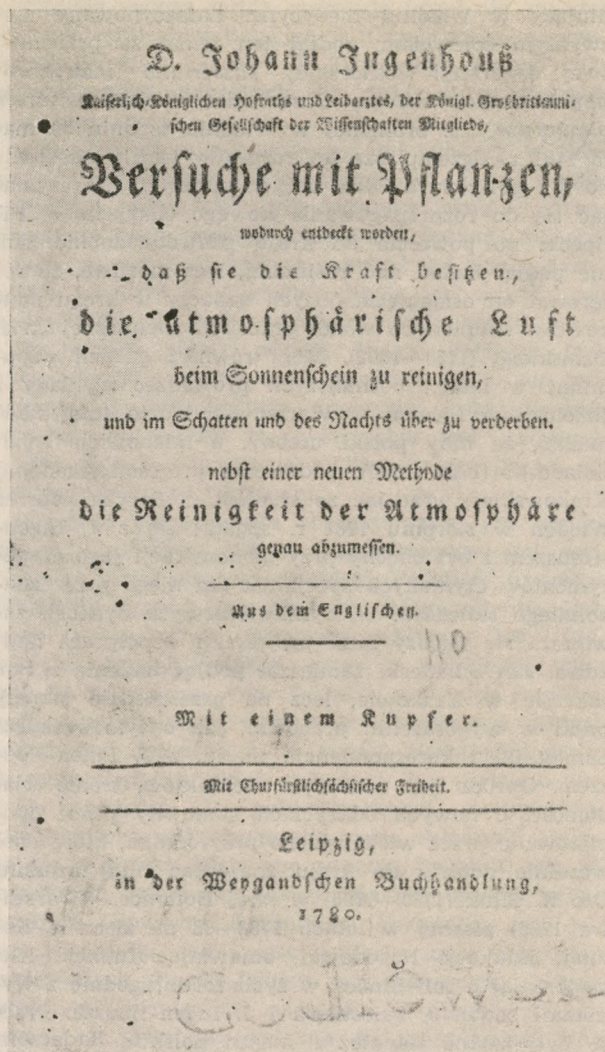




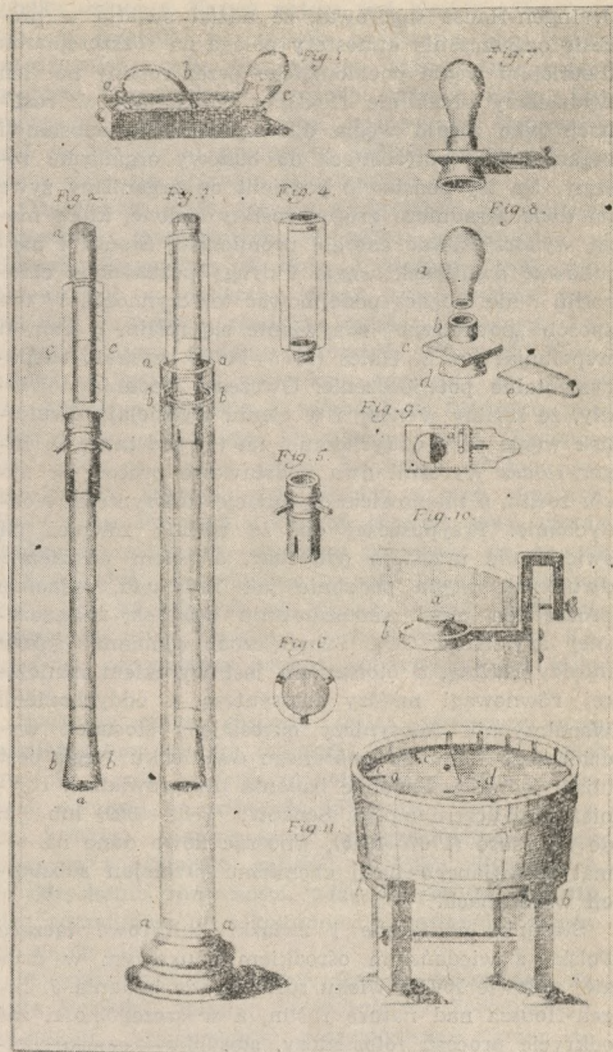
IV. JARABEK na gnieździe

Fot. W. Puchalski





Ryc. 2. Karta tytułowa niemieckiego wydania dzieła J. Ingen-Housza (Lipsk 1780)



Ryc. 3. Aparatura stosowana w badaniach nad roślinami

wstrzymane podczas ciemności nocy". Najistotniejszym rezultatem badań J. Ingen-Housza było wykazanie niezbędności światła słonecznego dla dokonywania przez rośliny procesu „oczyszczania” powietrza atmosferycznego i dlatego badacz ten jest uważany za odkrywcę procesu fotosyntezy u roślin zielonych. W toku tych eksperymentów stwierdzono, że rośliny na świetle pochłaniają powietrze „skażone” paleniem się ognia lub oddychaniem zwierząt i ludzi i wydają z siebie powietrze „życiowe” (tlen) do otaczającej je atmosfery. Owa zdolność do odświeżania powietrza jest wprost proporcjonalna do jasności dnia i długości okresu działania Słońca na rośliny. Wspomnianą wyżej zdolność do „oczyszczania” powietrza wykazują tylko zielone części roślin. W ciemnościach natomiast, podobnie jak zwierzęta, wydzielają rośliny powietrze „stałe” (dwutlenek węgla), przy czym miały one w nocy pobierać tyle samo tlenu, ile wydalały dwutlenku węgla. Zgodnie z panującymi wówczas zwyczajami w nauce, w 1781 r. J. Priestley powtórzył obserwacje J. Ingen-Housza nad wpływem światła na rośliny zielone, uzyskując pełne potwierdzenie wyników badań. J. Priestley wyrażał na podstawie swych badań pogląd, że w procesie oczyszczania powietrza dużą rolę odgrywają liście roślin zielonych. Oprócz badań eksperymentalnych, charakterystyczną cechą owych lat był ożywiony ruch wydaw-

niczy w zakresie publikacji naukowych, a przykładem tego może być ukazywanie się tłumaczeń dzieł zarówno dawniejszych, jak i najnowszych. Oto w 1779 r. zostaje wydane w Paryżu ponownie francuskie tłumaczenie S. Halesa *Vegetable Staticks* (1727), w 1784 r. ukazało się ono także po niemiecku, a były jeszcze wydania w języku holenderskim i włoskim. Również praca J. Ingen-Housza z 1779 r. ukazała się jeszcze dwukrotnie przetłumaczona i to w stosunkowo krótkim odstępie czasu, bo w 1780 (Lipsk) po niemiecku i w 1787 (Paryż) po francusku, co niewątpliwie świadczy o dużym zainteresowaniu tymi eksperymentami wśród naukowców. W 1786 r. została wydana w Wiedniu nowa jego praca *Respiration of Plants* omawiająca wyniki badań nad oddychaniem roślin, stanowiąca rozszerzenie zakresu poszukiwań. Ostatnia redakcja wyników badań J. Ingen-Housza przedstawionych w pracy *Essay on the Food of Plants and the Renovation of Soils* z 1786 r. określała już proces odżywiania się roślin w sposób zbliżony do nowoczesnego. W oparciu o ostatnie prace A. L. Lavoisiera (1743–1794) o roli tlenu w przyrodzie oraz analizy wody i powietrza, stwierdził on, że pobierane z atmosfery przez rośliny zielone „powietrze” jest dwutlenkiem węgla, a wydzielane stanowi tlen, przy czym związkiem reagującym jest  $\text{CO}_2$ , natomiast tlen jest produktem tego procesu.



J. Ingen-Housz sugerował, że udział światła w procesie oczyszczania atmosfery polega na rozszczepianiu dwutlenku węgla pochłoniętego przez rośliny na tlen wydzielany przez nie i węgiel pozostający w roślinach jako źródło węgla dla wytworzenia substancji organicznych, potrzebnych do budowy organizmu rośliny. Na tej podstawie podzielił on organizmy żywe na dwie zasadnicze grupy: rośliny zielone, które mogą wykorzystywać energię promienistą Słońca i asymilować dwutlenek węgla i drugą pozbawioną chlorofilu i nie mogącą podejmować tej czynności. W ten sposób „powietrzne” odżywianie się roślin, o którym wspominał już S. Hales (1677—1761), uzyskało eksperymentalne potwierdzenie. Ówczesne badania dowiodły, że rośliny w nocy i w cieniu wydzielają dwutlenek węgla przy oddychaniu i na tej podstawie J. Ingen-Housz wyróżnił dwa podstawowe procesy w życiu roślin, a mianowicie asymilację (fotosyntezę) i oddychanie. Przypuszczał on, że rośliny również na świetle nie przestają oddychać, a zatem wydzielają dwutlenek węgla podobnie jak zwierzęta, jednakże proces ten uległ zamaskowaniu wskutek równoczesnej asymilacji  $\text{CO}_2$ . Sumaryczna wymiana gazów między rośliną, a otoczeniem jest wynikiem istniejącej równowagi między fotosyntezą a oddychaniem. Współczynnik fotosyntezy określający stosunek wydzielanego tlenu do pobranego dwutlenku węgla jest bliski jedności. Podobne badania przeprowadzali również inni uczeni n.p. J. Senebier (1742—1809) lub Th. de Saussure (1767—1845), wnosząc nowe dane na temat omawianego tutaj chemizmu przemian substancji w roślinach.

Stosunki polityczne i związki kulturowe łączące Polskę z wiedeńskim ośrodkiem naukowym w drugiej połowie XVIII wieku sprawiły, że badania J. Ingen-Housza nad naturą roślin, a w szczególności zaś odkrycie procesu fotosyntezy, stosunkowo szybko spotkały się z zainteresowaniem wśród polskich przyrodników. Prawdopodobnie pierwszym Polakiem, który zwrócił uwagę na doniosłość tych eksperymentów dla nauki, był Józef Filipecki (1752—1810), wówczas stu-

diujący w Wiedniu medycynę. Zafascynowany niezwykłym odkryciem, podjął ten temat za przedmiot swej dysertacji doktorskiej *Dissertatio inauguralis physicomedica sistens, Observationes circa naturam plantarum, ..... bronionej w Wiedniu w dniu 30 maja 1781 r.* Egzemplarze tej rozprawy trafiły następnie do rąk polskich, a także obcych uczonych przyczyniając się do rozpropagowania nowego odkrycia. J. Filipecki po powrocie do kraju prawdopodobnie sam nie podjął badań nad roślinami, lecz możliwe, że referował on osiągnięcia obcych badaczy w kręgu naukowców skupionych wokół pracowni chemicznej J. H. Osińskiego (1738—1802). Mógł również o nich wspominać w latach późniejszych prowadząc wykłady z fizjologii w Liceum w Warszawie. Warto tutaj nadmienić, że inny polski uczyony, a mianowicie Jan Śniadecki (1752—1830), podówczas profesor Akademii Krakowskiej, wracając ze studiów w Paryżu poprzez Wiedeń w sierpniu 1781 r. spotkał się z J. Ingen-Houszem i był obecny przy demonstracji jego eksperymentów czynionych specjalnie dla niego przez znakomitego Holendra. W wyniku szerszych dyskusji zawiązała się między nimi przyjaźń i współpraca naukowa. Jan Śniadecki zamierzał podjąć badania w tym zakresie w Krakowie, lecz na przeszkodzie stanęły braki w wyposażeniu pracowni, jak o tym świadczą pamiętniki i korespondencja m. in. z J. Ingen-Houszem. Oprócz tych osobistych kontaktów, źródło wiadomości o nowych odkryciach stanowiły prace opublikowane przez wiedeńskiego przyrodnika, które dość wcześnie dotarły do kraju znajdując tutaj uznanie. Oto K. Kluk (1739—1796) w swej *Botanice...* (Warszawa 1785) pisanej w latach 1782—83 na zlecenie Komisji Edukacji Narodowej, omawiając funkcje liści wspominał o roli Słońca w życiu roślin, zgodnie z wynikami badań J. Priestley'a i J. Ingen-Housza. Prace te były znane również i innym polskim badaczom, zwłaszcza w latach późniejszych, jak tego dowodzą cytowania w dziełach J. H. Osińskiego lub St. B. Jundzilla i Jędrzeja Śniadeckiego.

## DROBIAZGI PRZYRODNICZE

### Organ polaryzacji magnetycznej pszczół

W r. 1977 M. A. Bookman (*Nature* 267, 1977, 340) wykazał w doświadczeniu, że gołębie mogą odczuwać sztuczne pole magnetyczne. Swoje badania wykonał on w tunelu, będącym osłoną od pola magnetycznego ziemskiego. Wartość indukcji tego pola w tunelu nie przekraczała  $2 \cdot 10^{-6}$  tesli (T). Prąd w uzwojeniach solenoidu umożliwiał wytworzenie wewnątrz tunelu pola magnetycznego o indukcji  $50 \cdot 10^{-6}$  T, co w przybliżeniu odpowiadało wartości magnetyzmu Ziemi. Działając tym polem na gołębie podczas lotu można było uwarunkować ich reakcję na jedną z dwóch skrzynek, znajdujących się u wylotu z tunelu, zawierającą pokarm dostępny dla ptaka.

Obecnie (*Science* 201, 1978, 1026) pojawiło się doniesienie zespołu złożonego z biologów i geomagnetyków, zdające się świadczyć o istnieniu zmysłu

magnetycznego u pszczół. Już wcześniej istniały spostrzeżenia wskazujące, że pszczoły ustalają kierunek swego tańca zależnie m. in. także od kierunku pola magnetycznego ziemi. Wspomniany zespół badaczy wykorzystał nader czułą aparaturę magnetometryczną, służącą do pomiarów pozostałości magnetycznej materiałów skalnych. Przy jej pomocy badano pozostałość magnetyczną pszczół martwych i świeżo zabitych. Wyniki tych doświadczeń dają się streścić następująco.

Pszczoły martwe i wysuszone wykazują tylko znikomą pozostałość magnetyczną, której wartość wynosi przeciętnie  $0,2 \cdot 10^{-10}$  T. Jeżeli wyschniętą pszczołę umieścić w silnym polu 0,07 T, pojawia się w niej trwała polaryzacja indukowana o przeciętnej wartości  $2,7 \cdot 10^{-10}$  T. Badanie fragmentów wyschniętej pszczoły wykazuje, że jedynym miejscem charakteryzującym się indukowaną pozostałością magnetyczną jest przednia część odwłoka (*abdomen*).



Pszczola świeżo zabita wykazuje (choć nie zawsze) obecność naturalnej polaryzacji magnetycznej o przeciętnej wartości  $1,7 \cdot 10^{-10}$  T. Działaniem silnego pola magnetycznego polaryzacja ta daje się powiększyć tylko nieznacznie.

Naturalny dipol magnetyczny jest ułożony w ciele pszczoły poprzecznie do jej długiej osi. Zwrot dipola może być lewo- albo prawostronny. Jaja i larwy młode nie mają trwałej polaryzacji. Pojawia się ona u larw starszych, u których wartość jej osiąga przeciętnie  $1,5 \cdot 10^{-10}$  T. Kierunek dipola jest u nich poprzeczny do osi ciała, podobnie jak u imago.

Siedliskiem dipola pszczoł świeżo zabitych jest wyłącznie 1/3 przednia część odwłoka. Dipol nie jest związany z elementami przewodu pokarmowego. Stwierdzono jeszcze, że polaryzacja jest związana z substancją o charakterze białka, mającą barwę od pomarańczowej do czerwonej.

Powyższe odkrycie nie charakteryzuje ani tkanki będącej siedliskiem dipola magnetycznego, ani mechanizmu fizjologicznej orientacji. Podobnie u gołębi lokalizacja organu magnetycznej orientacji nie jest znana. Natomiast R. Blakemore (*Science* 190, 1975, 377) zlokalizował podobny organ u niektórych bakterii. W cytoplazmie tych bakterii, mających średnice rzędu 1 mikrometra, wykrył on struktury o postaci łańcusków, liczących 5–10 ogniw. Pojedyncze ogniwka mają postać krótkich cylindrów lub płytek o budowie zbliżonej do polikrystalicznej (*crystal-like*). Poza komórką mikrokryształki mają skłonność zbijania się w bryłki. Mają one znaczną trwałość tak, że wykryto je wśród składników starych osadów oceanicznych. Głównym składnikiem kryształka jest żelazo. Kryształki, jak i całe bakterie, mają charakter elektrycznych dipoli. Istnieje przypuszczenie, że zasadniczymi elementami narządów orientacji magnetycznej są kryształki podobne do pojedynczych domen magnetycznych, występujących w ferromagnetykach i mających wymiary rzędu 0,1 mikrometra.

Wyniki otrzymane na pszczołach wysuszonych świadczyłyby, że takie domeny, składające się na większy zespół w odwłoku owada, nie miałyby wspólnej orientacji. Orientacja taka może się pojawiać pod wpływem silnego pola magnetycznego. U pszczoł żywych, podczas ich rozwoju, tworzy się zapewne naturalny zespół domen uporządkowanych względem pola magnetycznego Ziemi. Musiałoby to zachodzić w okresie larwalnym. Fakt, że działaniem silnego pola magnetycznego dipol nie daje się wydlatniej powiększyć, zdaje się świadczyć, że prawie wszystkie domeny mają wspólny kierunek. Wspólna wypadkowa domen ustala się zapewne u larwy zamkniętych w środku komórek plastra, a więc w niezmiennym polu ziemskiego magnetyzmu. Komórki czerwone znajdują się po obu stronach plastra, zgodnie z czym część pszczoł otrzymuje lewy, część prawy zwrot dipola.

Bożydar Szabuniewicz, Jan Kotarski

## Jeszcze raz na temat wędrówek gąsienic korowódki sosnowej

Zjawiskiem znanym i opisywanym w piśmiennictwie entomologicznym jest wędrówka gąsienic gatunku *Thaumetopoea pinivora* Tr., zwanego koro-

wódką sosnową. Nazwa polska jest bardzo odpowiednia, ze względu na sposób poruszania się formy młodocianej motyla. Gatunek ten, występujący w północnych i zachodnich terenach naszego kraju, jest związany z ubogimi lasami sosnowymi. Uznawany jest za rzadki, w przypadku jednak masowego pojawu staje się groźnym szkodnikiem sosny.

Obserwacje moje dotyczą zachowania się gąsienic korowódki, napotkanych w lasku wydmy w Gdańsku-Przymorzu. W dniu 1 sierpnia 1975 roku przechodząc w słoneczny ranek przez wydmy nadmorskie, porośnięte rzadkim laskiem sosnowym, napotkałam sznur gąsienic korowódki sosnowej. Korowódki w liczbie 33 osobników posuwały się wolno (ze średnią prędkością 7 m/godz.) w kierunku północnym, tzn. równoległe do brzegu morza. Gąsienice szły jedna za drugą, głową dotykając odwłoka poprzedniczki. Długość ciała każdej z nich wynosiła około 3 cm. Pierwsza z idących obierała trasę, nieraz trudną do przebycia, następne posuwały się za nią tą samą drogą, przechodząc np. pod leżącym żdźbłem trawy lub po leżących na ścieżce listkach. Ślad, pozostawiony przez gąsienice, tworzył linię falistą. Korowódka prowadząca pochód odpoczywała co kilka minut.

Spokojny marsz gąsienic został zakłócony przez przejeżdżający ścieżką motocykl, który rozgniół pięć gąsienic z czoła wędrującej kolumny, a kilka następnych odrzucił na odległość kilkunastu centymetrów. Po krótkiej „dezorientacji” przewodnictwo objęła pierwsza z ocalałych gąsienic, a kilka potraconych, po odzyskaniu sprawności, włączyło się do pochodu, idąc początkowo przy kolumnie, a następnie włączając się do niej.

Powyższy fakt jest potwierdzeniem obserwacji docenta Hajduka, opisanej w *Przeglądzie Zoologicznym*, dotyczącej przejmowania przewodnictwa przez dowolną gąsienicę wędrującego sznura korowódki sosnowej.

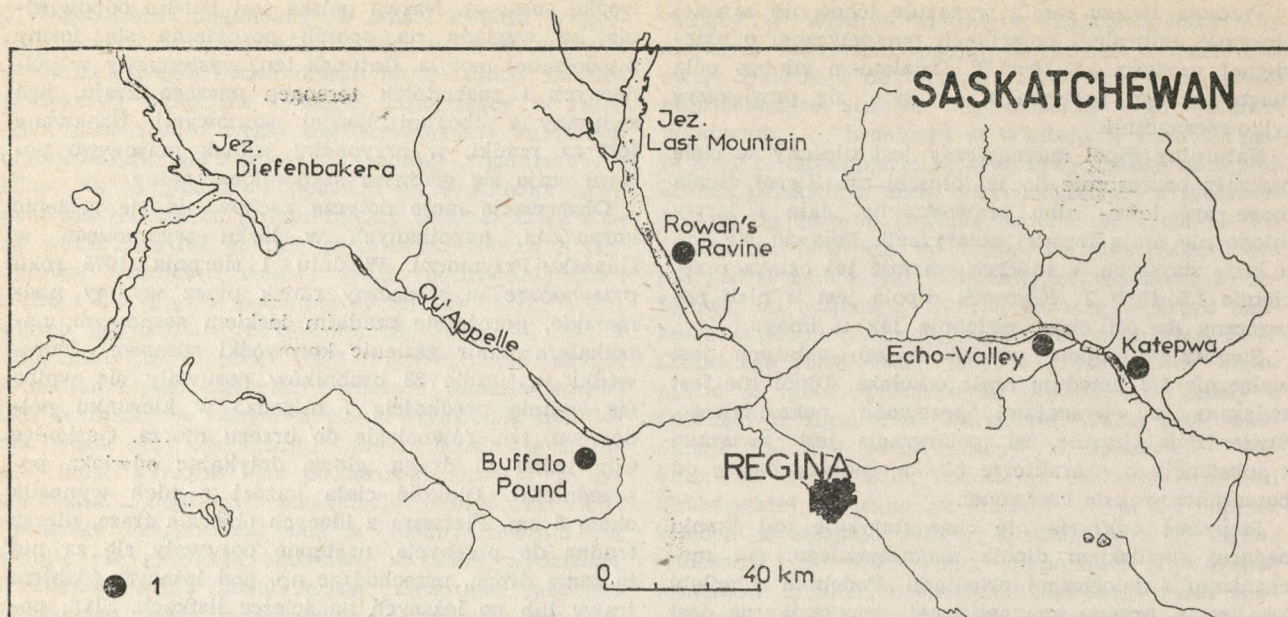
J. Martini

## Qu'Appelle Valley — dolina rzeki „Kto woła?”

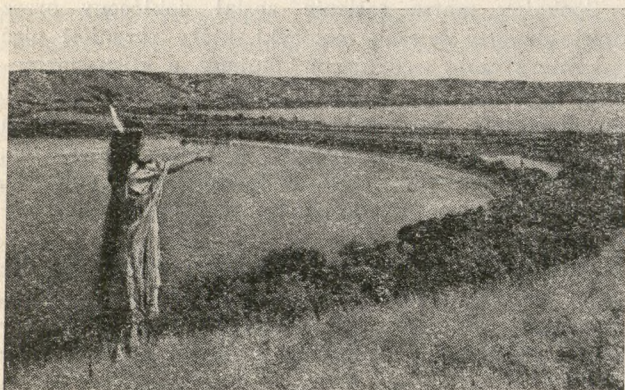
Przez południową część prowincji Saskatchewan (Kanada), równoległe do transkanadyjskiej autostrady, przepływa rzeka Qu'Appelle. System wodny tej rzeki odgrywał ważną rolę w ekspansji handlarzy futrami, którzy przybywając parowymi statkami rzecznyymi skupowali skóry zwierząt, a równocześnie zaopatrywali w potrzebne artykuły najbardziej na zachód wysunięte faktorie. Zbudowany w 1864 roku fort Qu'Appelle stał się główną kwaterą Kompanii Hudośńskiej oraz centrum handlowym przyczyniającym się do rozwoju tej części Kanady. Rzeka Qu'Appelle była wówczas główną arterią komunikacyjną, toteż liczba osadników powiększyła się wzdłuż jej brzegów, a zwłaszcza nad jeziorami Echo i Katępwa.

Koryto rzeki Qu'Appelle wcinęło się na głębokość ponad 90 m w monotony płaskowyż tworząc w ten sposób kontrast krajobrazowy z prerią. Walory przyrodnicze i widokowe tej doliny zostały w pełni docenione przez władze prowincji Saskatchewan. Najbardziej malownicze tereny objęto ochroną prawną poprzez utworzenie czterech regionalnych parków





Ryc. 1. Dolina rzeki Qu'Appelle w prowincji Saskatchewan (Kanada): 1 — parki krajobrazowe



Ryc. 2. Widok z parku krajobrazowego Katepwa w prowincji Saskatchewan (Kanada)

krajobrazowych. Są nimi: Katepwa, Echo Valley, Rowan's Ravine i Buffalo Pound (ryc. 1).

Wśród turystów największą popularnością cieszy się park Katepwa (ryc. 2), którego nazwa związana jest z indiańską legendą. Treść tej legendy, przedstawiona przez indiańską poetkę Paulinę E. Johnson w poemacie „The Legend of Qu'Appelle Valley” jest następująca: Młody mężczyzna pozostawia piękną żonę w osadzie indiańskiej i odpywa w daleką drogę. Gdy wraca z powrotem, będąc już w dolinie rzeki Qu'Appelle, marzy o spotkaniu z ukochaną. Wtedy z cienistego brzegu dochodzi do jego uszu delikatny głos kobiecy, w którym rozpoznaje swoje imię. Zdziwiony pyta: „Kto woła?”, lecz zamiast odpowiedzi znów słyszy to samo. Powtarza więc kilkakrotnie: „Kto woła?”, „Kto woła?”, ale odpowiada mu tylko echo jego głosu. Zaniepokojony wyteża siły, by jak najprędzej dotrzeć do celu podróży. Gdy zbliża się do osady, słyszy płacz kobiet oraz mężczyzn rozpaczających nad zgłiszczami, a swoją ukochaną żonę zastaje martwą. Od tej pory duch młodej kobiety nawiedzał dolinę rzeki, a jej głos często słyszano podczas nocy. Dlatego też Indianie nazwali jedno z jezior „Kah-tep-was”, co odpowiada wyrażeniu „Kto woła?”. Francuscy handlarze futrami przetłu-

maczyli tę nazwę na swój własny język jako „Qu'Appelle?” i zastosowali ją jako nazwę rzeki.

Maria Świeboda

### Zadrzewienia miejskie ostoją fauny bezkręgowej\*

Tereny zagospodarowanej zieleni miejskiej, rozpatrywane jako środowiska życia organizmów, podlegają bardzo silnym oddziaływaniom szeregu czynników presji urbanizacyjnej. Ukształtowane na nich biocenozy znacznie przeto odbiegają swym charakterem od biocenoz właściwych siedliskom homologicznym — nie podlegającym antropizacji.

Od kilku lat w Instytucie Zoologii PAN w Warszawie prowadzone są kompleksowe badania zoocenotyczne nad zagadnieniem wpływu presji urbanizacyjnej na faunę. Przedmiotem tych badań są zespoły i zgrupowania faunistyczne, występujące na obszarach typowej, zagospodarowanej zieleni wielkomiejskiej — przede wszystkim w parkach, wśród osiedli mieszkaniowych i na przyulicznych zieleńcach Warszawy. W celu wykazania czy (i ewentualnie w jakim stopniu) zachowane w obrębie miasta oderwane fragmenty ocalałych zadrzewień pełnią rolę punktów ostojoy fauny, pierwotnie zasiedlającej cały zajęty obecnie przez miasto obszar, przeprowadzono także cykl odłowów w takich właśnie środowiskach. Stwierdzono, że zadrzewienia śródmiejskie, nawet w znacznym stopniu przekształcone i podlegające rozlicznym czynnikom presji urbanizacyjnej, pełnią rolę rezerwarów bezkręgowej makrofauny. W szczególności znajdują tam ostoję liczne gatunki pierwotnej fauny leśnej, które w środowiskach zieleni uprawianej są wypierane przez formy właściwe obszarom odkrytym — zwłaszcza przez gatunki polne. Niektóre grupy fau-

\* Notatka sporządzona na podstawie referatu wygłoszonego podczas XXXVI Zjazdu Polskiego Towarzystwa Entomologicznego (Białowieża 11—13 IX 1978).



ny są wprawdzie liczniej reprezentowane na wypiełgnowanych zieleńcach niż wśród naturalnych bądź półnaturalnych zadrzewień, lecz fakt ten bynajmniej nie jest objawem korzystnym: zwiększona liczebność wiąże się wtedy z reguły z zachwianiem prawidłowości struktury zespołów i całych biocenoz. W przypadkach bowiem wszystkich analizowanych grup fauny (ślimaki, stonogi, wije *Chilopoda* i *Diplopoda*, pająki, kosarze, mrówki oraz chrząszcze biegaczowate, sprzążkowate i żukowate), wśród zadrzewień śródmiejskich występuje większe bogactwo gatunkowe niż na przykład w parkach, a względne udziały poszczególnych gatunków są tam bardziej niż w parkach równomierne.

Jednym z ekologicznych skutków antropizacji środowisk jest zmiana struktury dominacyjnej zespołów faunistycznych, zasiedlających te środowiska. Strukturę dominacji — w obrębie zespołów właściwych niezmiennym środowiskom naturalnym — cechują z reguły łagodne przejścia między stopniowo zmieniającymi się wartościami procentowych udziałów poszczególnych gatunków. W przypadkach środowisk silnie przekształconych przez człowieka, w występujących tam zespołach zwierzęcych zaznacza się na ogół wyraźna dysproporcja między udziałami poszczególnych klas dominacyjnych. Jeden lub kilka gatunków dominujących, przystosowanych do konkretnych warunków siedliskowych — będąc preferowanymi przez selekcjonujące działanie czynników antropicznych — zyskuje znaczną przewagę liczebną nad pozostałymi gatunkami, których liczebność ulega obniżeniu, lub które (formy szczególnie wrażliwe) są wręcz z zespołu eliminowane.

Zjawiska te z całą wyrazistością zaznaczają się na terenie miasta, przy przejściach od środowisk mniej do bardziej zagospodarowanych. Na obszarze warszawskich zadrzewień stwierdzono na przykład 8 gatunków sprzążek (*Elateridae*) z dominantem *Adelocera murina*, stanowiącym 29% zespołu, podczas gdy w parkach występuje 5 gatunków, a ich dominant — *Agriotes sputator* — stanowi aż 84% zespołu (wg danych E. Nowakowskiego). Podobnie jest z żukami (*Scarabaeidae*): 8 gatunków wśród miejskich zadrzewień i 5 gatunków w parkach; dominant na terenach zadrzewionych — *Serica brunnea* — stanowi 23% zespołu, dominujący zaś w parkach gatunek *Hoplia graminicola* — aż 97% (wg danych A. Kubickiej). Spośród analizowanych rodzin chrząszczy najzasobniejszymi w gatunki zespołami odznaczają się biegaczowate (*Carabidae*): na terenie zadrzewień stwierdzono 50 gatunków, w parkach natomiast (w tym samym czasie i na równej liczbie stanowisk) 41 gatunków. Dominantami w zadrzewieniach miejskich są gatunki leśne *Nebria brevicollis* i *Carabus nemoalis*. W parkach zaś najliczniej występują: eurytopowy *Calathus fuscipes* oraz *Pterostichus vulgaris* — gatunek polny.

Można sądzić, że w drodze nieuniknionych przypadkowych migracji uboższe fauny środowiska uprawianej zieleni miejskiej wzbogacają się o nowe elementy, co zwiększa zdolności samoregulacyjne i usprawnia funkcjonowanie urbicenozy. Tak więc poczynania Miejskiego Przedsiębiorstwa Robót Ogrodniczych, które dążąc do „podniesienia walorów estetycznych” zieleni miejskiej uporczywie tępią w wielu miejscach zadrzewionych dziką roślinność zielną, starając się wprowadzić na jej miejsce murawy trawnikowe (na przykład na skarpie wiślanej na tyłach

Uniwersytetu Warszawskiego), są nie tylko bezsensowne (trawa nie utrzymuje się, a naturalna roślinność powraca), lecz także szkodliwe dla całego środowiska miejskiego.

Wojciech Czechowski

## Dziesięciolecie działalności statku wiertniczego „Glomar Challenger”

Podczas 62. podróży, rozpoczętej 27 lipca 1978 r. z atolu Majuro w archipelagu Marshalla i zakończonej 6 września tegoż roku w Honolulu, statek wiertniczy „Glomar Challenger” obchodził w dniu 11 sierpnia dziesięciolecie swojej działalności. Kierownikami naukowymi podczas tej podróży byli: dr Tracey Vallier z Amerykańskiej Służby Geologicznej w Menlo Park w Kalifornii i dr Jorn Thiede z uniwersytetu w Oslo. Rdzenie z dna morskiego, pobrane na stacjach od nr 463 do nr 466, umożliwiły poznanie historii powstania takich konfiguracji podmorskich, jak Góry Środkowo-Pacyficzne i Wzniesienie Hessa, które będąc częścią pokąźnego fragmentu skorupy ziemskiej, nazwanego Płytą Pacyficzną, uzależnione są od jej ruchów. Obecnie Płyta Pacyficzna przesuwana się w kierunku północno-zachodnim w tempie około 30 km w ciągu miliona lat.

Statek „Glomar Challenger” dokonał pierwszych wierceń w Zatoce Meksykańskiej. W ciągu 10 lat przepłynął około pół miliona kilometrów i poza wodami wkoło Bieguna północnego dokonał na 466 stacjach prawie 700 wierceń w dnach wszystkich oceanów, wydobywając rdzenie w ilości przeszło jedenastu tysięcy sztuk. Charakterystyczne fragmenty tych rdzeni są zachowane w stanie zamrożonym i udostępnia się je zainteresowanym naukowcom z całego świata.

W ciągu 10 lat technika pobierania rdzeni ze zrazu niedostępnych głębokości bardzo się rozwinęła. Podczas 60 podróży w okresie od 21 marca do 16 maja 1978 r., wkoło wyspy Guam, w Rowie Marianańskim, przystąpiono do wykonywania odwiertu w dnie morskim w rekorodowej odległości 7044 m od powierzchni morza, a wiertło świda dotarło na również rekordową głębokość 7060 metrów. Poza znacznym zwiększeniem tempa drążenia, zdołano tak dokładnie ustalać lokalizację rur wiertniczych umieszczonych w dnie morskim, nawet na bardzo dużych głębokościach, że gdy zaszła potrzeba można było przerwać pracę i opuścić stację, a po powrocie trafiano świdrem w otwór pozostawionych rur.

W oparciu o analizę rdzeni, wydobytych z dna oceanów przez statek wiertniczy „Glomar Challenger”, za najważniejsze można uznać następujące stwierdzenia: teoria o przesuwaniu się płyt litosferycznych uzyskala szereg przekonywających i trudnych do zbitcia dowodów, a ponadto okazało się, że wiek dzisiejszych basenów oceanicznych nie przekracza 200 mln lat. Dowiedziano się dalej, że Morze Śródziemne i Zatoka Meksykańska uległy w pradziejach wyschnięciu i ponownemu napełnieniu, na co wskazują stwierdzone w rdzeniach warstwy soli wzbogacone węglowodorami oraz, że największe wyspa japońska Honsiu stanowiła niegdyś część kontynentu azjatyckiego.

Co do odkrycia za pomocą analizy pobranych rdzeni jakichś poważniejszych zasobów ropy, gazu ziemnego, bądź cenniejszych rud czy minerałów, dotychczas-



we sprawozdania milczą albo nie mają nic rewelacyjnego do powiedzenia. W każdym razie przyjąć można, iż kompleksowe opracowanie osiągniętych wyników wzbogaci naszą wiedzę o przeszłości Ziemi, jako, że misję statku „Globar Challenger” uważać można za będącą na ukończeniu. Za ukoronowanie jej przyjmujemy się 63 podróży, która rozpoczęła się w Los Angeles w dniu 8 października 1978 r. i z końcem listopada miała się zakończyć w meksykańskim porcie Mazatlan. Zaplanowane było wykonanie wierceń od brzegów północnej Kalifornii aż po wejście do Zatoki Kalifornijskiej. Pod kierunkiem dra Roberta S. Yeats'a z wydziału geologicznego uniwersytetu stanu Oregon i dra Bilal U. Haq'a z Oceanicznego Instytutu w Woods Hole miano pobrać rdzenie na ośmiu stacjach, pragnąc stwierdzić przed ilu dziesiątkami milionów lat na zachód od Północnej Ameryki rozciągał się wielki rów oceaniczny i w jaki sposób Płyta Pacyficzna podważyła kontynent amerykański. Przez powstałą bardziej na zachodzie szczelinę wypłynęła lawa tworząc konfigurację denną podobną do Grzbietu Północno-Atlantyckiego. Wszystkie te procesy zmieniły ukształtowanie zachodnich brzegów Ameryki i spowodowały nie tylko utworzenie Zatoki Kalifornijskiej i Półwyspu Kalifornijskiego, ale i wzniesienie pasm górskich w południowej Kalifornii.

Działalność statku wiertniczego „Glomar Challenger”

dokonywana była pod egidą amerykańskiej Narodowej Fundacji Naukowej. Zrazu uczestniczyły w niej cztery najpoważniejsze w USA ośrodki badań oceanologicznych, mianowicie: Instytut Oceanograficzny Scrippsa (Uniwersytet Kalifornijski) w La Jolla, Obserwatorium Geologiczne im. Lamont-Doherty uniwersytetu Kolumbia w Nowym Jorku, Instytut Oceanograficzny w Woods Hole i Szkoła Nauk Oceanologicznych i Atmosferycznych im. Rosenstiela uniwersytetu w Miami. Z biegiem lat dołączyły się zainteresowane katedry uniwersytetów stanowych: Washington, Rhode Island, Oregon, Teksas i Hawaje.

W poważnych kosztach działalności „Glomar Challenger” partycypują też od kilku lat: Związek Radziecki (Akademia Nauk ZSRR), Niemiecka Republika Federalna (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe), Wielka Brytania (NERC: Natural Environmental Research Council, Francja (CNEXO: Centre National pour l'Exploitation des Oceans) i Japonia (Instytut Badań Oceanologicznych uniwersytetu w Tokio). W każdym rejsie „Glomar Challenger”, oprócz uczonych delegowanych przez finansujące placówki naukowe, brali udział, w charakterze gości, zaproszeni zainteresowani specjaliści z innych państw.

S. Bernatt

## ROZMAITOŚCI

**Leki bakteriostatyczne i wirowstatyczne.** Odkrycia L. Pasteura otworzyły erę antyseptyki i aseptyki. Późniejsze wykrycie specyficzności białka umożliwiło P. Ehrlichowi postawienie tezy, znanej pod nazwą *therapia sterilisans magna*, polegającej na wyjałowieniu organizmu zwierzęcego. Obecnie teza ta stała się szeroko stosowanym postępowaniem terapeutycznym. Wykorzystano tu biologiczne różnice między prokariotami i eukariotami. Istnieją leki zatrzymujące aktywność niektórych bakteryjnych enzymów, albo uniemożliwiające rybosomom bakterii syntezę białka, nie zmieniając natomiast funkcji komórek zwierzęcych. Takimi lekami można wysycić żywy ustrój, uniemożliwiając w nim rozwój bakteriom. Era leków bakteriostatycznych rozpoczęła się w latach 40. bieżącego stulecia, a jej siła uderzeniowa potężnieje z każdym rokiem.

Zatrzymanie rozwoju bakterii usuwa teren rozwoju wirusów bytujących w bakteriach, ale nie szkodzi wirusom pasożytniczym w cytoplazmie eukariotów, wśród których najpowszechniej dotąd znanymi są wirusy grypy, żółtaczek zakaźnych i licznych infekcji opryszczkowych. Liczne wirusy są czynnikami powodującymi nowotwory.

Przez przeciąg wielu lat przeważało przekonanie, że walki chemicznej z wirusami nie da się skutecznie przeprowadzić. Przekonanie to opierało się na znajomości biologii wirusów. Wirion zawiera molekułę kodową, mającą rozmiary niewielkie w porównaniu do takiejże molekuły bakterii. Jest on z reguły uzbrojony w otoczkę i często różne dodatkowe elementarne organy, umożliwiające mu przeniesienie się z jednej komórki na inną. Gdy wirion dostanie się do komórki, rozpoczyna produkować swoje potomstwo. W tej fazie kardynalną okolicznością jest wykorzystanie „metabolicznej maszynierii” komórki na własny rachunek. Po wejściu, zatrzymuje on metabolizm komórki i na organellach jej cytoplazmy syntetyzuje własne składniki. Właśnie ta okoliczność, że wirion posługuje się aparatem metabolicznym komórki, wy-

dawała się trudnością w zaatakowaniu zarazka bez zabicia komórki.

W ostatnim dziesięcioleciu biologię wirusów poznało znacznie dokładniej. Wraz z tym wykryto specyficzne i słabe strony wirusów. W oparciu o takie spostrzeżenia liczne przedsiębiorstwa farmaceutyczne rozpoczęły badania w celu wypośrodkowania leków wirowstatycznych. Znajdujemy się obecnie w pierwszej, niewiele lat liczącej, fazie rozwoju tych nowych sposobów chemoterapeutycznych. Już w chwili obecnej trzy takie przeciwwirusowe środki uzyskały zezwolenie na wprowadzenie do praktyki lekarskiej: stoxil i symmetrel w USA i marboran w Anglii. Każdy z tych środków ma specjalny zakres wirowstatycznego działania. Liczne dalsze środki są w różnych stadiach badania (ribawirina, vidarabina, kw. fosfonooctowy) albo oczekują na zezwolenie wprowadzenia do handlu.

Ostrożności w stosowaniu lekarskim są konieczne. Wchodzi tu w grę nie tylko bezpośrednia toksyczność, ale także rakotwórczość oraz działanie na płód i na potomstwo. Próby na zwierzętach dokonywane w pierwszym rzędzie nie są wystarczające. Toteż w licznych klinikach całego świata na zlecenie licznych producentów dokonuje się klinicznych prób na ludziach zakażonych zarazkami.

BoSz

Science 192, 1976, 128

**Glukoza z celulozy.** Znaczna część energii słonecznej magazynowana przez rośliny zostaje zdeponowana pod postacią nie tylko skrobi, ale także celulozy, głównego składnika błon komórkowych. Zarówno skrobia, jak celuloza są polimerami glukozy. Jednak zwierzęta mają w sokach trawiennych sprawne enzymy depolimeryzujące skrobię, nie mają zaś enzymów rozkładających celulozę. Niektóre zwierzęta (trawożerne, liczne owady) mogą użytkować celulozę swej karmy tylko dlatego, że pozostają w symbiozie



z bakteriami. Te ostatnie posiadają zespoły enzymatyczne nazywane celulazami, depolimeryzujące również celulozę. Próby uzyskania glukozy z celulozy roślinnej czynione były od prawie stu lat. Ostatnio, nawet już w fabryce pilocie, wykorzystano do tego celu celulozę bakterii *Trichoderma reesei*. Okazało się jednak, że rozkład jest powolny i niekompletny dlatego, że w odpadkach roślinnych jakimi są słoma, wyłoczyny z trzciny cukrowej lub kaczany kukurydzy, celuloza ma szczególną formę krystaliczną i jest przed enzymami częściowo chroniona przez ligninę.

M. R. Ladisch ze współpracownikami (*Science* 201, 1978, 743—745) doszli do przekonania, że enzymatyczny rozkład celulozy musi być w warunkach przemysłowych poprzedzony specjalnym chemicznym działaniem. Spośród wielu znanych „rozpuszczalników” celulozy wybrali oni kadoksen, to jest 5% tlenek kadmu w 28% wodnym roztworze etylendwuaminy. Materiał zawierający celulozę, mianowicie kłacza kukurydzy (35,6% celulozy), wyłoczyny z trzciny (33,4%), kostrzewę (36,5%), trawę (29,7%) cieli oni na drobne cząstki (0,2—2 mm) i na przeciąg 12 godzin poddawali działaniu małej ilości kadoksenu w temperaturze pokojowej. Otrzymany produkt, po wypłukaniu rozpuszczalnika wodą, był rozkładany enzymatycznie przy 45° C. Prawie całość (ponad 90%) celulozy dało się uzyskać pod postacią glukozy z niewielką domieszką celobiozy. Składniki rozpuszczalnika (tlenek kadmu, etylendwuamina) dają się z popłuczyn regenerować.

Kadoksen jest toksyczny i otrzymana glukoza nadaje się jako surowiec do fabrykacji alkoholu i innych produktów organicznych. Czynione są próby zastąpienia kadoksenu rozpuszczalnikami nie toksycznym, co umożliwiłoby użycie glukozy także jako składnika paszy dla zwierząt hodowlanych.

BoSz

*Science* 201, 1978, 743

**Fotosynteza u ślimaka?** Morski ślimak, *Elysia viridis* (*Opisthobranchia*) nie tylko zawdzięcza swój zielony kolor chloroplastom żyjącym w nim w symbiozie, ale także korzysta z fotosyntezy, przeprowadzanej przez te chloroplasty. Ślimak ten żywi się zielonymi glonami (np. *Codium fragile*), a ich chloroplasty w dużej ilości znajdują się w komórkach przewodu pokarmowego ślimaka. Jeśli ślimaka całkowicie pozbawi się pożywienia, ale zapewni mu się dostęp światła — procesy fotosyntezy wystarczą, aby utrzymać go przy życiu przez wiele miesięcy. Natomiast w ciemności, nawet gdy ma pod dostatkiem pożywienia — wkrótce ginie. Wykazano, że równowaga jonowa organizmu jest regulowana przy udziale światła, ale za pośrednictwem chloroplastów. Stwierdzono, że zawartość jonów sodu ( $\text{Na}^+$ ) w organizmie ślimaka jest 0,75 razy niższa, a jonów potasu ( $\text{K}^+$ ) 3,7 razy wyższa niż w wodzie morskiej, co świadczy o aktywnym usuwaniu sodu i kumulowaniu potasu w komórkach. Ta fotoregulacja odbywa się kosztem energii procesu fotosyntezy. Intensywność przepływu jonów jest proporcjonalna do ilości chlorofilu w komórkach ślimaka. Analiza chemiczna barwników wyizolowanych z komórek ślimaka odpowiada danym dla chlorofilu glonu *Codium fragile*. Na razie nie stwierdzono, czy w fotoregulacji transportu jonów nie uczestniczą również jakieś barwniki pochodzenia zwierzęcego, niemniej w tym przypadku udowodniono, że równowagę jonową reguluje światło słoneczne za pośrednictwem chloroplastów.

W. B-S.

*Nature* 1978 (July 13)

**Przystosowanie spor grzybów do rozsiewania.** Badania w mikroskopie skaningowym wykazały, że powierzchnia spor wielu gatunków grzybów jest pokryta bardzo licznymi, nitkowatymi wyrostkami, które tworzą gęsty kutner. Wyrostki te zbudowane są z białek i polisacharydów. Przypuszcza się, że kutner ten chroni spory zarówno przed nawilgoceniem,

jak i wyschnięciem. Badając spory *Neurospora crassa* stwierdzono, że u szczepu dzikiego są one pokryte gęstym kutnerkiem, natomiast u selekcjonowanego w laboratorium mutantu mają powierzchnię zupełnie gładką, pozbawioną wyrostków. Konidia szczepu dzikiego pozostają niezawilgocone na powierzchni kropli wody, natomiast konidia mutantu szybko toną. W laboratorium nawet przy dużej staranności konidia szczepu dzikiego unoszą się w powietrzu i szeroko się rozsiewają, konidia szczepu nagiego nawet z hodowli otwartych nie rozsiewają się. A zatem pokryte kutnerkiem konidia szczepu dzikiego *Neurospora crassa* w znacznym stopniu uniezależniły się od wahań zawartości wody oraz są bardzo łatwo rozsiewane przez wiatr, a przystosowanie to nie wynika ze składu chemicznego warstwy powierzchniowej, ale z jej struktury.

W. B-S.

*Nature* 1978 (April 13)

**Strofantyna w skórze ropuchy.** Istnienie receptorów, za pośrednictwem których organizm zwierzęcy reaguje na wysoce skomplikowane związki pochodzenia roślinnego (np. narkotyki) nasuwa przypuszczenie, że prawdopodobnie również organizm zwierzęcy syntetyzuje podobne związki. Stwierdzono np., że w wydzielinie gruczołów jadowych niektórych ropuch znajdują się analogi glikozydów nasercowych, syntetyzowanych przez szereg roślin. W Chinach od bardzo dawna w medycynie ludowej stosuje się wysuszoną skórę ropuchy jako skuteczny preparat w przypadkach niewydolności mięśnia sercowego. Analiza chemiczna wykazała, że ta bufotoksyna (czyli wydzielina gruczołów jadowych skóry ropuchy) zawiera związki podobne do strofantyny. Fragmenty skóry ropuchy (*Bufo marinus*) ekstrahowano przy użyciu metanolu lub zakwaszonego etanolu, a następnie porównywano działanie tego ekstraktu z działaniem strofantyny, między innymi poprzez oznaczanie wpływu tych preparatów na przepuszczalność błony erytrocytów dla jonów potasu. Okazało się, że ekstrakt ze skóry ropuchy działa identycznie jak strofantyna, tj. hamuje ucieczkę jonów potasu przez błonę komórkową. Ekstrakt z 30—100  $\mu\text{g}$  świeżej skóry ropuchy wywiera działanie odpowiadające  $10^{-8}$  M strofantyny; związki podobne do strofantyny stanowią około 0,01% masy świeżej skóry ropuchy. Ekstrakt z tkanki mięśniowej ropuchy nie zawiera śladów strofantyny. Dotychczas uważano, że gruczoły skórne ropuchy mają przede wszystkim zadanie ochronne; wspomniane powyżej wyniki sugerują, że prawdopodobnie pierwotna i najważniejsza ich rola polega na regulowaniu przepływu przez skórę jonów i wody, a funkcja ochronna wykształciła się wtórnie.

W. B-S.

*Nature* 1978 (July 20)

**Dymorfizm płciowy a poligamia.** Badania przeprowadzone na dużej liczbie Naczelných wykazały, że różnice w rozmiarach ciała między samcem a samicą są znacznie większe u gatunków dużych niż małych. Reguła ta odnosi się do większości ssaków. Dalsze badania wykazały, że istnieje związek między zwiększaniem rozmiarów ciała samców a poligamią. Różnice rozmiarów (masy) ciała między samcem a samicą u gatunków monogamicznych są znacznie mniejsze niż u poligamicznych. Z danych statystycznych wynika, że jeśli np. u gatunku monogamicznego samica waży 1000 g, to samiec 1033, a w poligamicznym średniej masie 1000 g samicy odpowiada 1211 g samiec. U osobników dużych — gdy samica monogamiczna waży 10 kg to samiec 10,38 kg, ale u gatunków poligamicznych 10 kg samicy odpowiada samiec o masie 14,73 kg. Wynika z tego, że dobór naturalny preferuje samce większe, a powstanie zjawiska poligamii łączy się ściśle ze wzrostem rozmiarów ciała samców. Monogamiczność tak u Naczelných jak i większości ssaków jest charakterystyczna dla ga-



tunków o małych lub średnich rozmiarach, a więc w tej grupie zwierząt selekcja płciowa nie prowadzi do preferowania dużych samców, a w dalszej konsekwencji do zwiększania rozmiarów samców w toku ewolucji.

W. B-S.

Nature 1978 (April 13)

**Wpływ światła na rozmnażanie meduz.** Meduzy *Spirocodon saltatrix* zawsze składają jaja wkrótce po zapadnięciu zmroku. Przeniesione do ciemności nawet w środku dnia, już po 2 godzinach składają duże ilości dojrzałych jaj. Oocyty pobrane z jajników rano lub po południu są zawsze niedojrzałe. Jajniki wyizolowane z samic i trzymane w normalnym oświetleniu rozwijają się nadal i po 15 godzinach osiągają rozmiary jajników dojrzałych, ale wystarczy przetrzymać je przez 30 minut w ciemności, aby już po 50–70 minutach uwalniały się z nich dojrzałe jaja. Wykazano, że w ciemności syntetyzowana jest w jajnikach jakaś substancja, która indukuje składanie jaj. Jedne, wyizolowane i trzymane w wodzie morskiej jajniki przebywały cały czas na świetle, inne przeniesiono na 30 minut do ciemności. Następnie w obu seriach doświadczeń usunięto jajniki przez odwirowanie, a wodę, w której one były wlane do naczyń ze świeżo wyizolowanymi jajnikami (środowisko 0 — woda, w której jajniki były trzymane cały czas na świetle; środowisko 30 — woda, w której trzymano jajniki przez 30 minut w ciemności). Okazało się, że wystarczy 30 minut działania ciemności, aby jajniki wydzieliły do wody substancję aktywną, pod wpływem której świeże jajniki wydzieliły teraz ponad 4-krotnie więcej jaj niż te, które potraktowano wodą z serii trzymanej tylko na świetle (czyli środowiskiem 0). Jeśli doświadczałne jajniki trzymano w ciemności przez 120 minut, można było uzyskane środowisko 120 rozcieńczyć wodą morską 8-krotnie i jeszcze pobudzało ono składanie jaj, ale środowisko 30 rozcieńczone 4-krotnie przestawało być aktywne. Wstępna analiza chemiczna wykazała, że substancja czynną jest jakiś peptyd o niskim ciężarze cząsteczkowym. Gdy inkubowano w wodzie w ciemności wyizolowane manubria, ramiona i jądra, okazało się, że środowisko z manubriów hamuje, z ramion nie wywiera żadnego wpływu, a z jąder pobudza składanie jaj. Tak więc tylko układ rozrodczy (zarówno samicy, jak i samca) syntetyzuje substancję aktywną, która reguluje dojrzewanie i synchronizuje składanie jaj.

W. B-S.

Nature 1978 (April 13)

**Nowe dane z biologii świdrowca *Trypanosoma congolense*.** Dotychczas pasożytnicze świdrowce, roznoszone przez muchy tse-tse dzielono na dwie grupy: jedną, to *Trypanosoma brucei* i szereg jej podgatunków, które pasożytują w całym ciele żywiciela, żyją głównie w płynie międzykomórkowym oraz w płynach jam ciała; druga, to *T. vivax* i *T. congolense*, które żyją wyłącznie w układzie krążenia, w osoczu krwi. Ostatnio wykazano, że w miejscach ukłucia przez muchę tse-tse zarówno w skórze jak i w przylegających tkankach i płynie surowiczym występuje *T. congolense* kilka dni wcześniej niż w osoczu krwi. Muchy tse-tse eksperymentalnie zakażone przez *T. congolense* następnie zakażały króliki. W miejscach ukłucia po 5–6 dniach stwierdzano w skórze królików drobne guzki, które w dziewiątym dniu osiągały do 25 mm średnicy i utrzymywały się do piętnastego dnia. Już w siedem dni po infekcji w płynie surowiczym stwierdzono obecność trypanosom i znajdowano je tam aż do 19-tego dnia. W krwi obwodowej pasożyty pojawiały się dopiero w 14–19-tym dniu. Mikroskopowo stwierdzono w skórze już w siódmym dniu obecność pasożytów, a w dziewiątym dniu widoczne były zmiany degeneracyjne kolagenu. W tym czasie pasożyty były również w naczyniach limfatycznych. W dotychczasowych badaniach nad *T. brucei* używano hodowli fibroblastów, które zakażano

tym pasożytem; obecnie okazało się, że również *T. congolense* będzie można badać nie tylko w zakażonych zwierzętach, ale również w hodowlach *in vitro*, co jest znacznie prostsze, a zwłaszcza tańsze.

W. B-S.

Nature 1978 (April 13)

**Organiczne związki ołowiu gromadzą się w mózgu.** Od przeszło 50 lat dodaje się do benzyny organicznych związków ołowiu, takich jak czterotylek czy czterometylek ołowiu, jako czynnik usprawniający pracę silnika. Od niedawna zwraca się uwagę na skażenie naturalnego środowiska tymi związkami. Większość organicznych związków ołowiu przekształca się w związki nieorganiczne podczas spalania benzyny, część jednak nie spalonej i parującej benzyny dostaje się do środowiska. Czterotylek i czterometylek ołowiu ulegają rozkładowi pod wpływem promieni ultrafioletowych, jednak tego promieniowania w wielkich miastach jest tak mało, że procesy samoczyszczania atmosfery z organicznych związków ołowiu są znikome i ludzie zmuszeni są do ich wdychywania. Organiczne związki ołowiu gromadzą się przede wszystkim w tkance nerwowej. W Danii zbadano pośmiertnie szereg mózgów mieszkańców Kopenhagi oraz odległych miasteczek, na zawartość organicznych związków ołowiu, miedzi i potasu. Okazało się, że im niższe piętra zamieszkiwali ludzie w Kopenhadze, tym więcej organicznych związków ołowiu znajdowano w ich mózgach. Znacznie mniej ołowiu stwierdzono w mózgach mieszkańców dalekich przedmieść czy małych miasteczek. Im więcej ołowiu gromadziło się w mózgu, tym mniej było w nim miedzi. Nie stwierdzono natomiast różnic w poziomie potasu. W przebadanych mózgach stwierdzono od 0,1 do 0,5% dawki śmiertelnej dla człowieka. Ołów blokuje działanie wielu enzymów, zwłaszcza oddechowych. Wobec uzyskanych wyników należałoby się zastanowić, na jakie niebezpieczeństwo narażeni są przede wszystkim pracownicy stacji benzynowych i zakładów naprawy samochodów.

W. B-S.

Nature 1978 (August 10)

**Nowoczesne budownictwo — nie tylko dla ludzi.** Inwazje różnych szkodników synantropijnych, przechowywanych itp. — głównie owadów — stały się na przestrzeni bieżącego stulecia zjawiskami powszechnymi. Szybkość współczesnych środków komunikacji i transportu umożliwia biernie przenoszonym zwierzętom przedostawanie się nawet bez pokarmu na znaczne odległości. Wiele zawleczonych gatunków utrzymuje się na stałe na nowych terenach. Warunkiem powodzenia gatunku w nowym miejscu jest oczywiście znalezienie przezeń i przystosowanie się do odpowiedniego środowiska zastępczego, o przynajmniej ogólnych cechach zbliżających je do naturalnych miejsc bytowania danego zwierzęcia. Stąd mieszkania i inne ogrzewane zimą pomieszczenia w krajach o klimacie umiarkowanym, a nawet zimnym stają się siedliskami licznych form tropikalnych i subtropikalnych. W przypadku nastania szczególnie korzystnych warunków zawleczony gatunek, który, przypuścimy, dotąd zaledwie utrzymywał się w nowym dla siebie środowisku, nagle rozpanoszyć się może do rozmiarów plagi.

**Mrówka faraona (*Monomorium pharaonis*)** na przykład znana była w Polsce już w wieku XIX (pierwsze doniesienie o jej występowaniu w Warszawie pochodzi z roku 1892). Masowo pojawiła się jednak dopiero przed kilkunastu laty — po wprowadzeniu nowoczesnych technologii budowlanych. Szczeliny między prefabrykatami, kanały dla sieci wodociągowej, gazowej i elektrycznej, szyby zyspów itp. zakamarki stwarzają doskonałe warunki dla bytowania, rozwoju i ukrycia się tych owadów.

Takim przykładem, niejako z ostatniej chwili, jest



też rybek cukrowy (*Lepisma saccharina*) — przedstawiciel rzędu szczeciogonków (*Thysanura*), podgromady owadów bezskrzydłych (*Apterygota*). Owad ten, będący obecnie gatunkiem kosmopolitycznym, pochodzi z okolic subtropikalnych, lecz przystosował się do życia w warunkach klimatu umiarkowanego, gdzie występuje w miejscach ciepłych i wilgotnych. Rybek jest organizmem wielożernym — szkody powoduje przede wszystkim w wyrobach papierniczych i tekstylnych; niszczy skórę, wełnę, jedwab itp. Odżywia się również artykułami spożywczymi: cukrem, mąką, kaszą i innymi. Do niedawna, aczkolwiek spotykany był w wielu mieszkaniach, występował tam pojedynczo, zwykle w łazienkach. Obecnie coraz po-

wszechniejsze są sygnały o masowych pojawach tego gatunku w mieszkaniach w różnych miastach Polski. Optymalizację warunków bytowania rybek zawdzięcza współczesnej technice wystroju wnętrz. „Wylęgarniami” tych owadów stały się szczeliny pod poszczególnie teraz stosowanymi wykładzinami podłogowymi, głównie lenteksem. Lenteks, którego podkład stanowią lniane pakuły, sam jest prawdopodobnie doskonałą pożywką dla rybeków. Kładziony niestannie, często na wilgotny (!) beton, stwarza wyśmienite warunki dla życia i rozrodu tych, a przypuszczalnie i innych owadów synantropijnych.

W. Cz.

## R E C E N Z J E

**Specificity of Embryological Interactions**, D. R. Garrod (Ed.), Chapman and Hall, London 1978, str. 274, cena £ 15

Głównym tematem książki jest współdziałanie komórek podczas rozwoju zarodkowego, zwłaszcza takie oddziaływania, które rozstrzygają o ostatecznym rozmieszczeniu komórek w rozwijającym się organizmie. Zagadnienie to jest dyskutowane z szerokim uwzględnieniem ruchów morfogenetycznych komórek i ich efektów.

Wzajemne oddziaływanie komórek zachodzi po raz pierwszy w rozwoju z wielką mocą w czasie gastrulacji, a zatem w tej fazie rozwoju, w której komórki zarodka ulegają przemieszczeniu i przeorganizowaniu przestrzennemu w warstwowo rozmieszczone ugrupowania zwane listkami zarodkowymi. Tak więc w następstwie gastrulacji zmienia się drastycznie sąsiedztwo komórek w zarodku. Jednym z czołowych zagadnień anonowanej książki są procesy wpływające na ruchy morfogenetyczne w zarodku oraz na zajmowanie przez wędrujące komórki określonych pozycji.

Szczególnie spektakularnym przykładem ruchów morfogenetycznych i ich następstw u zarodków kręgowców są ruchy podejmowane przez komórki grzebieni nerwowych. Pięknie przedstawiono to zagadnienie na przykładzie zarodków ptaków w rozdziale książki opracowanym przez D. M. Noden. Warto odnotować, że w rozdziale tym, ozdobionym bardzo interesującymi ilustracjami, zestawiono w obszernej tabeli kierunki różnicowania się komórek pochodzących z grzebieni nerwowych ptaków. Komórki te są

wygodnym materiałem dla badaczy procesów morfogenetycznych, gdyż są one łatwo dostępne dla zabiegów mikrochirurgicznych, a poza tym można je poddawać w różnych okresach rozwoju rozmaitym wpływom biochemicznym.

Oczywiście w zarodku kręgowców wiele innych typów komórek podejmuje także ruchy morfogenetyczne, aby wymienić tylko migracje komórek mezenchymatycznych, wędrowkę komórek pragenitalnych do zawiązków gonad i wiele innych.

Kolejny temat książki dotyczy zagadnienia formowania się połączeń nerwowych. Jednym z licznych aspektów tego procesu są ruchy morfogenetyczne neuronów towarzyszące ustanawianiu między nimi odpowiednich połączeń. Ruchy morfogenetyczne neuronów są tym różne od podobnych ruchów w wykonaniu innych typów komórek, że perikariony neuronów właściwie nie zmieniają miejsca położenia, natomiast rosna i przesuwają się ich wypustki. Zakończenia tych ostatnich nawiązują ze sobą złożony system połączeń.

Pozostałe teksty zamieszczone w omawianej książce dotyczą bardzo szczegółowych procesów związanych z różnicowaniem i rozwojem, jak adhezja komórek oraz podłoże molekularne tego zjawiska. Osobne rozdziały przeznaczono na omówienie adhezji komórek u gąbek i śluzowców.

*Specificity of Embryological Interactions* jest książką adresowaną do pracowników naukowych. Stanowi ona kolejny tom obszernej serii wydawniczej pt. „Receptors and Recognition”.

A. Jasiński

## S P R A W O Z D A N I A

### Sprawozdanie z działalności Oddziału Krakowskiego PTP im. Kopernika za 1978 rok

W okresie sprawozdawczym główny kierunek działalności Oddziału był skierowany, jak w latach ubiegłych, na organizowanie odczytów o tematyce przyrodniczej, donoszącej o najnowszych osiągnięciach w tej dziedzinie. Ogółem wygłoszonych zostało 19 odczytów, bogato ilustrowanych przezroczami, oraz 3 filmy przyrodnicze. Tematyka ich była następująca:

10. I. 1978 — dr Anna Pacyna, *Flora Gór Chentej* (Mongolia) (z przezroczami)

17. I. 1978 — doc. dr Anna Krzysztofowicz, *Owady oceanów* (z przezroczami)
23. I. 1978 — Pokaz filmu w kolorach pt. *Wielka Rafa Koralowa* (Australia), cz. I.
31. I. 1978 — Pokaz filmu w kolorach pt. *Wielka Rafa Koralowa*, cz. II.
7. II. 1978 — Pokaz filmu w kolorach pt. *Korale*
14. II. 1978 — dr January Weiner, *Zwierzęta mongolskiego stepu* (z przezroczami)
21. II. 1978 — doc. dr Barbara Węglarska, *Niesporczaki*
28. II. 1978 — prof. dr Aleksander Koj, *Mechanizm wydzielania komórkowego*
7. III. 1978 — dr Andrzej Obidowicz, *Torfowiska Alpejskie*
4. IV. 1978 — dr Kazimierz Strzałka, *Modyfikacja genomu roślin w obcym DNA*



11. IV. 1978 — prof. dr Józef Surowiak, *Co to jest pobudliwość?*
  18. IV. 1978 — doc. dr Zbigniew Dąbrowski, *Mechanizm odnowy krwi*
  25. IV. 1978 — prof. dr Krzysztof Bieniarz, *Wędrówki ryb łososiowatych w Polsce* (ilustrowany)
  30. V. 1978 — prof. dr Franciszek Górski, *Nowy model DNA*
  17. X. 1978 — prof. dr Jan Kornaś, *Paprocie w Afryce tropikalnej* (z przezroczami)
  24. X. 1978 — dr Jerzy Pokorny, *Zróżnicowanie strefowe środowiska geograficznego w Nigerii* (z przezroczami)
  7. XI. 1978 — prof. dr Franciszek Górski, *Entropia strukturalna organizmu* (z przezroczami)
  14. XI. 1978 — doc. dr Adam Łomnicki, *O przewidywaniu z darwinowskiej teorii doboru*
  21. XI. 1978 — prof. dr Paweł Sikora, *70 lat Zakładu Antropologii UJ*
  28. XI. 1978 — dr med. Janusz Kutyba, *Rozruszniki serca i elektrostymulacja jako współczesna metoda leczenia w kardiologii* (z przezroczami)
  5. XII. 1978 — dr Henryk Kubiak, *Ssaki Polski sprzed 20 milionów lat*
  12. XII. 1978 — prof. dr Stanisław Wróbel, *Llanos — Wenezuelskie sawanny* (z przezroczami).
- Frekwencja na odczytach była dobra.  
 Ponadto Zarząd Oddziału współuczestniczył w okręgowych eliminacjach Olimpiady Biologicznej regionu krakowskiego.
- W omawianym okresie sprawozdawczym odbyło się 1 posiedzenie pełnego Zarządu Oddziału w dniu 29. V. 1978 r., na którym omówiono sprawy organizacyjne i bieżące oraz przygotowanie Walnego Zebrania. W tym samym dniu Komisja Rewizyjna Od-

działu dokonała sprawdzenia książki kasowej i części dokumentów znajdujących się w posiadaniu Oddziału. Komisja Rewizyjna stwierdziła prawidłowe prowadzenie książki i raportów finansowych.

Walne Zebranie Oddziału Krakowskiego odbyło się dnia 30. V. 1978 r., na którym dokonano wyboru nowego przewodniczącego oraz sekretarza. Obecny skład Zarządu Oddziału przedstawia się następująco: Prezydium Zarządu: przewodniczący — prof. dr Józef Surowiak, I wiceprzewodniczący — prof. dr Paweł Sikora, II wiceprzewodniczący — prof. dr Czesław Jura, sekretarz — prof. dr Anna Krzysztofowicz, skarbnik — doc. dr Wanda Byczkowska-Smyk. Członkowie Zarządu: doc. dr Barbara Godowicz, prof. dr Zygmunt Grodziński, prof. dr Kazimierz Maślankiewicz, mgr Izabella Molewicz, prof. dr Władysława Niemczykowa, prof. dr Eugeniusz Rybka, doc. dr Stanisława Stokłosowa, dr Janusz Wojtusiak, prof. dr Roman Wojtusiak, prof. dr Jan Zurzycki. Komisja Rewizyjna: przewodniczący — prof. dr Jerzy Małecki, członkowie: prof. dr Bronisław Jasicki, doc. dr Barbara Węglarska, doc. dr Jadwiga Manowska.

Stan członków Oddziału na dzień 31. XII. 1978 r. wynosił 429, z tego nie uregulowało składek członkowskich za 1977 r. — 25 członków, a za 1978 — 9 członków. Przyjętych zostało 43 nowych członków, a 2 przeniosło się z innych Oddziałów, 2 członków zrezygnowało z przynależności do T-wa. Zmarło 4 członków: dr Jerzy Błęszyński, doc. dr Tadeusz Bory-Miarczyński, dr Władysław Domagalski, prof. Leonard Horbulewicz.

W roku 1978 zaprenumerowało czasopismo *Wszechświat* 386 członków, a czasopismo *Kosmos* ser. A — 47 członków.

#### ERRATA

W zeszycie 3/79 w artykule B. Szabuniewicza *Spiralne układy komórek* s. 42, 9 wiersz od dołu (lewa szpalta) zamiast „heliotropizm” winno być „filotaksja helikalna”.

## WSZECHŚWIAT

Rada Redakcyjna: Przewodniczący — Henryk Szarski

Członkowie: Marian Kamiński, Marian Książkiewicz, Kazimierz Maślankiewicz, Kazimierz Maroń, Tadeusz Ruebenbauer, Eugeniusz Rybka.

Redaktor Naczelny: Kazimierz Maślankiewicz, Komitet Redakcyjny: Franciszek Górski, Halina Krzanowska (z-ca nac. red.), Kazimierz Maroń (sekretarz redakcji)

Adres redakcji: 31-118 Kraków, ul. Podwale 1 parter, tel. 229-24



**ADRESY I KONTA BANKOWE ODDZIAŁÓW POL. TOW. PRZYRODNIKÓW  
IM. KOPERNIKA**

- 15-089 Białystok, ul. Kilińskiego 1, Zakład Biologii Ogólnej AM, **PKO O/Białystok nr 5513-1339-132**
- 85-093 Bydgoszcz, Pl. Weyssenhoffa 11, Instytut Melioracji i Użytków Zielonych **PKO O/Bydgoszcz nr 9511-954-132**
- 82-300 Elbląg, ul. Armii Czerwonej 42, **PKO O/Elbląg nr 17516-7647-132**
- 80-227 Gdańsk-Wrzeszcz, ul. Hibnera 1c, Instytut Medycyny Morskiej, **PKO O/Gdańsk nr 19510-19220-132**
- 40-032 Katowice 2, ul. Jagiellońska 28, Instytut Botaniki, p. 104, **PKO I O/M Katowice nr 27515-13387-132**
- 25-518 Kielce, ul. Rewolucji Październikowej 33, WSP, Zakład Biologii, **PKO O/M Kielce nr 29519-4037-132**
- 31-118 Kraków, ul. Podwale 1, **PKO O/Kraków nr 35510-16447-132**
- 20-090 Lublin, ul. Jaczewskiego 8, Zakład Patofizjologii AM, **PKO I O/M Lublin nr 43528-17662-132**
- 90-011 Łódź, Park Sienkiewicza, **PKO I OM O/Łódź nr 47513-7676-132**
- 10-744 Olsztyn-Kortowo, Instytut Uprawy Roli i Roślin, blok 38, pk. 112, **PKO I O/M Olsztyn nr 51523-1759-132**
- 60-814 Poznań, ul. Zwierzyniecka 19, Miejski Ogród Zoologiczny, **PKO O/Poznań nr 635-17343-132**
- 24-100 Puławy, ul. Kazimierska 2, **PKO O/Puławy nr 43632-622-132**
- 35-010 Rzeszów, ul. Towarnickiego 1a, Instytut Kształcenia Nauczycieli, **PKO O/Rzeszów nr 69515-2541-132**
- 76-200 Słupsk, ul. Arciszewskiego 22b, Dziekanat Wydz. Matem.-Przyr. WSN, **PKO O/Słupsk nr 77510 1137-132**
- 71-434 Szczecin, ul. Słowackiego 17, Instytut Ekologii i Ochrony Środowiska AR, pk. 215, **PKO II O/M Szczecin nr 81520-6578-132**
- 87-100 Toruń, ul. Gagarina 9, Instytut Biologii, **PKO O/M Toruń nr 87014-6477-132**
- 00-901 Warszawa, Pałac Kultury i Nauki, piętro 19, pok. 1916, **PKO O/M Warszawa nr 1531-2945-132**
- 50-205 Wrocław, ul. Cybulskiego 30, I p., **PKO IV O/M Wrocław nr 93549-13101-132**
- 65-052 Zielona Góra, ul. Kazimierza Wielkiego 24, V Okręgowy Zarząd Lasów Państwowych (dr St. Duda), **PKO I O/M Zielona Góra nr 97518-5278-132**

rok 1945 nr nr 3 po 0,72 za egzemplarz

„ 1946 „ „ 1, 2, 3, 4, 5, 6 po 0,72 za egzemplarz (komplet)

„ 1947 „ „ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 po 0,72 za egzemplarz (komplet)

„ 1948 „ „ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 po 0,72 za egzemplarz (komplet)

„ 1952 „ „ 3-6, 7-10 (łączone po 4 egzemplarze) po 4,80 za egzemplarz

„ 1954 „ „ 9-10 (łączone po 2 egz.) po 8.— za egzemplarz

„ „ 8-9, 10-21 (łączone) po 8.— za egzemplarz

„ 1956 „ „ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 po 4.— za egzemplarz

„ „ 11-12 (łączone) po 8.— za egzemplarz (komplet)

„ 1957 „ „ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12 po 6.— za egzemplarz

„ „ 8-9 (łączone) po 12.— za egzemplarz (komplet)

„ 1958 „ „ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12 po 6.— za egzemplarz

„ „ 7-8 (łączone) po 12.— za egzemplarz (komplet)

„ 1959 „ „ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 11, 12 po 6.— za egzemplarz

„ „ 7-8 (łączone) po 12.— za egzemplarz

„ 1960 „ „ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 po 6.— za egzemplarz (komplet)

„ 1961 „ „ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12 po 6.— za egzemplarz

„ „ 7-8 (łączone) po 12.— za egzemplarz (komplet)

„ 1962 „ „ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12 po 6.— za egzemplarz

„ „ 7-8 (łączone) po 12.— za egzemplarz (komplet)

„ 1963 „ „ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12 po 6.— za egzemplarz

„ „ 7-8 (łączone) po 12.— za egzemplarz (komplet)

„ 1964 „ „ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12 po 6.— za egzemplarz

„ „ 7-8 (łączone) po 12.— za egzemplarz (komplet)

„ 1965 „ „ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12 po 6.— za egzemplarz

„ „ 7-8 (łączone) po 12.— za egzemplarz (komplet)

„ 1966 „ „ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12 po 6.— za egzemplarz

„ „ 7-8 (łączone) po 12.— za egzemplarz

„ 1967 „ „ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12 po 6.— za egzemplarz

„ „ 7-8 (łączone) po 12.— za egzemplarz (komplet)

„ 1968 „ „ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12 po 6.— za egzemplarz

„ „ 7-8 (łączone) po 12.— za egzemplarz (komplet)

„ 1969 „ „ 5, 6, 9, 10, 11, 12 po 6.— za egzemplarz

„ „ 7-8 (łączone) po 12.— za egzemplarz

„ 1970 „ „ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12 po 6.— za egzemplarz

„ „ 7-8 (łączone) po 12.— za egzemplarz (komplet)

„ 1971 „ „ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12 po 6.— za egzemplarz

„ „ 7-8 (łączone) po 12.— za egzemplarz (komplet)

„ 1972 „ „ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12 po 6.— za egzemplarz

„ „ 7-8 (łączone) po 12.— za egzemplarz (komplet)

„ 1973 „ „ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12 po 6.— za egzemplarz

„ „ 7-8 (łączone) po 12.— za egzemplarz (komplet)



WARUNKI PRENUMERATY  
MIESIĘCZNIKA**WSZECHŚWIAT**

## Cena prenumeraty:

|            |         |
|------------|---------|
| kwartalnie | zł 18,— |
| półrocznie | zł 36,— |
| rocznie    | zł 72,— |

Prenumeratę na kraj przyjmują Oddziały RSW „Prasa-Książka-Ruch” oraz urzędy pocztowe i doręczyciele w terminach:

**do dnia 25 listopada br.** na styczeń, I kwartał, I półrocze roku następnego i cały rok następny

**do dnia 10 miesiąca** (z wyjątkiem grudnia) poprzedzającego okres prenumeraty na pozostałe okresy roku bieżącego

Jednostki gospodarki społecznej, instytucje i organizacje społeczno-polityczne składają zamówienia w miejscowych Oddziałach RSW „Prasa-Książka-Ruch”.

Zakłady pracy w miejscowościach, w których nie ma Oddziałów RSW oraz prenumeratorzy indywidualni zamawiają prenumeratę w urzędach pocztowych lub u doręczycieli.

Prenumeratę na zagranicę która jest o 50% droższa, przyjmuje RSW „Prasa-Książka-Ruch”, Centrala Kolportażu Prasy i Wydawnictw, 00-958 Warszawa, ul. Towarowa 28, konto PKO nr 1531-71 w terminach podanych dla prenumeraty krajowej.

Bieżące i archiwalne numery można nabyć lub zamówić w księgarniach naukowych „Domu Książki” oraz we Wzorcowni Wydawnictw Naukowych PAN — Ossolineum — PWN, 00-901 Warszawa, Pałac Kultury i Nauki (wysoki parter).

**ADRES REDAKCJI:** Redakcja czasopisma WSZECHŚWIAT, 31-118 Kraków, ul. Podwale 1, tel. 229-24.

**ADRES WYDAWNICTWA:** Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Oddział, 31-112 Kraków, ul. Smoleńsk 14, tel. 296-76, 267-86.