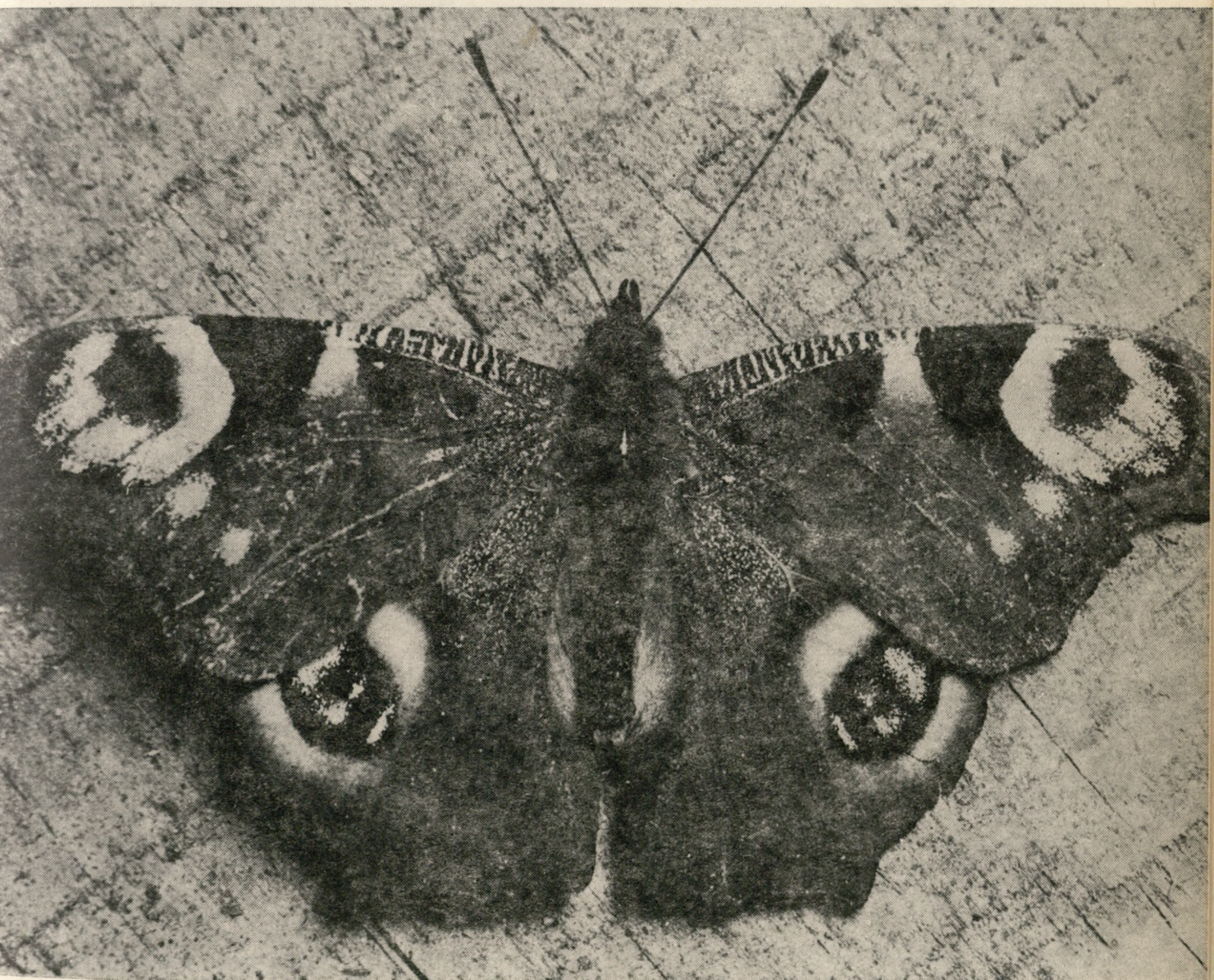


WSZECHŚWIAT
PISMO PRZYRODNICZE

TOM 85 NR 6

CZERWIEC 1984



TREŚĆ ZESZYTU 6 (2246)

W. E. Haefely, System gaberyczny a benzodiazepiny	125
J. Mergentaler, Heliosfera i promieniowanie kosmiczne	132
A. Marchlewska-Koj, O „koedukacji” embrionów	134
T. Szczypek, S. Wika, Wpływ wiatru i działalności człowieka na kraj- obraz Pustyni Błędowskiej	137
W. Krach, Zagubiony brzeg morski w Krakowie pod Norbertankami . .	139
Nagrody Nobla	
Laureaci Nagrody Nobla w dziedzinie fizyki w 1983 r. (H. Brancewicz)	142
Nagroda Nobla w dziedzinie chemii w r. 1983 (J. Boksa)	143
Drobiazgi przyrodnicze	
Grzyby keratynofilne (K. Ulfig)	145
Wszechświat przed 100 laty	147
Recenzje	
D. Frazer: Reptiles and Amphibians in Britain (P. Sura)	148
J. Mowszowicz: Przewodnik do oznaczania krajowych roślin tru- jących i szkodliwych (H. Klama)	148

Spis plansz

- Ia. WALABIA Benetta *Protemnodon rufogrisea* (Desmarest). Fot. W. Strojny
Ib. ROSOMAK *Gulo gulo* L. Fot. W. Strojny
II. ROPUCHA ZWYCZAJNA *Bufo bufo* (L.) Fot. P. Sura
III. CZERMIEŃ BŁOTNA *Calla palustris* L. Fot. Z. Mirek
IV. KOTEWKA ORZECH WODNY *Trapa natanus* L. Fot. J. Mendaluk

WSZECHSWIAT

PISMO PRZYRODNICZE

ORGAN POLSKIEGO TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA

TOM 85
(ROK 103)

CZERWIEC 1984

ZESZYT 6
(2246)

Od redakcji

Dwóch wybitnych uczonych, zagadniętych na Międzynarodowej Konferencji Neurobiologicznej w Capó Boi w maju-czerwcu 1983, obiecało nadesłać do „Wszechświata” artykuły na temat swoich badań. Byli to Willy Haefely, dyrektor Zakładu Badań Farmaceutycznych firmy F. Hoffmann-La Roche w Bazylei, oraz Erminio Costa, szef Laboratorium Farmakologii Przedklinicznej Amerykańskiego Instytutu Zdrowia Psychicznego w Washington. Obaj uczeni napisali na ten sam fascynujący temat: mechanizm działania leków przeciwlękowych

z grupy benzodwazepin. Badania na tym polu otworzyły nowe perspektywy dla zrozumienia pewnych aspektów działania mózgu. Zdecydowaliśmy się zamieścić oba artykuły obok siebie. Artykuł Haefely’ego zawiera obszerne, bardzo instruktywne wprowadzenie dotyczące funkcji neuronów w ogólności, a neuronów gabergicznych w szczególności. W tym numerze Wszechświata zamieszczamy tę wstępną część; zapoznanie się z nią ułatwi czytanie artykułu Costy i drugiej części artykułu Haefely’ego, które opublikujemy w numerze następnym.

Obu uczonym Redakcja Wszechświata dziękuje za życzliwość dla naszego czasopisma.

WILLY E. HAEFELY (Bazylea)

SYSTEM GABERGICZNY I BENZODIAZEPINY

I. FUNKCJE NEURONU I ZNACZENIE UKŁADU GABERGICZNEGO

W 1956 r. Leo Sternbach¹ chemik pracujący w Wydziale Badań Hoffman-La Roche Inc. w Nutley (New Jersey) zsyntetyzował chlordiazepoksyd. Jego kolega, farmakolog Lowell O. Randall stwierdził, że związek ten wykazuje niezwykle ciekawe właściwości uspokajające u zwierząt. Bardzo szybko okazało się, że chlor-

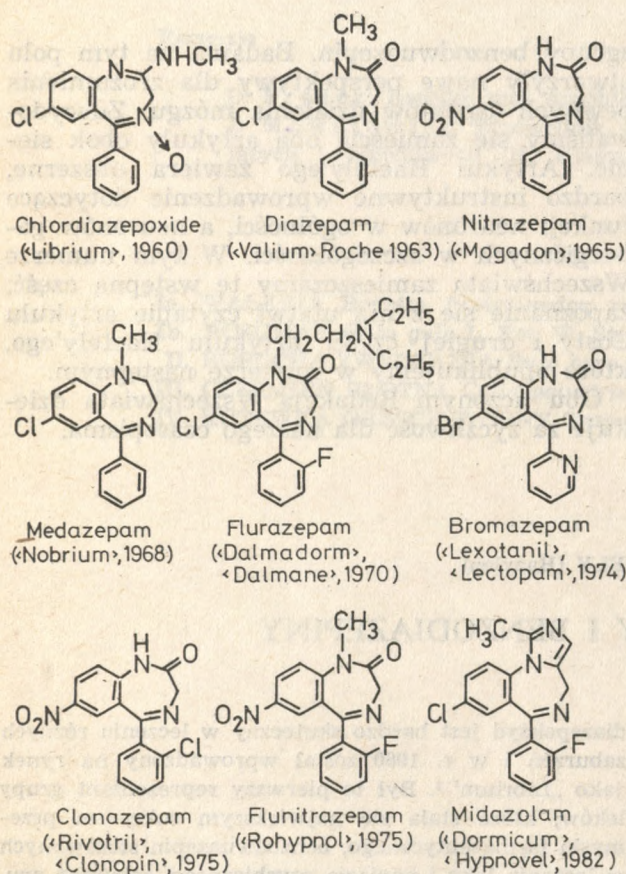
diazepoksyd jest bardzo skuteczny w leczeniu różnych zaburzeń i w r. 1960 został wprowadzony na rynek jako „Librium”². Był to pierwszy reprezentant grupy leków, która stała się największym sukcesem przemysłu farmaceutycznego, benzodwazepin stosowanych w leczeniu lęku i napięcia psychicznego, zaburzeń snu, epilepsji, kurczów mięśni i licznych schorzeń psychosomatycznych (ryc. 1).

Mechanizm działania benzodwazepin pozostawał niewyjaśniony przez prawie dwadzieścia lat. Wydaje się to niewiarygodne, gdyż były to leki przepisywane

¹ Polak, przed II wojną światową asystent prof. Dziewońskiego na Uniwersytecie Jagiellońskim (przyp. tłum.).

² Polski odpowiednik: „Elenium”.

najczęściej. Wynika stąd, że osiągnięcie pewnych celów w badaniach farmakologicznych nie zależy jedynie od ilości i jakości badań, ale przede wszystkim od postępów w rozumieniu podstawowych funkcji biologicznych. Podobnym przykładem są salicylany, do których należy aspiryna: przez 60 lat, mimo powszechnego użycia, nie znano zasady ich działania i dopiero odkrycie prostaglandyn i ich roli w bólu i zapaleniach umożliwiło zrozumienie działania tej grupy leków. Zrozumienie komórkowych i molekularnych mechanizmów działania benzodwazepin nie było możliwe przed stwierdzeniem, że kwas γ -aminomasłowy (GABA) jest głównym neuromediatozem hamującym w ośrodkowym układzie nerwowym ssaków, oraz przed rozwojem licznych nowoczesnych technik badawczych. Naukowcy z Hoffmann-La Roche przodowali w badaniach, które doprowadziły do obecnego stanu wiedzy o mechanizmie działania benzodwazepin. Jak wykażemy w artykule, benzodwazepiny działają poprzez wzmocnienia fizjologicznych mechanizmów ochronnych w ośrodkowym układzie nerwowym, a mianowicie przez ułatwienie hamującego przekazywania synaptycznego w synapsach gaberycznych. Aby zrozumieć działanie benzodwazepin na te synapsy i konsekwencje czynnościowe tego działania, konieczne jest poznanie elementarnych mechanizmów pobudzenia i hamowania synaptycznego.



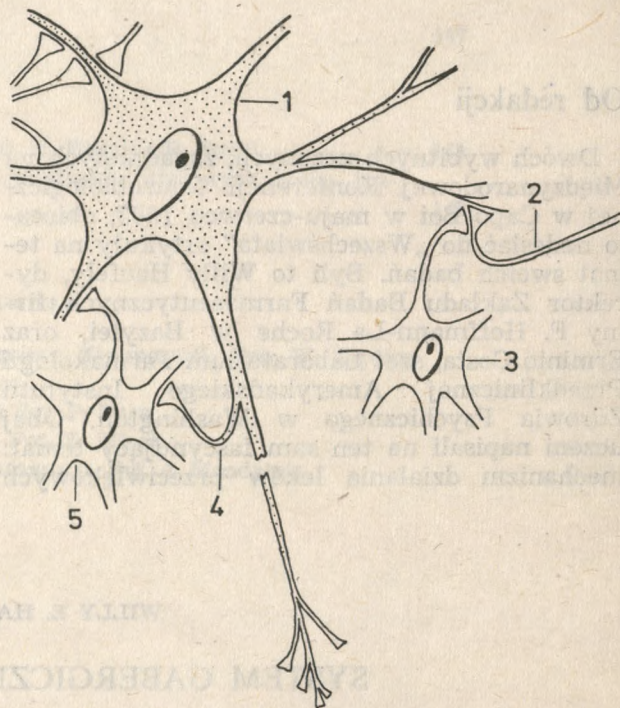
Ryc. 1. Wzory strukturalne benzodwazepin produkowanych przez firmę Hoffman-La Roche na rynki międzynarodowe. Podane są tzw. nazwy rodzajowe, w nawiasie zaś — nazwy handlowe preparatów produkowanych przez Hoffman-La Roche i rok wprowadzenia na rynek. Spośród przedstawionych tu związków w Polsce Polfa produkuje chlordiazepoksyd („Eleanium”), diazepam („Relanium”) oraz nitrazepam

Podstawowe funkcje neuronu

Około 50 miliardów neuronów w ludzkim ośrodkowym układzie nerwowym bardzo różni się między sobą pod względem kształtu i wielkości, ale zasadniczo wszystkie składają się z ciała komórki (soma) z gęstymi rozgałęzionymi wypustkami (dendryty) i aksonu, którego długość może być bardzo różna (ryc. 2). Akson kończy się delikatnymi rozgałęzieniami (terminalne, zakończenia), na końcu których znajdują się małe zgrubienia (guzki końcowe).

Cztery główne funkcje neuronu: rozpoznanie sygnału, generowanie odpowiedzi, przewodzenie potencjału czynnościowego, sekrecja neuromediatora, są zlokalizowane w różnych jego częściach.

Soma i dendryty pełnią funkcje odbiornika, transduktora, procesora i generatora³. Błona somy i dendrytów jest pokryta tysiącami synaps, małych obszarów kontaktu z zakończeniami innych neuronów, doprowadzających sygnały (aferyentnych). Synapsy zbudowane są z błony presynaptycznej guzka końcowego, miejsca podsynaptycznej błony komórkowej dendrytu lub somy, do których guzek dochodzi, i szczeliny synaptycznej, szerokiej ok. 20 nm, oddziałającej błony dwóch neuronów. Błona podsynaptyczna otrzymuje sygnał od neuronu aferentnego w formie chemicznych substancji przekazywających. Te przekazywniki (me-



Ryc. 2. Schematyczny diagram neuronu i niektóre charakterystyczne połączenia synaptyczne. Neurony pobudzające — szare, neurony hamujące — białe; 1 — główny neuron wyjściowy, z somą (ciałem komórki), dendrytami i aksonem, zaopatrzonym w kolateralę zwrotną (4); 2 — zakończenie neuronu wstępującego, tworzące synapsę akso-dendrytyczną z głównym neuronem; 3 — hamujący interneuron, tworzący hamującą synapsę akso-aksonalną na zakończeniu neuronu pobudzającego (hamowanie presynaptyczne); 4 — zwrotna kolaterała; 5 — hamujący interneuron aktywowany przez zwrotną kolateralę (4) głównego neuronu, tworzący hamującą synapsę aksodendrytyczną z głównym neuronem (hamowanie postsynaptyczne)

³ Generatorem potencjału czynnościowego jest głównie początkowy segment aksonu. Aksony pełnią również funkcję odbiorników i transduktorów (przyp. tłum.).

diatory) oddziałują ze specjalnymi molekułami (receptorami) w błonie podsynaptycznej, a na połączenie mediatora z receptorem błona reaguje zmianą swych własności elektrochemicznych. Zmiany te, zwłaszcza zmiany w przeciwnych kierunkach, wywołane przez różne mediatory, są w sposób ciągły sumowane i integrowane i gdy zostanie osiągnięta wartość progowa pobudzenia w somie, generowana zostaje charakterystyczna odpowiedź elektryczna neuronu, potencjał czynnościowy.

Akson jest główną przewodzącą częścią neuronu. Przewodzi on aktywnie potencjał czynnościowy generowany w swoim segmencie początkowym i w somie w kierunku zakończenia, z szybkością charakterystyczną dla każdego neuronu.

Zakończenia aksonu z guzkami końcowymi są głównym miejscem wydzielniczej funkcji neuronu. Guzki zawierają ruchome pęcherzyki synaptyczne w cytoplazmie. W nich składowany jest mediator syntetyzowany w zakończeniu z prekursorów działaniem odpowiednich enzymów. Gdy potencjał czynnościowy dochodzi do zakończenia, następuje wzmożenie napływu jonów wapniowych do guzków końcowych. Podniesienie poziomu wapnia w guzku końcowym jest sygnałem nakazującym pęcherzykom synaptycznym wtopienie się w błonę presynaptyczną, co prowadzi do wyrzucenia zawartości pęcherzyka do szczeliny synaptycznej (egzocytaza). Jak widać, jony wapnia pełnią kluczową rolę w sprzęganiu pobudzenia błonowego z wyzwalaniem mediatora.

Pobudliwa błona neuronalna

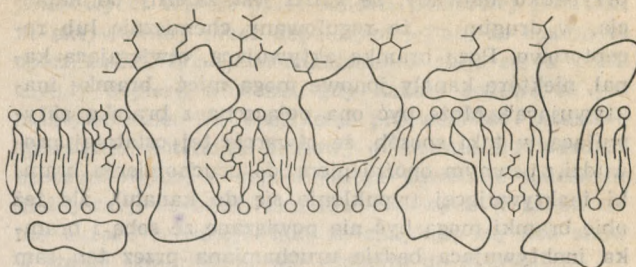
Błona komórkowa neuronu podobnie jak w innych komórkach jest strukturą złożoną z podwójnej warstwy lipidów, praktycznie nieprzepuszczalną dla molekuł hydrofilnych i jonów. Jednakże w tej podwójnej warstwie lipidowej zanurzone są liczne białka i glikoproteiny, działające jako elementy strukturalne, enzymy, receptory oraz elementy transportowe (pompy, nośniki, kanały) (ryc. 3).

Pobudliwość błony neuronalnej, tj. jej zdolność do generowania potencjału czynnościowego, opiera się na obecności pomp jonowych (aktywnie przenoszących jony przeciwko gradientowi elektrochemicznemu, czyli „pod górę”) oraz regulowanych kanałów jonowych (porów, jonoforów), przez które jony mogą przechodzić biernie („w dół”), w kierunku gradientu stężeń.

Stale aktywna pompa sodowo-potasowa usuwa sód z wnętrza komórki i — w zamian — zagęszcza potas w cytoplazmie przy użyciu mechanizmu wymagającego energii, napędzanego przez kwas adenozynotryjfosforowy — ATP⁴. Powoduje to powstanie dużej różnicy stężeń (gradientu chemicznego), tych dwóch kationów po obu stronach błony.

Pompa $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ może bezpośrednio wytwarzać gradient elektryczny (transmembranowa różnica potencjałów), jeżeli przenosi nierówne ilości obu kationów. Nawet jednak jeżeli nie działa ona w ten bezpośredni elektrogeny sposób („pompa potencjału”), ale tylko wymienia równe ilości sodu za potas (pompowanie elektroneutralne, „pompa stężeniowa”) zagęszcza potas wewnątrz, a sód zewnątrz neuronu, różnica potencjałów w poprzek błony może i tak się wytworzyć, jeżeli przewodność (przepuszczalność) błony dla tych różnych jonów będzie różna. Tak właśnie dzieje się w neuronie, gdzie błona w stanie spoczynku jest

Przestrzeń międzykomórkowa



Wnętrze komórki

Ryc. 3. Diagram błony komórkowej neuronu. Podstawowa dwuwarstwa lipidowa składa się z fosfolipidów (grupy polarne na zewnątrz, apolarne łańcuchy węglowodorowe kwasów tłuszczowych w środku) i cholesterolu. Molekuły białek (gliko- i lipo-protein) konstrykcyjnych i niekonstrykcyjnych są związane z powierzchniami błony lub są włączone w dwuwarstwę. Rozgałęzione boczne łańcuchy heterosacharydów wystają na zewnątrz komórki z glikoprotein i lipidów

bardzo słabo przepuszczalna dla sodu, ale około dziesięciokrotnie bardziej przepuszczalna dla potasu. Gradient stężeń potasu utrzymywany przez działanie pompy, w połączeniu z praktycznie selektywną przepuszczalnością błony dla tego kationu, generuje transmembranowy potencjał dyfuzyjny rzędu 70-90 mV ujemny wewnątrz neuronu. Nazywamy go potencjałem błonowym spoczynkowym. Inaczej mówiąc, w stanie spoczynku neuron zawiera nadmiar jonów ujemnych, ponieważ gradient stężeń zmusza potas do wypływu z neuronu, pozostawiając na wewnętrznej powierzchni błony aniony, dla których błona jest nieprzepuszczalna. Neuron zachowuje się więc jak elektroda lub bateria potasowa. Ta polaryzacja elektryczna neuronu jest natychmiast dostępnym źródłem energii i umożliwia komórce błyskawiczne reagowanie na różnego rodzaju wchodzące sygnały krótkim elektrycznym sygnałem wyjściowym.

Ta właśnie zdolność neuronu do reagowania na sygnał wejściowy opiera się na istnieniu w błonie swoich kanałów jonowych, które mogą być otwierane i zamykane bądź przez sygnały chemiczne (mediatory), bądź zmiany potencjału błonowego, w przeciwieństwie do raczej statycznego kanału potasowego, odpowiedzialnego za stałe usuwanie potasu z komórki, a więc za potencjał spoczynkowy. Te dynamicznie regulowane kanały jonowe (albo pory, albo jonofory) są glikoproteinami, rozciągającymi się w poprzek błony od powierzchni zewnętrznej do wewnętrznej (ryc. 4). Przypuszcza się, że mają one centralny otwór hydrofilowy, którego „ściany” utworzone są przez różne hydrofilowe, naładowane ujemnie grupy bocznych łańcuchów aminokwasowych. Gdzieś pomiędzy wewnętrznym i zewnętrznym ujściem kanału znajduje się wybiórczy filtr, specjalne przestrzenne ułożenie grup funkcjonalnych, przez które mogą przejść tylko jony o określonym ładunku (dodatnie lub ujemne) i o wymiarach nie przekraczających pewnej granicy. Dodatkowo kanał taki może zawierać tak zwane „bramki”. „Bramka aktywująca” jest umiarkowanie przemieszczalną, naładowaną grupą peptydową, która w czasie kiedy kanał znajduje się w stanie zamkniętym wystaje do wnętrza otworu centralnego, ale może zmienić swoją pozycję w makromolekule, jeżeli potencjał błonowy (a więc silne pole elektryczne w poprzek błony) zmienia się, lub gdy mediator chemiczny

⁴ Patrz Wszechświat 1982 83:194.

ny zmienia konformację białek kanału. W pierwszym przypadku mówimy, że kanał jest zależny od napięcia, w drugim — że regulowany chemicznie lub receptorowo. Poza bramką aktywującą, otwierającą kanał, niektóre kanały jonowe mogą mieć „bramkę inaktywującą”. Może być ona połączona z bramką aktywującą w taki sposób, że otwarcie tej ostatniej prowadzi, z pewnym opóźnieniem, do uruchomienia bramki inaktywującej (wpuklenie się do kanału), ale też obie bramki mogą być nie powiązane ze sobą i bramka inaktywująca będzie uruchamiana przez ten sam proces, który uruchamia bramkę aktywującą. Złożona struktura i funkcja takich kanałów jonowych jest konieczna, aby umożliwić szybkie oscylacje kanału pomiędzy trzema stanami: a) zamkniętym, ale gotowym do aktywacji (aktywowalnym), b) otwartym (aktywowanym), i c) zamkniętym i nie gotowym do otwarcia (inaktywowanym). Aby ten ostatni stan uległ izomeryzacji, przekształceniu w stan pierwszy, bodziec aktywujący (zmiana potencjału lub zajęcia receptora) mu-

si przestać działać. Obowiązkowe przejście od stanu otwartego aktywowanego do zamkniętego stanu inaktywowanego służy skróceniu czasu otwarcia kanału do bardzo krótkiego okresu, mimo utrzymujących się długo działających bodźców.

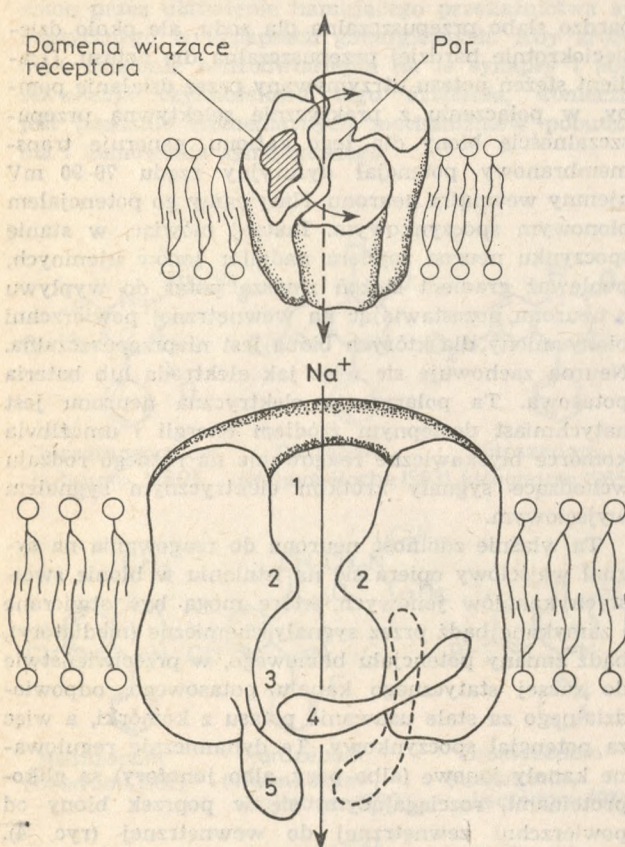
Praca pojedynczych kanałów jonowych w błonie może być obecnie badana przy użyciu pomysłowej techniki „łatek”⁵. Posługując się nią wyznaczono charakterystyki pojedynczych kanałów niektórych komórek: ich wrażliwość na czynniki aktywujące, jednostkową selektywność i przewodność jonową, oraz przebieg procesów aktywacji i inaktywacji w czasie.

Prądy i potencjały synaptyczne

Prądy i potencjały synaptyczne powstają w wyniku lokalnych zmian przewodności błony podsynaptycznej indukowanych przez neuromediatory. Te zjawiska elektryczne nie są aktywnie przenoszone z miejsc ich powstania do innych części neuronu. Można je zapisywać stosując elektrody wewnątrzkomórkowe w pewnej odległości od miejsca w błonie komórki, w którym są generowane, jednakże ich amplituda spada gwałtownie z odległością. W zależności od tego, czy potencjały synaptyczne są w stanie wywołać lub ułatwić, czy też zahamować generację potencjału czynnościowego, mówimy odpowiednio o postsynaptycznych potencjałach pobudzających i hamujących.

Pobudzający potencjał postsynaptyczny (PPP) jest odpowiedzią błony podsynaptycznej na neuromediator pobudzający. Odpowiedzią jest zmniejszenie różnicy potencjałów po obu stronach błony poniżej wartości spoczynkowej (to jest istniejącej w nieobecności neuromediatora w szczelinie synaptycznej), a więc depolaryzacja (ryc. 5). PPP jest inicjowany oddziaływaniem mediatora pobudzającego z jego swoistymi receptorami, które są sprzężone z kanałami regulowanymi chemicznie. Większość PPP, a mianowicie PPP wywołane działaniem acetylocholin na receptory nikotynowe oraz działaniem kwasu glutaminowego lub asparaginowego na odpowiednie receptory, są skutkiem otwarcia kanałów swoistych dla małych kationów, a w konsekwencji — zwiększeniem przewodności. Ponieważ siła napędzająca dyfuzję jonów (gradient elektrochemiczny, tzn. różnica między aktualnym potencjałem membranowym i potencjałem równowagi dla danego gradientu stężenia jonów) jest w tych warunkach największa dla sodu, PPP są w zasadzie powodowane napływem jonów sodowych. Czas trwania PPP odzwierciedla w zasadzie czas, w którym neuromediator jest obecny w synapsie w skutecznych stężeniach. Niektóre szczególne PPP, np. wywołane przez oddziaływanie acetylocholin na receptory muskarynowe, są związane ze zmniejszeniem przewodności, tzn. zamknięciem napięciowo-zależnych kanałów potasowych.

Hamujące potencjały postsynaptyczne (HPP) to odpowiedzi błony podsynaptycznej na neuromediatory hamujące. Odpowiedź polega na zwiększeniu przewodności, czemu często towarzyszy wzrost potencjału błonowego powyżej wartości spoczynkowej (hiperpolaryzacja). Dotychczas przebadane HPP są powodowane zwiększoną przewodnością dla potasu, chlorków lub obu tych jonów łącznie. Wzrost przewodności potasowej zwiększa elektrogenność błony jako elektrody, zaś zwiększenie przewodności chlorkowej aktywuje elektrodę chlorkową i prowadzi (w wie-



Ryc. 4. Model kanału jonowego regulowanego receptorowo (na górze) oraz regulowanego napięciem (na dole). Kanał regulowany receptorowo przedstawiony jest jako układ potrójny. Jeden z monomerów jest receptorem sygnału chemicznego (domeną wiążącą jest obszar zakresowany). Aktywacja receptora przez odpowiedni ligand zmienia czwartorzędową strukturę trimeru i otwiera por centralny (kanał). Kanał jonowy napięciowo-zależny (np. szybki kanał sodowy) jest pokazany w przekroju podłużnym. Bramka aktywująca (4) w stanie spoczynku zamyka kanał. Zawiera ona naładowaną grupę będącą czujnikiem napięcia. Odpowiednia zmiana pola elektrycznego w poprzek błony powoduje przesunięcie bramki i otwarcie kanału. Bramka inaktywacyjna 5 jest przedstawiona jako ruchoma grupa chemiczna, która może zatkać wewnętrzne ujście kanału (3), kiedy otworzy się bramka aktywująca. Filtr wybiórczy (2) określa, jaki typ jonów może przejść z ujścia zewnętrznego (1) do wewnętrznego (3) kanału

⁵ Patrz Wszechświat 1982, 83:193.

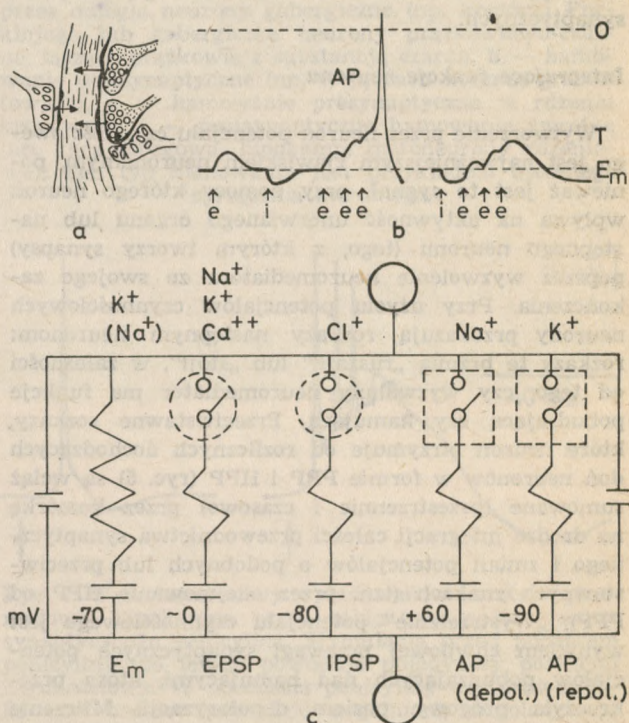
ści neuronów) do napływu naładowanych ujemnie anionów chlorkowych (wpływ prądu). HPP odsuwa potencjał membranowy od wartości progowej, przy której generowany jest potencjał czynnościowy (patrz niżej) i hamują (w przypadku zaistnienia sumacji czasowej i przestrzennej) PPP przez zwieranie „elektrody sodowej”, włączanej przez neuromediator pobudzający. W niektórych komórkach, paradoksalnie, HPP mogą powodować depolaryzację. Ma to miejsce w komórkach, w których błonowy gradient stężeniowy chlorków jest niski i potencjał równowagi odpowiadający temu gradientowi jest nieco mniej ujemny niż potencjał błonowy. W tej sytuacji wzmożona przewodność chlorkowa włącza „elektrodę chlorkową”, która usiłuje przesunąć potencjał błonowy ku wartościom mniej ujemnym i spowodować depolaryzację komórki zapoczątkowując wypływ chlorków (prąd do wnętrza komórki). Jednakże maksymalna depolaryzacja wywołana taką przewodnością chlorkową leży pośrodku między potencjałem błonowym a potencjałem progowym dla wyzwolenia potencjału czynnościowego. Taki depolaryzujący HPP powoduje więc „schwytywanie” potencjału błonowego na wartościach bardziej ujemnych niż próg generacji potencjału czynnościowego, hamując jednak jego wytwarzanie.

Potencjał czynnościowy

Kiedy neuron zostaje zdepolaryzowany w kierunku wartości progowej potencjału czynnościowego bądź przez silne PPP, bądź przez wzrost stężenia potasu poza komórką (co zmniejsza siłę napędu elektrody potasowej), bądź przez blok pompy sodowo-potasowej, bądź przez dokomórkowe „wstrzyknięcia” prądu depolaryzującego, otwierają się wrażliwe na zmiany napięcia kanały sodowe (ryc. 4). Kanały te nazywa się „szybkimi kanałami sodowymi”, ponieważ ich aktywacja w wyniku depolaryzacji jest błyskawiczna. Pierwszych parę aktywowanych kanałów sodowych zwiększa dalej depolaryzację, pozwalając sodowi wnikać lawinowo do komórki (dodatnie sprzężenie zwrotne) i wskutek tego otwiera się coraz więcej kanałów, aż wreszcie wszystkie szybkie kanały sodowe znajdują się w stanie aktywowanym. W tej chwili przewodność sodowa przewyższa przewodność potasową i komórka zachowuje się jak elektroda sodowa. Samopodtrzymująca i wzmagająca się przewodność sodowa powoduje narastanie potencjału czynnościowego (ryc. 5). Wysoka przewodność sodowa powoduje przesunięcie potencjału błonowego do wartości, jakie istniałyby, gdyby komórka była selektywnie przepuszczalna dla sodu i gdyby jedynym gradientem membranowym był gradient sodowy. Potencjał równowagi dla sodu jest dodatni we wnętrzu neuronu i stąd szczyt potencjału czynnościowego nie jest jedynie usunięciem polaryzacji (potencjał zerowy), ale odwróceniem kierunku potencjału (przestrzał). Gdyby szybkie kanały sodowe pozostały aktywowane, komórka pozostałaby w stanie zdepolaryzowanym, i nawet obecność pompy sodowej nie mogłaby zapobiec wyczerpaniu się komórkowych gradientów stężeń, tak że pierwszy potencjał czynnościowy byłby zarazem ostatnim potencjałem. Jednakże szybkie kanały sodowe są inaktywowane tylko nieco wolniej niż są aktywowane i stąd prąd sodowy zanika po upływie 1 ms lub nawet mniej. Sama inaktywacja szybkiego kanału sodowego byłaby wystarczająca do repolaryzacji neuronu po pewnym czasie, lecz proces repolaryzacji jest przyspieszony

opóźnioną aktywacją zależnych od napięcia kanałów potasowych. Wzrost przewodności potasowej jest także aktywowany przez depolaryzację, ale ze znacznym opóźnieniem, tak że mechanizm ten staje się w pełni czynny dopiero wówczas, gdy kanały sodowe są już inaktywowane. Ta opóźniona przewodność potasowa sprowadza potencjał błonowy ponownie do wartości spoczynkowych, a repolaryzacja powoduje zniesienie inaktywacji szybkich kanałów sodowych (i zakończenie okresu refrakcji) tak, że znajdują się one znów w stanie zamkniętym, ale zdolnym do aktywacji.

Miejsca generacji potencjałów czynnościowych w odpowiedzi na nadprogowe PPP (tzn. PPP przekraczające krytyczną wartość progową generowania potencjału czynnościowego) znajdują się w ciele komórki, a w niektórych neuronach w wielkich dendrytach⁶.



Ryc. 5. Potencjały synaptyczne i czynnościowe: a) dendryt neuronu 1 z ryc. 2 w powiększeniu. Dwie pobudzające synapsy akso-dendrytyczne (szare zakończenia nerwowe), jedna hamująca synapsa akso-dendrytyczna (biała) i hamująca synapsa akso-aksonalna (hamowanie presynaptyczne) są przedstawione na schemacie; b) schematyczny zapis czynnościowej bioelektrycznej odbieranej z wnętrza komórki: O — zerowy potencjał błonowy; E_m — spoczynkowy potencjał błonowy; T — potencjał progowy dla wyzwolenia potencjału czynnościowego (AP). Hiperpolaryzujące HPP są oznaczone przez i , depolaryzujące PPP oznaczone są przez e . W tym przykładzie czasowe sumowanie trzech PPP jest konieczne do wywołania nadprogowej depolaryzacji; c) uproszczony diagram równoważnych obwodów elektrycznych pobudliwej błony neuronalnej ilustrujący różne mechanizmy jonowe odpowiedzialne za spoczynkowy potencjał błonowy (E_m — stała „elektroda potasowa”), PPP (EPSP, excitatory postsynaptic potential), HPP (IPSP, inhibitory postsynaptic potential) oraz fazy depolaryzacji i repolaryzacji potencjału czynnościowego AP. Wyłączniki w kółkach oznaczają kanały regulowane chemicznie (receptorowo), wyłączniki w prostokątach — kanały regulowane napięciem. Liczby podają wartości siły elektromotorycznej wytworzonej przez gradienty stężeń jonów, gdy aktywowana jest odpowiednia przewodność jonowa (w mV)

⁶ Najczęściej potencjał czynnościowy jest generowany u nasady aksonu (przyp. tłum.).

W przeciwieństwie do zlokalizowanych potencjałów synaptycznych, potencjały czynnościowe są aktywnie przenoszone wzdłuż somy i błony aksonu. To aktywne przenoszenie potencjału czynnościowego bez osłabienia jego amplitudy jest wynikiem obecności szybkich kanałów sodowych w błonie ciała komórki i aksonu. Dzięki temu gdy próg potencjału czynnościowego zostanie przekroczony w ściśle określonym obszarze błony, napływ sodu zmniejszy ujemny ładunek po wewnętrznej stronie błony w przylegającej okolicy, gdzie znów otworzą się wskutek tego kanały sodowe, i tak dalej. Potencjał czynnościowy w końcu dociera do guzków końcowych. Tutaj, podobnie jak na całej długości aksonu, depolaryzujący potencjał czynnościowy aktywuje napięciowo-zależny kanał wapniowy. Napływ wapnia do cytoplazmy guzków końcowych wyzwala proces uwalniania neuromediatora z pęcherzyków synaptycznych.

Integrujące funkcje neuronu

Wytworzenie przez neuron potencjału czynnościowego jest najważniejszym zjawiskiem neuronalnym, ponieważ jest to sygnał, przy pomocy którego neuron wpływa na aktywność unerwianego organu lub następnego neuronu (tego, z którym tworzy synapsy) poprzez wyzwolenie neuromediatora ze swojego zakończenia. Przy użyciu potencjałów czynnościowych neurony przekazują rozkazy następnym neuronom: rozkazy te brzmią „ruszaj!” lub „stój!”, w zależności od tego, czy wyzwalany neuromediator ma funkcje pobudzającą czy hamującą. Przeciwnie rozkazy, które neuron otrzymuje od rozlicznych dochodzących doń neuronów w formie PPP i HPP (ryc. 5) są wciąż sumowane (przestrzennie i czasowo) przez komórkę na drodze integracji całości przewodnictwa synaptycznego i zmian potencjałów o podobnych lub przeciwnych znakach (tzn. przez odejmowanie HPP od PPP). „Wystrzelenie” potencjału czynnościowego jest wynikiem chwilowej przewagi synaptycznych potencjałów pobudzających nad hamującymi, która przekroczyła progowy poziom depolaryzacji. Milczenie neuronu (brak wystrzałów potencjału) może być wynikiem drastycznego spadku sygnałów pobudzających lub obecności wielkiej przewagi sygnałów hamujących.

Zahamowany mózg

Nasz ośrodkowy układ nerwowy jest urządzeniem bardzo czułym, mającym dostrzegać najmniejsze zmiany na zewnątrz i wewnątrz organizmu i reagować na nie bardzo szybko. Oczywiście niebezpieczeństwem takiej nad wyraz wrażliwej konstrukcji jest możliwość nadmiernego pobudzenia neuronów ośrodkowych. Aby móc odpowiadać na najmniejsze zmiany, a równocześnie nie być ogłuszonym przez nadmiar bodźców informacyjnych, często nieistotnych lub nawet szkodliwych, ośrodkowy układ nerwowy posiada przynajmniej tyle samo neuronów hamujących, co pobudzających. Mają one zapobiegać nadmiernym wyładowaniom neuronów w odpowiedzi na silne bodźce i wybiórczo tłumić niektóre z nich. Zdecydowanie przeważająca liczba neuronów hamujących w ośrodkowym układzie nerwowym ssaków posługuje się kwasem γ -aminomasłowym (GABA) jako neuromediatozem hamującym.

System gabergetyczny

Ocenia się, że 30-40% wszystkich synaps w ośrodkowym układzie nerwowym ssaków to synapsy gabergetyczne (posługujące się GABA jako neuroprzekaznikiem). Zawartość GABA jest najwyższa w istocie czarnej, gałce błędej i podwzgórzu, ale wszystkie inne obszary mózgu również zawierają znaczne ilości GABA. W tkankach i narządach poza ośrodkowym układem nerwowym poziomy GABA są niewykrywalne lub (np. w jelicie) niesłyszalnie niskie.

GABA jest tworzony w neuronach gabergetycznych przez dekarboksylację kwasu glutaminowego. Enzymem odpowiedzialnym za tę reakcję jest dekarboksylaza kwasu glutaminowego (GAD), enzym zależny od fosforanu pirydoksalu. GABA jest składowany w pęcherzykach synaptycznych podobnie jak inne mediatory i wyzwalany przez depolaryzację guzków końcowych, przy czym jony wapnia są w tym procesie niezbędne.

Inaktywacja GABA wyzwolonego do szczeliny synaptycznej następuje dzięki zwrotnemu wychwytowi przekaznika do gabergetycznego zakończenia nerwowego lub do elementów glejowych otaczających synapsę. GABA może być metabolizowany do semialdehydu bursztynowego przez enzym zwany GABA-transaminazą.

GABA wywiera swoje działania poprzez interakcje ze swoistymi receptorami. Zidentyfikowano dwa typy receptorów GABA i nazwano je receptorami GABA_A i GABA_B, ale nie wykluczone jest istnienie dalszych typów. Rola fizjologiczna receptorów GABA_B nie jest w tej chwili znana, tak że dalsze uwagi o receptorach GABA odnoszą się do receptorów GABA_A. Chemicznie nie scharakteryzowano jeszcze receptora GABA. Czynnościowo jest on bardzo ściśle związany z kanałem wysoce swoistym dla jonów chlorkowych; może być częścią tego kanału lub być z nim połączony oligomerycznym kompleksem białkowym. Zajęcie receptora GABA przez GABA aktywuje (otwiera) kanał chlorkowy, zwiększając przewodność chlorkową błony i włączając elektrodę chlorkową. W większości neuronów rozmieszczenie anionów chlorkowych po obu stronach błony jest takie, że wytworzony potencjał równowagi dla chlorków jest równy potencjałowi spoczynkowemu lub niższy. Stąd wzrost przewodności chlorkowej spowodowany przez GABA albo nie zmienia potencjału błonowego, bądź spowoduje hiperpolaryzację. W niektórych neuronach gradient stężenia chlorków jest niższy i potencjał równowagi dla chlorków jest mniej ujemny niż potencjał spoczynkowy. Wzmocniona przez GABA przewodność chlorkowa spowoduje nieznaczny depolaryzujący neuronu.

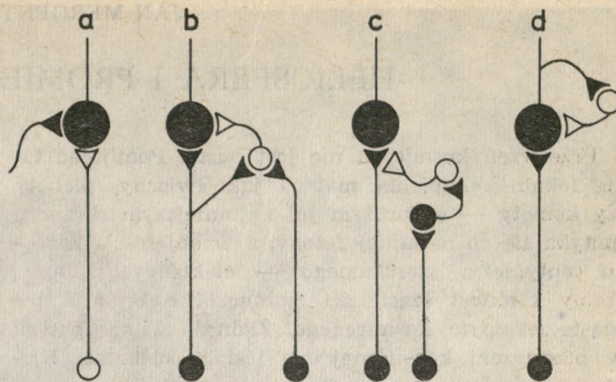
Efekty GABA są blokowane przez dwie grupy związków drgawkotwórczych: związki blokujące receptor GABA (np. bikukulina) i związki blokujące kanał chlorkowy (np. pikrotoksyna). Obie te grupy są często nazywane antagonistami GABA w szerokim znaczeniu. Istnieje wiele substancji blokujących bądź receptor GABA, bądź kanał chlorkowy i wszystkie one wywołują drgawki (np. kardiazol, penicylina). Inne substancje zmniejszające przekazywanie gabergetyczne są inhibitorami syntezy GABA (poprzez interakcję z fosforanem pirydoksalu, np. hydrazydy), bądź blokują uwalnianie GABA z zakończeń nerwowych (toksyna tężcowa).

Większość neuronów gabergetycznych to interneurony

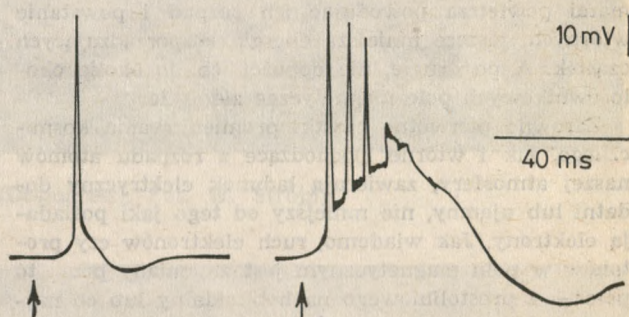
czyli neurony o stosunkowo krótkich aksonach, nie opuszczających struktury, w której biorą początek. Są one zaangażowane w hamowanie synaptycznym innych neuronów w bezpośrednim sąsiedztwie (czynność lokalna). Jednakże istnieją również gabergiczne neurony projekcyjne tzn. neurony wysyłające aksony ku odległym strukturalom anatomicznym. Przykładem ich mogą być główne neurony gabergiczne prążkowie przenoszące impulsy do istoty czarnej, neurony gabergiczne istoty czarnej wysyłające aksony do wzgórza, oraz komórki Purkiniego w korze mózdzku, których aksony kończą się w jądrach mózdzku i pnia mózgu. Neurony gabergiczne są bardzo często integralną częścią standardowych obwodów neuronalnych, występujących w różnych obszarach ośrodkowego układu nerwowego (ryc. 6).

Szczególnie godne uwagi są dwa standardowe układy w tych schematach połączeń. Jednym z nich jest tzw. pętla zwrotna, w której interneuron gabergiczny jest pobudzany przez nawracającą kolateralę aksonu za każdym razem, kiedy główny neuron generuje potencjał czynnościowy. Dzięki temu każdy potencjał czynnościowy w głównym neuronie powoduje samozahamowanie neuronu, z pewnym jednak opóźnieniem wynikającym z opóźnień przekazywania sygnału na dwóch synapsach (między kolateralą i interneuronem oraz między interneuronem a neuronem głównym). Celem tego ułożenia jest oczywiście przedłużenie minimalnego okresu pomiędzy dwoma potencjałami czynnościowymi, a więc zmniejszenie szybkości produkcji potencjałów czynnościowych, czyli „iskrzenia” neuronów. Hamowanie zwrotne lub wsteczne (tak nazywa się ten typ hamowania) zachodzi w wielu obszarach ośrodkowego układu nerwowego. Szczególnie interesująca jest zwrotna pętla sprzężenia w komórkach piramidowych hipokampa. Gdy komórki te badamy w izolacji łatwo w nich wywołać salwy wyładowań potencjałów czynnościowych ze względu na szczególne właściwości ich błony. Takie salwy wyładowań są typową cechą napadowej aktywności elektrycznej obserwowanej w epilepsji. W normalnych warunkach salwy wyładowań są hamowane przez zwrotne pętle hamujące, ale gdy działanie odpowiednich neuronów gabergicznych jest osłabione, już normalny dopływ sygnałów do komórek piramidowych wystarczy do wywołania salw wyładowań (ryc. 7).

Inne interesujące standardowe ułożenie interneuronów gabergicznych zapewnia tzw. hamowanie presynaptyczne. Kolaterale pierwotnych włókien doprowadzających impulsy do rdzenia kręgowego lub jąder nerwów mózgowych przenoszą je na interneurony, które z kolei tworzą synapsy akso-aksonalne z zakończeniami aksonalnymi innych pierwotnych włókien doprowadzających. GABA wyzwolony na tych synapsach wywołuje depolaryzację (depolaryzacja pierwotnych włókien doprowadzających) przez zwiększenie przewodności dla chlorków i — być może — innych jonów. Wzmocniona przewodność zmniejsza amplitudę potencjałów czynnościowych dochodzących do



Ryc. 6. Standardowe obwody neuronalne zawierające neurony gabergiczne. Neurony pobudzające — czarne, gabergiczne — białe; a — hamowanie postsynaptyczne przez odległe neurony gabergiczne (np. komórki Purkiniego lub gabergiczne neurony prążkowie-czarne, łączące prążkowie z substancją czarną, b — hamowanie postsynaptyczne (np. w jądrach kolumn grzbietowych), c — hamowanie presynaptyczne w rdzeniu kręgowym, d — postsynaptyczne hamowanie zwrotne (np. kora mózgowa, hipokamp, motoneurony rdzeniowe). Ten typ hamowania jest przykładem ujemnego sprzężenia zwrotnego



Ryc. 7. Wywołanie salwy wyładowań w komórce piramidowej hipokampa przez zablokowanie hamowania synaptycznego penicyliną. Stymulacja przed podaniem penicyliny (po lewej) powoduje pojedynczy potencjał czynnościowy. W obecności penicyliny (na prawo) taki sam bodziec powoduje uogólnioną depolaryzację i nakładającą się na siebie salwę czterech, kolejno zmniejszających się potencjałów czynnościowych.

zakończeń, bądź wręcz blokuje przenoszenie się potencjałów w tych zakończeniach. W rezultacie uwalnianie pobudzającego neuromediatora z pierwotnych włókien wstępujących jest zahamowane. Ponieważ ten typ hamowania (hamowanie postępujące) w odróżnieniu od zwrotnego hamuje przekazywanie synaptyczne w części presynaptycznej synapsy, nie zmniejszając bezpośrednio pobudliwości neuronu postsynaptycznego, nazywa się je również hamowaniem presynaptycznym. Hamowanie to jest bardzo skuteczną metodą regulacji siły impulsów napływających do ośrodkowego układu nerwowego.

Tłum. J.G.V.

JAN MERGENTALER (Wrocław)

HELIOSFERA I PROMIENIOWANIE KOSMICZNE

Przestrzeń kosmiczna nie jest pusta. Pomijając takie lokalne skupienia materii jak gwiazdy, planety czy komety — w każdym jej najmniejszym skrawku spotyka się co najmniej fotony, a w objętościach rzędu centymetra sześciennego — elektrony, protony, atomy i nawet cząsteczki złożone. Nie brakuje też cząsteczek pyłu kosmicznego. Żadna cząstka materii w przestrzeni kosmicznej nie jest nieruchoma. Niektóre z nich osiągają prędkości rzędu prędkości światła, a więc posiadają ogromne energie od 10^9 do 10^{19} eV. Tego rodzaju cząstki — głównie protony, wpadając w ziemską atmosferę rozbijają tworząc ją atomy i powodują powstawanie wtórnych protonów, mezonów i elektronów, które rejestrowane są przez odpowiednie liczniki czy klisze fotograficzne jako tzw. promienie kosmiczne. Energie pierwotnych kosmicznych promieni mniejsze od około 60 GeV nie wystarczają, żeby pierwotna cząstka dotarła do powierzchni Ziemi, a to z następujących powodów. Po pierwsze, istnieje duże prawdopodobieństwo, że zderzy się z atomami powietrza powodując ich rozpad i powstanie wtórnych, jeszcze mniejszą energią rozporządzających cząstek. A po drugie, nie dopuści ich do okolic okolównikowych pole magnetyczne ziemskie.

Zarówno pierwotne cząstki promieniowania kosmicznego, jak i wtórne, pochodzące z rozpadu atomów naszej atmosfery, zawierają ładunek elektryczny dodatni lub ujemny, nie mniejszy od tego jaki posiadają elektrony. Jak wiadomo, ruch elektronów czy protonów w polu magnetycznym jest zmieniany przez to pole — z prostoliniowego na helikoidalny lub co najmniej hiperboliczny. Przy tym deformacja kierunku ruchu zależy od kąta, pod jakim dana cząstka trafia na linie sił pola. Jeżeli pierwotny kierunek jest prostopadły do linii sił pola magnetycznego, wynikający ruch jest helikoidalny, jeżeli kierunek pierwotny jest zgodny z kierunkiem linii sił pola — cząstka nie zmienia kierunku i porusza się wzdłuż linii sił. Otóż pole ziemskie magnetyczne ma linie sił równoległe do powierzchni Ziemi w okolicach równika magnetycznego, a prostopadłe w okolicach bieguna. Cząstki niosące ładunek elektryczny spadające na Ziemię nie będą więc dolatywać do jej powierzchni w okolicach równika, a bez przeszkody będą mogły to robić w okolicach biegunów.

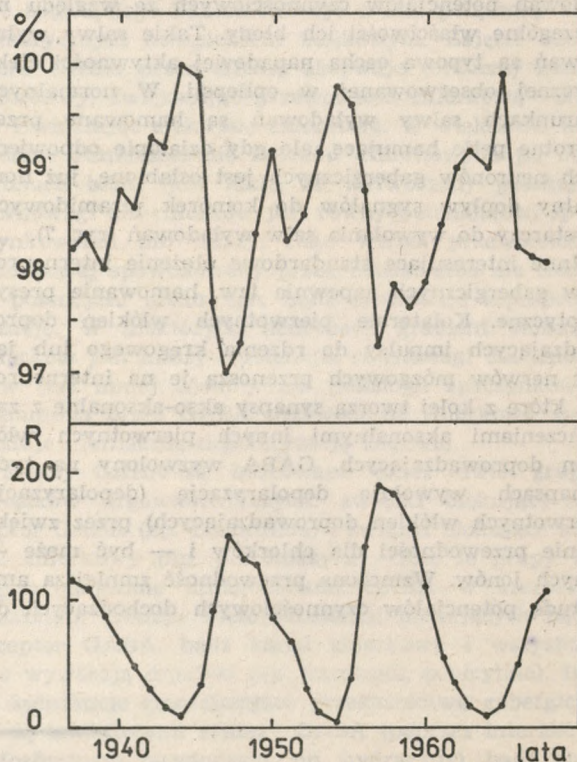
Istotnie, obserwuje się słabszy strumień promieniowania kosmicznego w okolicach równika niż w wyższych szerokościach geograficznych. Jednak ani w okolicach równika ani koło biegunów nie obserwujemy na ogół cząstek pierwotnego promieniowania, gdyż jest ono pochłaniane już na wysokości kilku czy kilkunastu kilometrów, a to co rejestrują liczniki na powierzchni Ziemi to rezultat zderzeń pierwotnego promieniowania kosmicznego z rozbitymi atomami powietrza.

Pole magnetyczne ziemskie chroni nas przed bezpośrednim strumieniem promieniowania kosmicznego i nawet przed jego pochodnymi, a nie mniej skuteczną osłoną jest nasza atmosfera. Ale atmosfera sięga niewiele dalej niż paręset kilometrów ponad powierzchnię Ziemi, a pole magnetyczne tworzy obszerną magnetosferę otulającą Ziemię jeszcze w odległości rów-

nej kilku promieniom kuli ziemskiej, a więc kilkadziesiąt tysięcy kilometrów.

Pole magnetyczne ziemskie odkształca tor protonów czy innych cząstek materialnych niosących ładunki elektryczne tym słabiej, im szybciej pędzą takie cząstki, im wyższa jest ich energia kinetyczna. Protony o energiach 10^{19} eV docierają bezpośrednio do powierzchni Ziemi i nawet pod jej powierzchnią, gdyż ani zderzenia z atomami powietrza, ani przegroda linii sił pola magnetycznego nie zatrzymują ich po drodze. Warto przypomnieć sobie, że proton posiadający energię około 0.6×10^{19} eV — a taka była maksymalna obserwowana energia do r. 1964 — ma jej taką ilość, jaka wystarczałaby do podniesienia 1 kilograma masy na wysokości około 1 metra. Jak na cząstkę materii o masie spoczynkowej około 10^{-24} grama jest to kolosalna ilość energii. Ale nawet i taka cząstka w polu magnetycznym zakrzywia swój tor, tyle tylko, że promień krzywizny wynosi dziesiątki i setki tysięcy kilometrów, więc odchylenie od linii prostej w granicach ziemskiej magnetosfery jest bardzo nieznaczne.

Cząstki o tak wysokich energiach rzadko tylko bywają obserwowane, a głównie rejestrowane są miony i protony o mniejszych energiach, będące produktem zderzeń pierwotnego promieniowania kosmicznego z atomami powietrza. Rejestracja tych mezonów i protonów jest prowadzona w licznych obserwatoriach naziemnych, a także często z pokładu balonów stratosferycznych, a nawet z pokładu niektórych samolotów — co jest rzadkim przykładem wykorzystania sa-



Ryc. 1. Zmiany ilości plam na Słońcu (dolna krzywa) oraz natężenia promieniowania kosmicznego — mionów (górna krzywa). Rys. uproszczony wg H.S. Ahluvalia



Ia. WALABIA Benetta *Protemnodon rufogrisea* (Desmarest). Fot. W. Strojny



Ib. ROSOMAK *Gulo gulo* L. Fot. W. Strojny



II. ROPUCHA ZWYCZAJNA Bufo bufo (L.) Fot. P. Sura

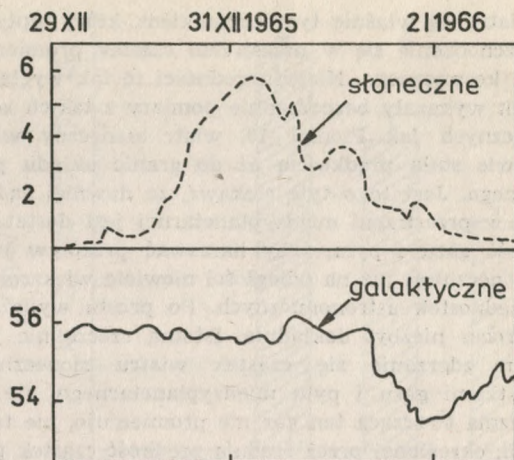
molotów do badań naukowych. Trwająca od kilkudziesięciu już lat stała obserwacja promieniowania kosmicznego przyniosła sporo niespodzianek — poza składem energetycznym i chemicznym rejestrowanych części składowych atomów rozbijanych przez pierwotne promieniowanie, i poza zależnością ich ilości od szerokości geograficznej, stwierdzono np. wyraźny związek z aktywnością Słońca.

Występuje tu dwójaka zależność: długookresowa i sporadyczna. A także inna dla mniejszych energii niż dla większych. Znana jest 11-letnia cykliczność zaplamienia Słońca. Z wieloletnich obserwacji promieniowania kosmicznego prowadzonych m.in. za pomocą balonów okazało się, że także i natężenie promieniowania kosmicznego wykazuje podobną 11-letnią cykliczność, ale nie równoległą do tej, jaką wykazują plamy słoneczne. Natężenie średnie promieniowania kosmicznego jest bowiem tym mniejsze, im więcej jest plam na Słońcu. Ale jednocześnie w niektórych momentach ilość cząsteczek o energiach mniejszych (od kilku do kilkunastu MeV) szybko wzrasta na krótki czas w okresie, gdy plam słonecznych jest bardzo dużo. W tym pierwszym przypadku plamy słoneczne ograniczają ilość cząstek promieniowania kosmicznego docierając do Ziemi, w tym drugim same są źródłem tego rodzaju cząstek. Oczywiście źródłem dodatkowym, ponad normalną ilość galaktycznego promieniowania.

Jako przykład może służyć obserwacja z końca 1965 i początku 1966 r. 30 grudnia 1965 r. pojawił się na Słońcu silny rozbłysk, który był źródłem obfitego strumienia szybkich protonów. Protony te, wpadając do atmosfery ziemskiej spowodowały wzrost natężenia promienia kosmicznego rejestrowanego z balonów. Wzrost był niemały, bo wynosił kilkakrotne zwiększenie ilości zliczeń. Ale mniej więcej w 3 dni potem, kiedy już nie było dopływu protonów ze Słońca, zaobserwowano gwałtowny spadek galaktycznego promieniowania cząstek o większych energiach niż te, jakie miały protony słoneczne. Takie spadki częściej występują niż wzrosty i przyczyna ich jest inna.

Słoneczne promieniowanie kosmiczne to cząstki o energiach mniejszych od 10 MeV, a prędkościach nawet paruset tysięcy km/sek., a więc stanowiących duży ułamek prędkości światła. Dolatują więc one do Ziemi w niewiele minut po fotonach, po zaobserwowaniu rozbłysku na Słońcu. Czynnikiem powodującym osłabienie kosmicznego promieniowania dochodzący do Ziemi po paru dniach dopiero — musi więc poruszać się w przestrzeni z prędkością najwyżej kilkuset kilometrów na sekundę.

Ten powolny ruch wynika z następujących przyczyn: Na ogół każdy rozbłysk słoneczny jest źródłem wypływu, czy może raczej wyrzucenia w przestrzeń obłoku plazmy, niosącej ze sobą pole magnetyczne. Taki obłok pędzi w przestrzeni z prędkością nawet do 700 — 800 km/sek., malejącą nieznacznie w miarę oddalania się od Słońca. Prócz tego stale ze Słońca wypływa tzw. wiatr słoneczny, którego prędkość jest na ogół mniejsza od prędkości wybuchających obłoków plazmy. Jeżeli zatem obłok plazmy niesie ze sobą pole magnetyczne — to powinno ono działać na promienie kosmiczne pochodzenia galaktycznego podobnie jak pole magnetyczne ziemskie. Ale pole magnetyczne ziemskie działa na odległość najwyżej kilkudziesięciu tysięcy kilometrów, a obłok plazmy może mieć średnicę równą średnicy Słońca, a więc bliską



Ryc. 2. Wzrost ilości promieniowania kosmicznego słonecznego i następujący spadek galaktycznego promieniowania. Rys. uproszczony wg J. Brandta

milion kilometrów. Nawet słabsze pole magnetyczne takiego obłoku, skoro działa na dłuższej znacznie drodze, może silnie modulować ilość dochodzących do Ziemi cząstek galaktycznego promieniowania, zauważalnego jednak dopiero wtedy, gdy obłok taki dopływnie do okolic Ziemi przesłaniając Ziemię od docierającego do niej normalnie galaktycznego promieniowania.

W przypadku rozbłysku protonowego w końcu roku 1965 wydaje się, że sprawa jest jasna. Ale nie tak prosto wygląda długookresowa zależność od plam słonecznych. Skoro rozbłyski są powiązane z plamami w latach minimum plam słonecznych, powinno natężenie kosmicznych strumieni protonów i mionów osiągać wtedy maksimum, tymczasem maksimum to występuje w rok po minimalnej ilości plam i rozbłysków. Czyżby strumień plazmy emitowanej przez Słońce tracił rok na dotarcie do Ziemi? Oczywiście — nie. Ale obłok plazmy oddalając się od Słońca powiększa swoją objętość i może powodować chaotyczne zaburzenia w drogach cząstek promieniowania kosmicznego, uniemożliwiając im docieranie do Ziemi nawet wtedy, gdy obłok ten oddalił się od Słońca na miliardy kilometrów, aż do granic magnetosfery słonecznej leżącej w odległości kilkudziesięciu jednostek astronomicznych. Jednostka astronomiczna to około 150×10^6 km, czyli tyle, ile wynosi średnia odległość Ziemi od Słońca.

Zachowanie promieniowania kosmicznego pozwala zatem na studiowanie nie tylko jego samego, ale także ośrodka, poprzez który cząstki o wysokich energiach wędrują od źródeł rozsianych w Galaktyce do okolic, gdzie znajduje się układ planetarny. Można by powiedzieć, że Słońce, wysyłając w przestrzeń strumień plazmy niosącej pole magnetyczne, zakłóca drogi wszelkich korpuskularnych promieniowań, aż do bardzo znacznych odległości. Wnioski takie wyciągano za Forbushem, który pierwszy stwierdził istnienie związku promieniowania kosmicznego z aktywnością słoneczną. Wyniki naziemnych obserwacji potwierdzone zostały przez badania prowadzone z satelitów i sond kosmicznych. Istotnie, w różnych odległościach od Słońca stwierdzono występowanie wiatru słonecznego i obecność w nim zakłóceń. Gdyby bowiem wiatr słoneczny — a więc jednorodny strumień plazmy — był nie zakłócony — jego wpływ na promieniowanie kosmiczne byłby stale jednakowy. Ale niejednorodno-

ści wiatru są właśnie tym czynnikiem, który wpływa na rozchodzenie się w przestrzeni cząstek promieniowania kosmicznego. Niejednorodności te tak wyglądają: Jak wykazały bezpośrednie pomiary z takich sond kosmicznych jak Pionier 10, wiatr słoneczny wieje z prawie stałą prędkością aż do granic układu planetarnego. Jest to o tyle ciekawe, że dawniej sądzono, iż w przestrzeni międzyplanetarnej jest dostateczna ilość gazu i pyłu, żeby hamować przepływ wiatru słonecznego już na odległości niewiele większej od 1–3 jednostek astronomicznych. Po prostu wyliczono ten proces niezbyt dokładnie. Istotną rzeczą nie jest bowiem zderzanie się cząstek wiatru słonecznego z cząstkami gazu i pyłu międzyplanetarnego, ale to, że plazma tworząca ten gaz nie promieniuje, nie traci energii, określonej przez średnią prędkość cząstek plazmy. Wyraźne hamowanie, powodowane przez międzygwiazdowe pole magnetyczne, występuje dopiero w odległości około 30–40 j.a. Wtedy jednak, gdy na Słońcu pojawiają się wybuchy plazmowe, amplituda prędkości cząstek gwałtownie wzrasta i ruch tych cząstek, które przecież niosą ładunki elektryczne, powoduje gwałtowne i nieregularne zmiany pola magnetycznego — powstaje turbulentny rozkład prędkości i kierunków pola magnetycznego. W takich zawiłych polach magnetycznych cząstki promieniowania kosmicznego równie przypadkowo zmieniają kierunki ruchu i zamiast docierać do Ziemi omijają jej powierzchnię i ulatują w przestrzeń.

Tego rodzaju zaburzenia plazmy zanikają stopniowo w miarę oddalania od Słońca. Tak było np. w początku czerwca 1973 r., kiedy Pionier 11 zmierzył w odległości 1,5 j.a. od Słońca prędkości cząstek plazmy, wahające się w granicach 350–700 km/sek. W 10 dni później zakłócenie to dotarło do odległości 4,4 j.a., gdzie podobnego pomiaru dokonał Pionier 10. Amplituda była już mniejsza — wynosiła tylko 200 km/sek. i prędkości wahały się w granicach 370–570 km/sek. Jednak średnia prędkość pozostawała prawie niezmienna.

Zarówno regularnie wiejący wiatr słoneczny, jak i zakłócony przez wybuchy słoneczne, moduluje w jakiś sposób drogi promieniowania kosmicznego, naturalnie znacznie silniej wtedy, gdy ruchy wewnątrz obłoku plazmowego są bardziej skomplikowane. Za-

równy amplituda prędkości bezładnych jak i pola magnetyczne chaotyczne maleją w miarę oddalania się od Słońca, można więc przypuszczać, że w znacznych odległościach od Słońca tak bardzo zmaleją, że niesione przez plazmę pole magnetyczne przestanie oddziaływać w sposób wyraźny na drogi cząstek promieniowania kosmicznego. Innymi słowy zasięg oddziaływania pola magnetycznego wyrzuconego wraz z plazmą w wybuchach słonecznych powinien być niewiele dalszy niż jakieś 40–50 j.a. Na tę odległość musi dolecieć zakłócenie, a przy znanej prędkości oddalania się od Słońca, malejącej powoli w miarę odległości, musiałoby zużyć na tę drogę około pół roku. Ale z niektórych obserwacji, takich jak np. przedstawione na ryc. 2, wynikałoby, że spóźnienie maksimum promieniowania kosmicznego po minimum plam słonecznych jest nawet rzędu całego roku, co oznacza, że jeszcze te chmury plazmy, które rok cały oddalają się od Słońca, mogą wpływać na rozchodzenie się promieniowania kosmicznego. Przesuwałoby to granicę oddziaływania heliosfery aż do około 100 j.a., co nie wydaje się prawdopodobne.

Heliosferą nazywamy właśnie cały ten obszar przestrzeni, w którym jeszcze wyraźnie występuje modulowanie dróg promieni kosmicznych przez słoneczne przyczyny. Badanie tego ogromnego obszaru za pomocą Pionierów zaczęło się zaledwie przed kilku laty, a pośrednio nie dawniej niż ćwierć wieku temu. Oprócz promieniowania kosmicznego obserwowanego na Ziemi i plazmy mierzonej z sond kosmicznych, dowiadujemy się jeszcze o heliosferze z pomiarów migotania (scyntylacji) obrazów radiowych obiektów takich jak mgławica Krab, będących źródłem silnej emisji radiowej. Migotanie jest przecież także wywołane przez nieregularności plazmy, i to zarówno jej gęstości jak i pól magnetycznych. Dotychczas, najciekawsze dane przyniosły jednak bezpośrednie pomiary z Pionierów, które przysyłają już informacje z odległości około 30 j.a., wskazujące na to, że jak gdyby zbliżyły się już do granic heliosfery.

Prof. dr Jan Mergentaler jest emerytowanym profesorem astronomii Uniwersytetu Wrocławskiego.

ANNA MARCHLEWSKA-KOJ (Kraków)

O „KOEDUKACJI” EMBRIONÓW

U wszystkich gatunków, których rozród opiera się na współdziałaniu dwóch płci, bezpośredni kontakt pomiędzy osobnikami płci przeciwnej wpływa istotnie na pobudzenie układu hormonalnego, a także na zachowanie się zwierzęcia. Jest to wynikiem działania pojedynczych bodźców węchowych, wzrokowych, dotykowych i smakowych, lub efektem współdziałania kilku czynników. Obecność płci przeciwnej powoduje zmiany nie tylko w zachowaniu oraz w procesach fizjologicznych bezpośrednio związanych z rozrodem. Może także wpływać na wzrost lub hamowanie agresywności lub powodować zmiany w systemie znako-

wania terytorium. Silny wpływ płci przeciwnej zaznacza się wyraźnie już w okresie dojrzewania płciowego — kształtowania się cech psychicznych i fizycznych, a następnie rozciąga się na okres aktywności seksualnej. Młode samice gryzoni hodowane w klatkach z samcami dojrzewają płciowo wcześniej niż samice trzymane bez samca, zaś dorosłe samice wprowadzone do klatki z samcami powodują gwałtowny wzrost poziomu hormonów gonadotropowych i testosteronu we krwi.

Istotny wpływ obecności płci przeciwnej na kształtowanie się cech psychicznych ludzi znany był od lat

i znalazł swój oddźwięk w obyczajach i w kulturze prawie wszystkich społeczeństw. Stąd wielowiekowa tradycja tworzenia oddzielnych szkół dla chłopców i dziewcząt.

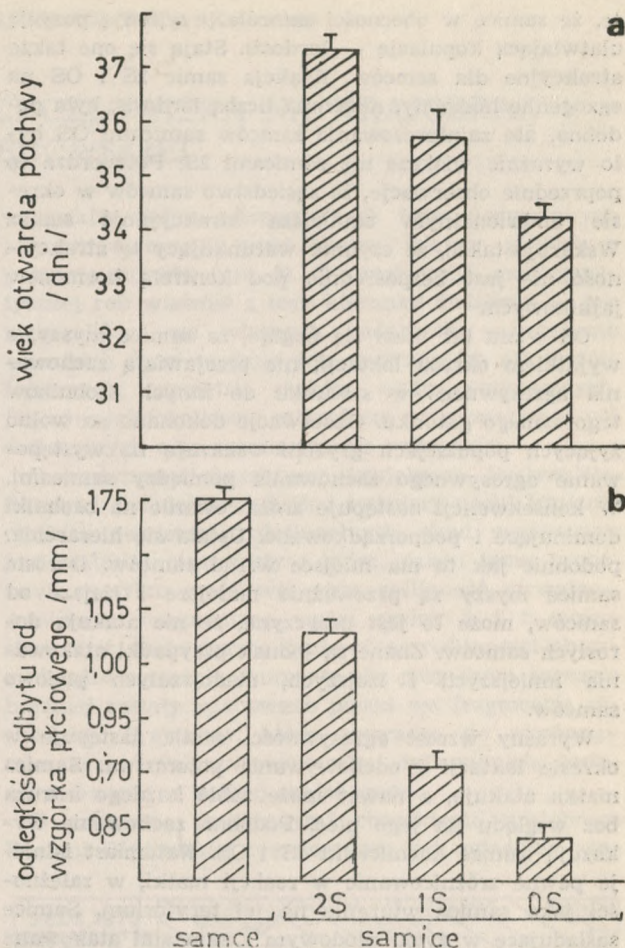
U ssaków, których samice rodzą jeden lub dwa osobniki, moment zetknięcia się z płcią przeciwną następuje dopiero po urodzeniu, a często po osiągnięciu dojrzałości, kiedy młode zaczynają usamodzielniać się i po opuszczeniu gniazda dołączają do stada. Inna sytuacja jest u gatunków, dla których typowa jest ciąża wieloracza, jak to ma miejsce u gryzoni i niektórych drapieżnych. Kontakt z płcią przeciwną może nastąpić już w okresie embrionalnym, kiedy w macicy ściśle upakowane zarodki samców i samic stykają się ze sobą błonami, a aorty i żyły maciczne mogą transportować najróżniejsze biologicznie czynne substancje od jednego do drugiego embrionu.

U noworodków gryzoni najprostszym sposobem rozpoznawania płci jest ocena odległości pomiędzy wzgórkami płciowym a otworem odbytowym. U samców myszy odległość ta wynosi 1,5 do 2,0 mm., a u samic 0,8 do 1,2 mm. Wiadomym jest, że przesunięcie wzgórka płciowego u samców jest wynikiem działania testosteronu wydzielanego przez jądra zarodków. Wzrost poziomu testosteronu we krwi samicy ciężarnej, w wyniku zmian patologicznych w nadnerczu lub po podaniu zastrzyku androgenów powoduje u noworodków samic powiększenie powierzchni ano-genitalnej. Hodowcy myszy i szczurów zauważyli, że w miotach, w których przeważa liczba samców, u samic następuje przesunięcie wzgórka płciowego, co utrudnia identyfikację płci. Nasunęło to przypuszczenie, że być może już w okresie rozwoju embrionalnego hormony produkowane przez samce mogą wpływać na rozwój znajdujących się w pobliżu samic. W ostatnich latach Amerykanie vom Saal i Bronson podjęli próbę przesłedzenia i porównania pewnych cech fizycznych i psychicznych samic w zależności od ich „socjalnej przeszłości” w okresie życia płodowego.

Przeprowadzenie cesarskiego cięcia w ostatnim, 20 dniu ciąży myszy pozwala na ustalenie pozycji płodu w macicy (ryc. 1). Rozwijające się w rogach macicy zarodki samic mogą znajdować się pomiędzy dwoma samcami (2S), w pobliżu jednego samca (1S) lub pomiędzy samicami (OS). Wydobyte operacyjnie zarodki, uwolnione natychmiast z błon płodowych i po usunięciu płynu z dróg oddechowych mogą być podłożone do odkarmienia mamce, która z łatwością zaakceptuje je w miejsce usuniętego własnego potomstwa.

Już w momencie porodu można stwierdzić wyraźne różnice pomiędzy samicami. Osobniki, które w macicy znajdowały się pomiędzy 2 samcami mają odległość ano-genitalną dłuższą niż samice rozwijające się w sąsiedztwie samic. Różne jest też tempo dojrzewania płciowego: otwarcie pochwy i następująca po nim pierwsza ruja występująja najwcześniej u samic OS, a najpóźniej u samic 2S (ryc. 2). Po osiągnięciu dojrzałości płciowej różnice utrzymują się nadal. Samice przebywające w macicy w pobliżu samców mają cykle płciowe dłuższe, a kolejne ruje pojawiają się nieregularnie, zaś u samic OS przeważają cykle czterodniowe. Usytuowanie płodu w macicy nie wpływa na liczbę owulowanych jaj, a po płodnej kopulacji ilość urodzonych młodych jest podobna.

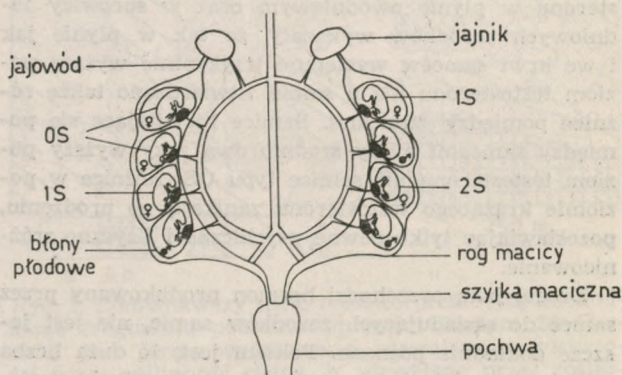
Samce myszy rozpoznają stan fizjologiczny samicy poprzez bodźce węchowe, dotykowe a być może



Ryc. 1. Schemat ułożenia płodów w macicy myszy. 2S samice pomiędzy 2 samcami; 1S samice obok 1 samca; OS samice bez samca w pobliżu

i smakowe. Umieszczono samca na platformie nad klatkami, w których w jednej znajdowała się samica 2S, a w drugiej samica OS. Samce zdecydowanie częściej wybierają samicę, która w zarodkowym życiu rozwijała się z dala od zarodków samców. Nie jest jeszcze znany czynnik, który wydzielany przez samicę OS powoduje, że jest ona bardziej atrakcyjna dla samca, ale jest bardzo prawdopodobne, że są to specyficzne bodźce węchowe.

Usunięcie jajników hamuje większość procesów fizjologicznych oraz behawioralnych związanych z rozrodem samic. Implantacja kapsuły z estrogenem, a następnie jednorazowy zastrzyk progesteronu powodu-



Ryc. 2 a) Dzień otwarcia pochwy; b) odległość pomiędzy wzgórkami płciowym a odbytem u samic myszy. 2S samice pomiędzy 2 samcami, 1S samice obok 1 samca; OS samice bez samca w pobliżu

je, że samice w obecności samców przyjmują pozycję ułatwiającą kopulację — lordosis. Stają się one także atrakcyjne dla samców. Reakcja samic 2S i OS na egzogenne hormony, mierzona liczbą lordosis, była podobna, ale zainteresowanie samców samicami OS było wyraźnie większe niż samicami 2S. Potwierdza to poprzednie obserwacje, że sąsiedztwo samców w okresie embrionalnym zmniejsza atrakcyjność samic. Wskazuje także, że czynnik warunkujący tę atrakcyjność nie jest bezpośrednio pod kontrolą hormonów jajnikowych.

Od wielu lat utarł się pogląd, że samice myszy, z wyjątkiem okresu laktacji, nie przejawiają zachowania agresywnego w stosunku do innych osobników tego samego gatunku. Obserwacje dokonane na wolno żyjących populacjach gryzoni wskazują na występowanie agresywnego zachowania pomiędzy samicami. W konsekwencji następuje zróżnicowanie na osobniki dominujące i podporządkowane. Ustala się hierarchia, podobnie jak to ma miejsce wśród samców. Dorosłe samice myszy są przeważnie mniejsze i łejsze od samców, może to jest przyczyną, że nie atakują dorosłych samców. Znane są jednak przypadki atakowania mniejszych i łejszych, niedojrzałych płciowo samców.

Wyraźny wzrost agresywności samic następuje w okresie laktacji i odchowywania potomstwa. Samica matka atakuje, a nawet może zabić każdego intruza bez względu na jego płeć. Podobne zachowanie wykazują samice karmicielki 2S i OS. Natomiast istnieje pewne zróżnicowanie w reakcji matki, w zależności jaka samica wtargnie na jej terytorium. Samice sąsiadujące w życiu płodowym z samcami atakowane są znacznie silniej niż samice rozwijające się bez kontaktu z samcem. Samice 2S traktowane są na równi z samcami, podczas gdy OS mają znacznie mniej skaleczeń i czas atakowania ich jest krótszy.

Tak samice jak i samce znakują swoje terytoria mocem. Samce deponują więcej moczu i ograniczają większe terytorium niż samice. Położenie w macicy samic wpływa na sposób znakowania terytorium. System deponowania moczu przez samice 2S jest zbliżony do systemu typowego dla samców.

Przedstawione powyżej wyniki obserwacji świadczą, że samice mogą ulegać pewnej maskulinizacji w okresie życia płodowego. Następuje to pod wpływem testosteronu produkowanego przez zarodki sąsiadujących samców. Jądra samców myszy rozpoczynają wydzielanie testosteronu pomiędzy 12 a 13 dniem ciąży. Bezpośrednie pomiary testosteronu, estrogenu i progesteronu w płynie owodniowym oraz w surowicy 19-dniowych zarodków wykazały, że tak w płynie jak i we krwi samców występuje trzykrotnie wyższy poziom testosteronu niż u samic. Stwierdzono także różnice pomiędzy samicami. Samice rozwijające się pomiędzy samcami miały średnio dwa razy wyższy poziom testosteronu niż samice typu OS. Różnice w poziomie krążącego testosteronu zanikają po urodzeniu, pozostawiając tylko pewne psychiczne i fizyczne zróżnicowanie.

Droga, jaką przechodzi hormon produkowany przez samce do sąsiadujących zarodków samic, nie jest jeszcze dokładnie poznana. Faktem jest, że duża liczba samców w miotach nie powoduje podniesienia poziomu testosteronu w surowicy matek ciężarnych. Przejście androgenu następuje na poziomie macicy.

Przeprowadzone ostatnio doświadczenia na szczu-

rach wykazały, że podobnie jak u myszy, samice rozwijające się w pobliżu samców ulegają maskulinizacji. Meisel i Ingeborg sugerują, że transport testosteronu odbywa się z krwią, przez aortę w macicy. Skutki podniesionego poziomu testosteronu stwierdzili tylko u samic, do których dopływała krew bezpośrednio z zarodków męskich. Wspomnieni poprzednio Bronson i vom Saal uważają, że przechodzenie androgenu odbywa się na drodze dyfuzji przez błony płodowe. O tym, że androgeny mogą przenikać od jednego do drugiego płodu świadczy fakt, że znakowany trytem testosteron podany w zastrzyku jednemu z zarodków szczura przechodzi do płynu owodniowego sąsiadujących płodów.

Różnice poziomu testosteronu w płynie owodniowym są przykładem, że nawet w tak pozornie jednolitym środowisku jakim jest ciężarna macica, występują różnice, które wpływają na rozwój poszczególnych osobników. Nasuwa się pytanie, czy lokalizacja zarodka w momencie implantacji wpływa na przeżywalność embrionów. Vom Saal porównał liczebność trzech typów samic pochodzących z 767 miotów urodzonych przez cesarskie cięcie. Ilości przewidywanych i stwierdzonych młodych nie różniły się istotnie. W miotach składających się z 5 do 10 osobników około 50% samic rozwijało się w pobliżu jednego samca, bez kontaktu z samcem około 30%, zaś pomiędzy dwoma samcami 20% samic. Jedną z konsekwencji położenia płodu w macicy są różnice pomiędzy osobnikami, w pozornie najbardziej jednolitej populacji jaką stanowią samice tego samego szczepu wsobnego, pochodzące z jednego miotu. W takich dziedzinach eksperymentalnych jak fizjologia, endokrynologia czy psychologia może to być przyczyną dużych rozrzutów wyników. Pomimo użycia jednolitego genetycznie materiału zwierzęcego oraz zachowania stałych warunków zewnętrznych, różnice w reakcji poszczególnych osobników stwarzają badaczom wiele problemów przy interpretacji danych. Kwitowane jest to zazwyczaj zgrabnym zdaniem: „Wpływ czynników wymykających się spod kontroli”. W przypadku omawianego tu efektu położenia płodu w macicy, określenie to jest w pełni uzasadnione. Implantacja zarodków następuje całkowicie losowo i jak dotychczas nie mamy na to żadnego wpływu.

Poddanie samic 2S działaniu podwyższonego poziomu testosteronu wpływa na ukształtowanie się cech, które mogą mieć istotne znaczenie w specyficznych warunkach życiowych. Na przykład w populacjach o dużym zagęszczeniu samice 2S mają większe szanse odchowania potomstwa, ponieważ są bardziej agresywne i skuteczniej potrafią je bronić. Ponadto młode samice 2S są mniej wrażliwe na zagęszczenie niż samice OS, u których w analogicznych warunkach następuje opóźnienie dojrzewania płciowego. Natomiast w populacjach o małym zagęszczeniu samice OS mogą mieć większe szanse: są wcześniej zdolne do rozrodu i bardziej atrakcyjne dla samców. Pomimo pewnych różnic pomiędzy samicami rozwijającymi się w sąsiedztwie lub z dala od męskich embrionów, położenie zarodka w macicy nie wpływa istotnie na potencjalną zdolność rozrodczą. Osobniki typu 2S podobnie jak OS są pełnowartościowymi samicami.

Doc. dr hab. Anna Marchlewska-Koj pracuje w Zakładzie Genetyki i Ewolucjonizmu w Instytucie Zoologicznym UJ.

TADEUSZ SZCZYPEK, STANISŁAW WIKI (Katowice)

WPŁYW WIATRU I DZIAŁALNOŚCI CZŁOWIEKA NA KRAJOBRAZ PUSTYNI BŁĘDOWSKIEJ

Pustynia Błędowska, utożsamiana w tej pracy z terenem położonym po obu brzegach Białej Przemszy między miejscowościami Klucze i Błędów, była i jest nadal opisywana w różnych publikacjach jako największy w Polsce obszar lotny, nieutrwalonych przez roślinność piasków. Taki stan miał miejsce jeszcze na początku lat 60 naszego wieku, natomiast obecny krajobraz Pustyni Błędowskiej w niewielkim już stopniu odpowiada tego typu opisom. Przyczyną jego zmiany jest wyraźna ekspansja roślinności, spowodowana zarówno procesami naturalnymi jak i antropogenicznymi. Nie oznacza to jednak, by czynnik eoliczny, powszechnie uważany za najważniejszy w modelowaniu tego obszaru, nie miał już żadnego znaczenia. Przeciwnie, działalność wiatru jest tu w dalszym ciągu bardzo wyraźnie widoczna i nadal wywiera dość istotny wpływ na charakter krajobrazu Pustyni Błędowskiej.

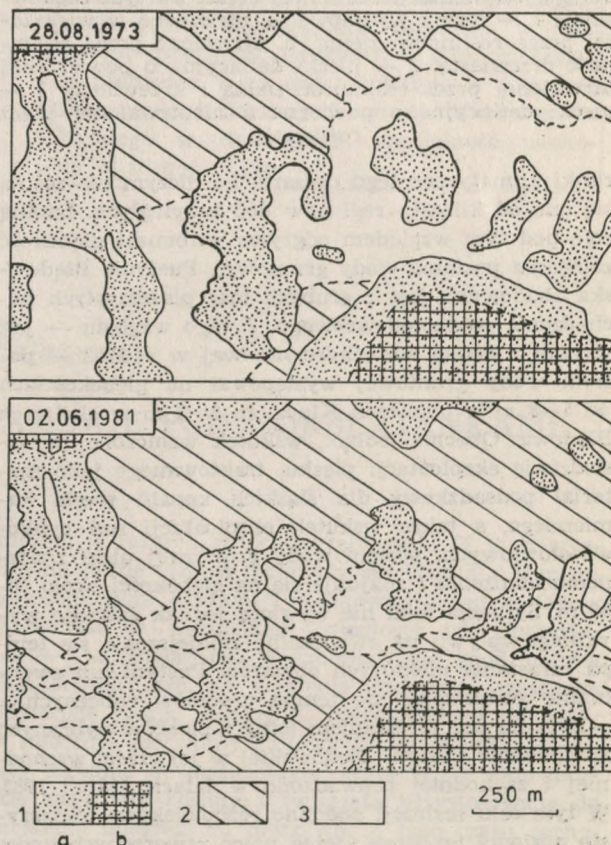
Dużą pomocą w śledzeniu zmian zachodzących w krajobrazie Pustyni Błędowskiej są zdjęcia lotnicze, wykonane w pewnych odstępach czasu. Analiza i porównywanie obrazów na takich zdjęciach pozwala na wyciągnięcie wniosków odnośnie do głównych tendencji w rozwoju określonych, labilnych form rzeźby, jakimi są wydmy, będące jednocześnie efektem walki wiatru i roślinności o piasek. Analiza zdjęć umożliwia też ocenę wzrostu wielkości obszarów opanowywanych przez roślinność.

Dla zilustrowania wspomnianych zagadnień wykorzystano zdjęcia lotnicze w podziałkach około 1:17 000 i 1:18 000, wykonane w sierpniu 1973 roku i w czerwcu 1981 roku. Przeanalizowano i porównano dwa niewielkie fragmenty Pustyni Błędowskiej, położone na południe od Białej Przemszy, który to obszar — jak zauważa Z. Alexandrowiczowa — jest o wiele ciekawszy i bardziej urozmaicony niż tereny leżące na północ od koryta tej rzeki. Jeden z badanych fragmentów (ryc. 1) zlokalizowany jest w zachodniej części Pustyni, natomiast drugi (ryc. 2) — w części wschodniej, wchodzącej w skład Zespołu Jurajskich Parków Krajobrazowych. Analiza wspomnianych rysunków, wykonanych na podstawie interpretacji zdjęć lotniczych, pozwala na stwierdzenie, że w ciągu ośmiu lat zaszły na omawianych obszarach istotne zmiany, oraz że między tymi obszarami istnieją dość wyraźne różnice, zaznaczające się w stopniu złożoności rzeźby. Obszar zachodni cechuje się prostszą sytuacją morfologiczną niż obszar wschodni. Występuje tu kilka dość dużych wydym o charakterze form poprzecznych (ryc. 1), których zarysy w ciągu wspomnianego okresu uległy pewnym komplikacjom, nie obserwuje się natomiast zbyt wyraźnego wzrostu ich powierzchni. W przypadku obszaru wschodniego widoczny jest przyrost zarówno powierzchni jak i liczby drobnych wydym, przy czym w większości mają one charakter form podłużnych (ryc. 2). Z łatwością można również stwierdzić fakt, iż niektóre z wydym uległy częściowemu rozwianiu, tworząc tym samym formy o innych kształtach. Powstanie szeregu nowych wydym związane jest z opanowywaniem przez roślinność, przede

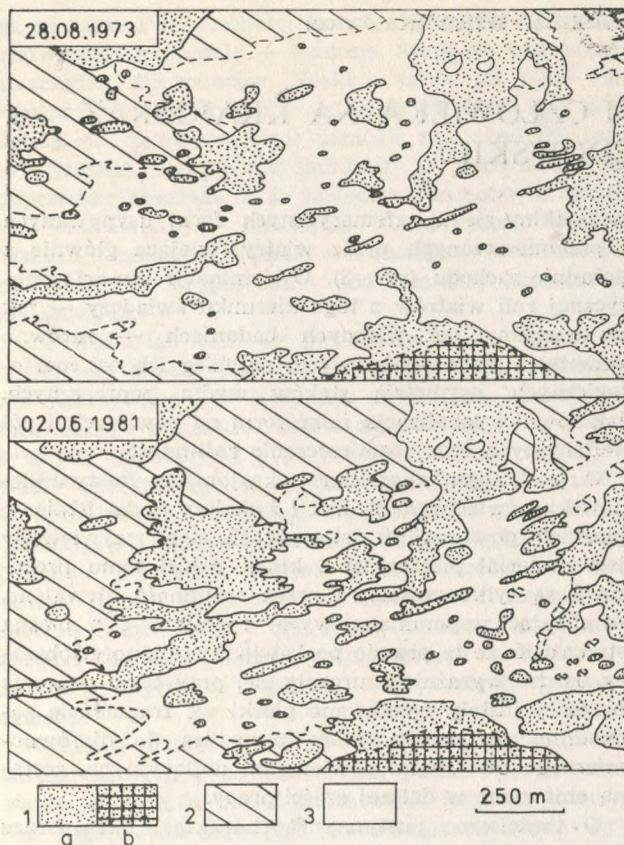
wszystkim zielną, efemerycznych form usypywanych i przemieszczanych przez wiatry, wiejące głównie z południo-zachodu (ryc. 3). O dominacji i morfogenetycznej roli wiatrów z tego kierunku świadczy — jak wykazaliśmy we własnych badaniach — zarówno orientacja form wydymowych, przebieg ich osi morfologicznych, asymetria stoków wydym poprzecznych, jak również lokalizacja mikroform na powierzchni pól deflacyjnych oraz rozmieszczenie roślinności.

O „pustynnym” charakterze krajobrazu Pustyni Błędowskiej świadczyło jednak i świadczy nadal istnienie płaskich powierzchni deflacyjnych, skąd wywiewany jest materiał piaszczysty i które, dzięki temu procesowi, są tylko częściowo przez roślinność utrwalone. Analizując wspomniane wyżej ryciny 1 i 2 można stwierdzić, że te prawie pozbawione roślinności obszary bardzo wyraźnie skurczyły się, przy czym znacznie bardziej zostały opanowane piaski we fragmencie zachodnim. Przyczyny, które prowadzą do nierównomiernego utrwalania powierzchni deflacyjnych, zostaną omówione w dalszej części pracy.

O częściowo „pustynnym” charakterze krajobrazu Pustyni Błędowskiej nie decydują, jak wiadomo, wa-



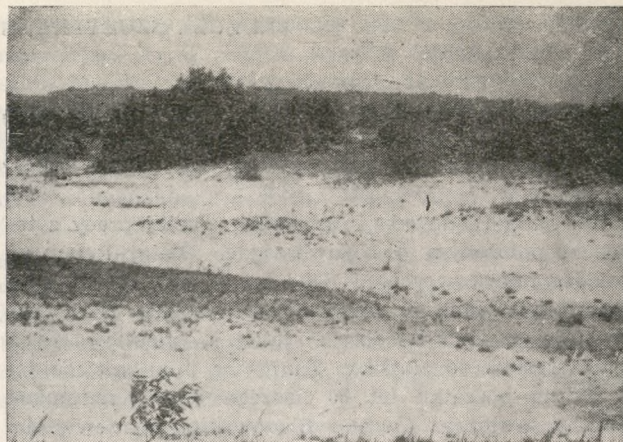
Ryc. 1. Porównawczy szkic fotointerpretacyjny zachodniego fragmentu południowej części Pustyni Błędowskiej: 1 — formy wydymowe: a. utrwalone w większości przez roślinność zielną, b. utrwalone przez roślinność drzewiastą, 2 — niecki deflacyjne o powierzchni utrwalonej przez roślinność zielną i krzewiastą, 3 — niecki deflacyjne o powierzchni nieutrwalonej przez roślinność



Ryc. 2. Porównawczy szkic fotointerpretacyjny wschodniego fragmentu południowej części Pustyni Błędowskiej: 1 — formy wydymowe: a. utrwalone w większości przez roślinność zielną, b. utrwalone przez roślinność drzewiastą, 2 — niecki deflacyjne o powierzchni utrwalonej przez roślinność zielną i krzewiastą, 3 — niecki deflacyjne o powierzchni nieutrwalonej przez roślinność

runki klimatyczne tego obszaru, bo niczym nie różnią się one od klimatu regionów doń przyległych. Istotną rolę pod tym względem odgrywa natomiast głębokość zalegania poziomu wody gruntowej. Pustynia Błędowska zbudowana jest z grubych mas piaszczystych pochodzenia wodnolodowcowego. Z tego względu — jak wynika z badań Alexandrowiczowej w r. 1962 — poziom wody gruntowej występował na głębokościach od 5–8 m w okolicach Klucza, do 2–3 m w okolicach Błędowa. Obecnie jednak, wskutek wzmożonej w sąsiedztwie eksploatacji piasku, traktowanego jako materiał podsadzkowy dla śląskich kopalń węgla kamiennego, a także wskutek eksploatacji rud cynkowo-olowiowych, poziom wody gruntowej uległ znacznemu obniżeniu i znajduje się na głębokości około 40–50 m. Sytuacja taka nie wywiera jednak żadnego wyraźnego wpływu na ewentualne zmniejszenie się tempa zarastania niektórych obszarów Pustyni lub ewentualne zwiększenie się tempa procesów eolicznych.

Badania nad zarastaniem lotnych piasków wybranych fragmentów Pustyni Błędowskiej w jej części wschodniej i zachodniej prowadzono w latach 1981 i 1983. W tym celu lustracji poddano różnowiekowe piaszczyste poziomy terasowe, szereg nowo utworzonych wydym zasiedlanych od samego początku przez rośliny zielne, a przede wszystkim płaskie powierzchnie deflacyjne, gdzie działalność wiatru jest wzmożona, zaś jego skutki wyraźnie zauważalne (ryc. 4). Wśród tych ostatnich form eolicznych przeanalizowano m.in. ostańce porośnięte wyłącznie przez trawy: szczotlicę siwą *Cory-*



Ryc. 3. Niewielkie wydmy utrwalone przez roślinność zielną

nephorus canescens, strzęplicę siną *Koeleria glauca* i wydmuchrzycę piaskową *Elymus arenarius*, ostańce porośnięte w całości przez krzewy wierzby piaszkowej *Salix arenaria* oraz piaszczyste pagóry usypane w cieńnię wierzby kaspijskiej *S. acutifolia*, wprowadzonej na ten obszar świadomie przez człowieka. W części zachodniej Pustyni prześledziliśmy również rozkład roślinności w profilu od właściwej niecki deflacyjnej poprzez stok proksymalny utrwalonej wydmy aż do jej stoku dystalnego. Szczegółowe wyniki tych badań omówiono we wcześniejszej pracy. Ustalono, że najbardziej odpornymi na rozwiewanie są formy utrwalone przez krzewy *Salix arenaria*, następnie przez *S. acutifolia*, zaś na końcu — przez roślinność trawiastą. Wraz z oddalaniem się od właściwej strefy deflacyjnej następuje wzbogacanie flory i wzrost stopnia jej heterogeniczności. W bliskim sąsiedztwie pól deflacyjnych tworzące się wydmy porasta inicjalna roślinność pionierska z udziałem *Corynephorus canescens*, zaś na bardziej ustabilizowane formy wkracza *Koeleria glauca*. Utrwalone wydmy i powierzchnie deflacyjne samorzutnie zasiedla bór sosnowy *Leucobryo-Pinetum* z dużym udziałem w runie wrzосу zwyczajnego *Calluna vulgaris*. W rzadkich przypadkach jest to jednak starodrzew; częściej przeważa młodnik sosnowy pozbawiony jeszcze podstawowych komponentów runa, właściwego dla *Leucobryo-Pinetum*, tj. dla subatlantyckiego boru sosnowego. Obecna, wysoka zieleń Pustyni jest w większości pochodzenia antropogenicznego. Człowiek walcząc z negatywnymi skut-



Ryc. 4. Powierzchnie deflacyjne na Pustyni Błędowskiej z rzadko rozrzuconymi krzewami wierzby piaszkowej i wierzby kaspijskiej

kami działania wiatru, mając na uwadze względy gospodarcze, sadi krzewy wierzb *S. arenaria* i *S. acutifolia* oraz zakłada duże plantacje sosny *Pinus silvestris*. Niekiedy jego wysiłki są niweczone. Niemniej uporczywa i systematyczna walka z wiatrem daje widoczne efekty przy utrwalaniu powierzchni deflacyjnych, co powoduje tak szybkie kurczenie się arealów lotnych piasków. Można więc przypuszczać, że jeśli przedsięwzięcia człowieka w dalszym ciągu zmierzają w tym kierunku, obszar lotnych piasków przestanie istnieć, a Pustynia Błędowska nie będzie miała już „charakteru pustynnego”.

Przyczyn prowadzących do nierównomiernego utrwalania powierzchni deflacyjnych wybranych fragmentów części wschodniej i zachodniej Pustyni można upatrywać przede wszystkim w antropopresji. Proces „rekultywacji” Pustyni Błędowskiej w części zachodniej jest posunięty znacznie dalej aniżeli w części wschodniej. Ten ostatni obszar, z uwagi na słabo zaawansowany wysiłek człowieka w utrwalaniu mało stabilnego podłoża, bliższy jest układowi naturalnemu (ryc. 5).

Pozbawienie kobierca roślinnego tej części Pustyni sprzyja procesowi deflacji. Wiatr nie tylko silniej modeluje tu powierzchnię ruchomych piasków aniżeli w części zachodniej, lecz ma też istotny wpływ na przestrzenny rozkład ugrupowań roślinnych. Zbyt częste tu jednak mechaniczne niszczenie powierzchni utrwalonej doprowadza do przyrostu jak również ustawicznego powstawania coraz to nowych drobnych wydym, zaś wśród składników szaty roślinnej — do dominacji określonych gatunków roślin, m. in. wydmuchrzyce piaskowej. W krajobrazie widoczne są ponadto bezpośrednie ślady działalności ludzkiej, uwidaczniające się w postaci sztucznych form rzeźby (wkłęsłych i wypukłych) oraz w zaleganiu niektórych elementów nieharmonizowanych z otoczeniem.

Słuszny więc wydaje się postulat, aby w tej czę-



Ryc. 5. Rozległa niecka deflacyjna o powierzchni prawie zupełnie pozbawionej roślinności

ści Pustyni Błędowskiej na granicy z Wyżyną Krakowską-Wieluńską, utworzony został w miarę szybko ścisły rezerwat, w którym przyroda mogłaby się rządzić własnymi prawami bez ingerencji człowieka. Omawiany obszar, jak wspomniano wcześniej, wchodzi obecnie w skład Jurajskiego Parku Krajobrazowego „Orlich Gniazd”.

Tu też w przyszłości można będzie śledzić kierunki i dynamikę zmian w morfologii terenu i w szacie roślinnej.

Dr Tadeusz Szczeppek jest adiunktem w Instytucie Geografii Uniwersytetu Śląskiego w Sosnowcu; specjalność naukowa — geomorfologia. Dr Stanisław Wika jest adiunktem w Katedrze Geobotaniki i Ochrony Przyrody Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach; specjalność naukowa — fitosocjologia.

WILHELM KRACH (Kraków)

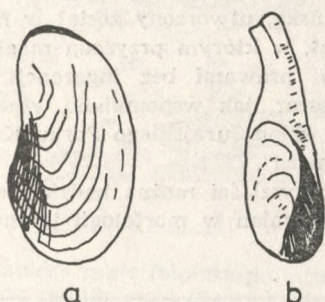
ZAGUBIONY BRZEG MORSKI W KRAKOWIE POD NORBERTANKAMI

Tam, gdzie dziś stoi klasztor Norbertanek nad Wisłą, szumiało morze epoki jurajskiej. Wiele milionów lat trwało osadzanie na dnie tego morza nieorganicznych i organicznych materiałów — produktów pokruszonych jakichś oddalonych brzegów morskich i startych na pył pancerzyków zwierząt morskich — muszli amonitów, mięczaków czy drobnych otwornic. Utworzone skały wynurzone nad powierzchnię wód stały się lądem stałym, podlegającym procesom dynamicznym — erozji, abrazji i wietrzeniu. Następny etap tego lądu to zanurzenie w epoce kredowej. Osady tego morza, zachowane tu i ówdzie w okolicach Krakowa, świadczą o podobnej historii jak w epoce jurajskiej z tym, że wynurzone osady kredowe, słabo zdia-
genezowane, uległy w dużym stopniu abrazji, a pod Norbertankami zupełnie zostały zniwelowane. Jak wynika z badań geologów, dzisiejszy brzeg Wisły pod Norbertankami utworzył się w wyniku tektonicznych

założeń, w ramach struktur zrębowych. W trzeciorzędzie na lądzie stałym rozlewały się jeziora z wapienno-marglistymi osadami i słodkowodną fauną. Osady te odkryto w niewielkiej odległości od Norbertanek — na Bielanych. Wyłaniające się spod murów klasztornych (ryc. 1) wapienie jurajskie, częściowo zniszczone erozją, według A. Radwańskiego stanowiły w miocenie pierwotny klifowy brzeg morski, opadający łagodnie do dzisiejszego koryta Wisły. Dno morskie zasiedlały rośliny i zwierzęta przystosowane do znoszenia uderzeń fal morskich. Z tego czasu zachowały się na skałach jurajskich ślady drażenia przez małże skałotocze i robaki wieloszczety. Osady z tego okresu nie zachowały się — zostały usunięte przez abrazję. Kolejny etap zjawisk to osłabienie falowania i możliwość zasiedlenia się innych organizmów morskich. Ich szczątki zachowały się najlepiej w samym korycie Wisły, na progu jurajskim, pokrytym



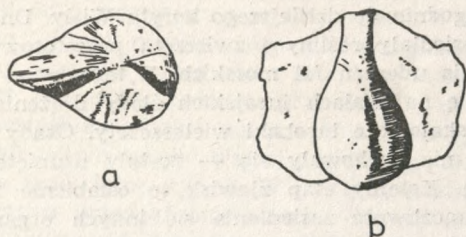
Ryc. 1. Odslonięcia jury górnej i miocénskiego wapienia ostrygowego pod Norbertankami. J — wapień górniojurajski, P — powierzchnia abrazyjna ze skałotoczami, M — miocénski wapień ostrygowy



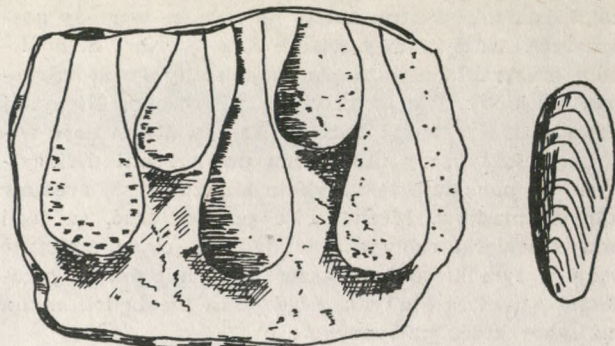
Ryc. 2. *Gastrochaena*, a — skorupka pojedyncza, b — ciało małża z muszlą i syfonami

osadami wapiennymi z licznymi skorupami gruboskorupowych ostryg, przegrzebków, pąkli i in. Drobniejsza fauna została niewątpliwie zniszczona. Przy niskim poziomie wody te skamieniałości były przez długie lata przedmiotem zainteresowania geologów, paleontologów i amatorów — zbieraczy skamieniałości. W muzeum geologicznym Polskiej Akademii Umiejętności (dziś Instytutu Geologii Dynamicznej PAN) przechowywane są zbiory, gromadzone podówczas przez znanych geologów ubiegłego stulecia i późniejszych jak Bieniarz, Niedźwiedzi, Łomnicki, Zaręczny, z nowszych czasów Panow i in. Zbiory te przedstawiają nie małą wartość naukową także z tego powodu, iż dno Wisły wraz z progiem skalnym i skamieniałościami dziś nie istnieje. W ostatnich latach został ten próg skalny rozsadzony i zniwelowany w następstwie regulacji Wisły dla celów gospodarki wodnej. W ten sposób jeszcze jeden zabytek przyrody nieożywionej w samym sercu Krakowa został bezpowrotnie stracony dla nauki.

Według A. Radwańskiego, żyjące w warunkach kipieli morza miocénskiego organizmy i ich skorupy zostały po śmierci znośzone do niższych miejsc, tworząc



Ryc. 3. *Aspidopholas*, a — związane skorupki muszli widziane od góry, b — wydrążony otwór w skale

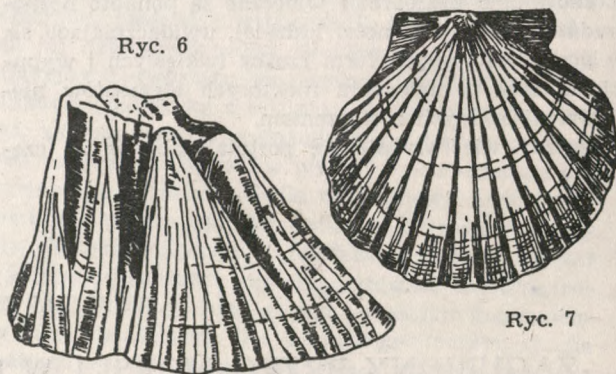


Ryc. 4. *Lithophaga*, a — ośrodk i próżnie po małżach w skale, b — pojedyncza skorupka



Ryc. 5. Ścięta powierzchnia wapienia jurajskiego z otworami po litofagach. Skała między nimi pocięta przez wieloszczety *Polydora*

Ryc. 6



Ryc. 7

Ryc. 6. *Balanus* — przykład wąsonoga (*Cirripedia*) obrastający muszle ostryg lub tworzący kuliste skupienia

Ryc. 7. *Chlamys scabrella* niedźwiedzki (Hilb.), prawa skorupka $\times 1$

ławice ostrygowe. Niewykluczone, że niektóre z ostryg zostały zasypane osadem na miejscu życia. Osadzanie wapieni ostrygowych, innymi słowy trwanie morza w tym czasie, mierzyć można grubością osadów, które w okolicy Krakowa nie przekraczają 2 metrów.

Morze miocénskie z wolna ulegało pogłębieniu. Ten fakt można odczytać z wyżej leżących wapieni ostrygowych, w których znajdujemy skamieniałości drobne i dość liczne, złożone głównie z mięczaków. Na podstawie analizy ekologicznej gatunków wnosić można o uspokojeniu się falowania, pogłębieniu morza i większym oddaleniu od brzegów. Jest to strefa pogłębionego litoralu. Wśród fauny pospolita jest *Corbula gibba*, małż przewodni dla całego zespołu.

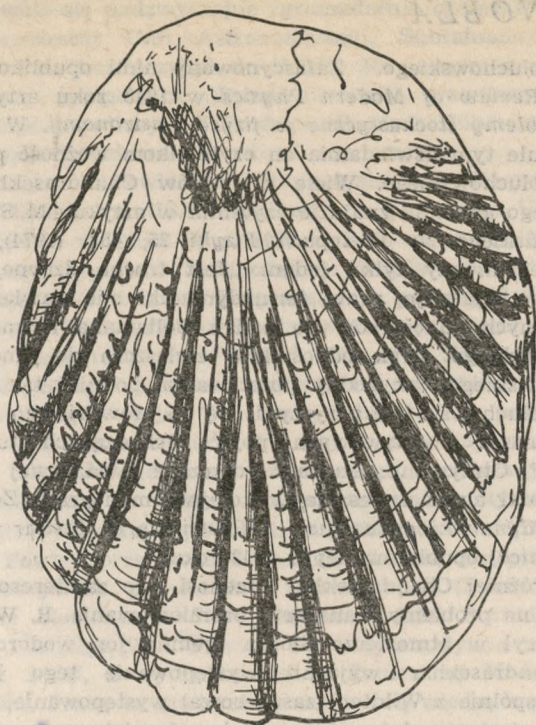
Po przerwie w sedimentacji wapieni ostrygowych nastąpiła nowa oscylacja morza, znaczne pogłębienie



III. CZERMIENŃ BŁOTNA *Calla palustris* L. Fot. Z. Mirek



IV. KOTEWKA ORZECZ WODNY *Trapa natans* L. Fot. J. Mendaluk



Ryc. 8. *Ostrea lamellosa boblayei* (Desh.) — lewa skorupa $\times 0,5$

i osadzanie tzw. ilów otwornicowych. Odnaczały się one nagromadzeniem w spgu licznych nieraz ławicowych ostryg, określonych jako *Ostrea cochlear* Poli. Osady te występujące w różnych punktach koło Krakowa, pod Norbertankami nie zachowały się.

Przjrzyjmy się bliżej skamieniałościom różnych odcinków czasu mioceneskiego. W pierwszym okresie trwania litoralu liczne małże skałotoczne nawiercały twarde jurajskie dno morza. Małże te chroniły się przed atakami fal i nieprzyjaciółmi w wydrążonych przez siebie otworach. Największe otwory pozostawiała *Lithophaga* (ryc. 4). Otwory te kształtu butelek, po śmierci zwierzęcia wypełniały się materiałem destrytycznym wapnia ostrygowego. Drażenie w skale umożliwiały małżom twarde, karbowane brzegi skorup, którymi zwierzę wykonywało ruch obrotowy. Rzadziej trafiały się mniejsze małże skałotoczne jak *Gastrochaena* (ryc. 2) czy *Aspidopholas* (ryc. 3). Pozostawiały one mniejsze otwory, niejednokrotnie z zachowanymi wewnątrz skorupkami i wapienną osłonką syfonów, służących do wchłaniania wody z pokarmem i wydalania nie strawionych resztek. Kształt otworów był również butelkowaty. Ogromną ilość drobnych drążeń pozostawiały robaki wieloszczety, m.in. *Polydora* (ryc. 5).

W samym wapieniu ostrygowym w zespole fauny panowały ostrygi. *Ostrea lamellosa boblayeri* (Desh.) (ryc. 8) miała masywne skorupy przyrośnięte do dna; grubością skorup zabezpieczały się te ostrygi przed niszczącym działaniem fal. Również masywne były



Ryc. 9. *Crassostrea gryphoides crassissima* (Lam.), lewa skorupa $\times 0,5$

Ryc. 10. *Ostrea frondosa* de Serres, lewa skorupa $\times 1$

Ryc. 9



Ostrea gryphoides crassissima (Lam.) (ryc. 9). Miały one postać wydłużoną, często wygiętą. Ich masywne skorupy dochodziły do 40 cm długości. Mniejszą rolę w zespole odgrywały drobniejsze od tamtych *Ostrea frondosa* de Serres (ryc. 10). Z przegrzebków występował gatunek *Chlamys scabrella* niedzwiedzki (Hilb.) (ryc. 7). Do podłoża przytwierdzał się on bisiorowymi nićmi. Mógł też pływać za pomocą szybkiego zamykania i otwierania skorup. Znamiennymi organizmami były wąsonogi *Balanus tintinnabulum* (ryc. 6). Ich stożkowe domki zbudowane z płytek wapiennych przytwierdzały się do dna, skorup ostryg lub tworzyły kuliste formy, złożone z wielu osobników.

Znaczna ilość drobniejszej fauny uległa zniszczeniu. Lepiej zachowały się szczątki różnorodnej drobnej fauny w górnych wapieniach ostrygowych.

Prof. dr Wilhelm Krach jest emerytowanym profesorem geologii UJ i PAN w Krakowie.

NAGRODY NOBLA

Laureaci Nagrody Nobla
w dziedzinie fizyki w 1983 r.

W roku 1983 Nagrodę Nobla w dziedzinie fizyki otrzymali Subrahmanyan Chandrasekhar i William A. Fowler. Nagrodę tę przyznano w uznaniu ważności ich niezależnych prac o powstawaniu i śmierci gwiazd, jak również o powstawaniu pierwiastków chemicznych.

Subrahmanyan Chandrasekhar urodził się w roku 1910 w Lahore (obecnie Pakistan). Studiował na Uniwersytecie w Madras, skąd po ukończeniu nauki w 1930 r. wyjechał jako stypendysta do Cambridge. Zafascynowany monografią Sir A. Eddingtona *Wewnętrzna budowa gwiazd* (*Internal Constitution of the Stars*) przystępuje do studiów nad zagadnieniami równowagi kul gazowych. W 1926 r. R.H. Fowler (nie mylić z laureatem Nobla) stwierdził, że materia białych karłów zawiera zdegenerowane elektrony w sensie statystyki Fermiego-Diraca. Chandrasekhar pracuje nad zagadnieniami gwiazd zdegenerowanych i nad zastosowaniem do opisu ich budowy teorii kul politropowych. Píše wiele prac znacznie rozwijając teorię białych karłów. W pracach tych Chandrasekhar stwierdza, że dla białych karłów istnieje maksymalna możliwa masa równa $5.75 \mu_e^{-2} M_\odot$, gdzie μ_e jest średnią molekularną masą elektronu, co przy absencji helu $\mu_e = 2$ daje $1.44 M_\odot$. Wielkość tę dziś nazywamy granicą Chandrasekhara.

W roku 1937 Chandrasekhar przenosi się do Uniwersytetu w Chicago. Tam w 1938 r. ukończył swą pierwszą monografię *Wstęp do studium struktur gwiazdowych* (*An Introduction to the Study of Stellar Structure*), którą wydano w 1939 r. Ta znakomita monografia zawierająca rezultaty prac autora i innych badaczy w dziedzinie równowagi kul gazowych, białych karłów itd. jest po dziś dzień fundamentalnym podręcznikiem astrofizyki, dającym świadectwo niesłychanej erudycji autora. W pracy tej wśród cytatów ze wszystkich istotnych pozycji literatury są i odnośniki do prac Polaków, jak np. twierdzenie Maurycego Piusa Rudzkiego (1862-1916): „Przy jednorodnym rozszerzeniu albo kurczeniu kuli gazowej gęstość, ciśnienie i temperatura w każdym punkcie zmieniają się odpowiednio odwrotnie proporcjonalnie do trzeciej, czwartej i pierwszej potęgi stosunki początkowego i końcowego promienia kuli”. Podkreśla on, że choć twierdzenie to było znane wcześniej, dopiero Rudzki tak je sformułował i udowodnił w 1902 roku, nadając mu postać ogólną. Również Rudzki wprowadził pojęcie przekształcenia homologicznego.

W innym miejscu tej monografii autor przytacza wzór na masę gwiazdy w zależności od masy cząsteczkowej, ciśnienia promieniowania i stałych rozwiązania równania Lane-Emdena, nazywając wzór wzorem Białobrzeskiego - Eddingtona i zaznaczając, że uczeni ci otrzymali ten wzór niezależnie.

Po opublikowaniu tej monografii Chandrasekhar zmienia zainteresowania naukowe i pracuje nad zagadnieniami dynamiki gwiazd. Szczególnie zajmuje się teorią fluktuacji sił wywieranych na gwiazdę przez otaczające ją gwiazdy. Zainteresowany teorią fluktuacji Chandrasekhar przestudiował prace Mariana

Smoluchowskiego. Zafascynowany nimi opublikował w *Review of Modern Physics* w 1943 roku artykuł *Problemy stochastyczne w fizyce i astronomii*. W artykule tym uświadamia on czytelnikom ważność prac Smoluchowskiego. Wiele z cytatów Chandrasekhara z tego artykułu znajdzie czytelnik w artykule M. Suffczyńskiego w *Postęпах Fizyki* 25, 453 (1974), tu przedstawimy tylko jeden: „Jest trochę dziwne, iż nowe dyskusje praw termodynamiki nie zawierają ważnych odnośników do badań Boltzmana i Smoluchowskiego. Brak odnośników zwłaszcza do Smoluchowskiego, jak godny pożałowania, bo nikt tak jak Smoluchowski nie przyczynił się do prawdziwego wyjaśnienia podstawowych pojęć wchodzących tu w grę”. Otrzymane rezultaty dotyczące gwiazdowej dynamiki autor umieszcza w kolejnej monografii *Zasady dynamiki gwiazdowej* (*Principles of Stellar Dynamics*) opublikowanej w 1942 roku.

Później Chandrasekhar przenosi swe zainteresowania na problemy transportu promieniowania. R. Wildt odkrył w atmosferze Słońca ujemny jon wodorowy. Chandrasekhar wyjaśnił występowanie tego jonu i wspólnie z Wildtem zasugerował występowanie także ujemnego jonu tlenu. Wykonał wiele rachunków stanu podstawowego dla jonów ujemnych. Prace dotyczące rozchodzenia się promieniowania zakończyły się opublikowaniem monografii *Rozchodzenie się promieniowania* (*Radiative Transfer*) wydanej w r. 1950.

W późniejszym okresie Chandrasekhar pracuje w dziedzinie teorii figur równowagi, stabilności i rotacji gwiazd, co kończy się monografią *Stabilność hydrodynamiczna i hydromagnetyczna* (*Hydrodynamic and Hydromagnetic Stability*) wydaną w 1961 r. Tu w przypisie do XIII rozdziału na temat niestabilności grawitacyjnych, Chandrasekhar cytuje pracę A. Pacholczyka i J. Stadólkiewicza podkreślając, że przedstawia krzywe dyspersyjne w sposób sugerowany przez Polaków. W 1966 r. Chandrasekhar napisał kolejną monografię *Elipsoidalne figury równowagi* (*Ellipsoidal Figures of Equilibrium*).

Chandrasekhar pracował nad wpływem grawitacyjnych efektów pozanewtonowskich na warunki równowagi gwiazd. Wywarł duży wpływ na interpretację pulsarów jako rotujących gwiazd neutrowych, czy też gwiazdowych źródeł promieniowania rentgenowskiego jako obiektów związanych z czarnymi dziurami. Ostatnio, w końcu 1983 r. opublikował monografię na temat czarnych dziur: *Matematyczna teoria czarnych dziur* (*The Mathematical Theory of Black Holes*).

Przez wiele lat Chandrasekhar był redaktorem *The Astrophysical Journal*, fundamentalnego amerykańskiego czasopisma astrofizycznego. W latach 1951–1954 był członkiem władz American Astronomical Society, a w latach 1956–1958 był jego wiceprezydentem. Wśród licznych nagród naukowych, które otrzymał, należy wymienić: Złoty Medal Royal Astronomical Society w 1953 r., Medal Rumforda Amerykańskiej Akademii Sztuki i Nauki w 1957, *Royal Medal of Royal Society* w 1962 r., *National Medal of Science* w USA w 1966 r. W r. 1972 Polskie Towarzystwo Fizyczne w setną rocznicę urodzin Mariana Smoluchowskiego przyznało Chandrasekharowi Medal Smoluchowskiego. Kiedy w ramach obchodów 500-lecia urodzin Mikołaja Kopernika w 1973 r. w Warszawie

odbywało się nadzwyczajne zgromadzenie ogólne Międzynarodowej Unii Astronomicznej, Subrahmanyan Chandrasekhar przybył do Polski. Na jednym z posiedzeń sympozjum „Promieniowanie grawitacyjne i kolaps grawitacyjny” Profesor Wojciech Rubinowicz wręczył Chandrasekharowi to odznaczenie.

William A. Fowler urodził się 9 sierpnia 1911 roku w Pittsburgu w USA. Studiował na Stanowym Uniwersytecie w Ohio. W r. 1933 związał się z Kalifornijskim Instytutem Technologicznym (Caltech), gdzie pracuje po dziś dzień. Rozpoczął tam pracę pod kierunkiem Ch. Lauritsena i zajmował się promieniowaniem rentgenowskim w terapii raka oraz fizyką wysokich energii promieniowania rentgenowskiego. W czasie drugiej wojny światowej laboratorium pracowało na rzecz marynarki. Po wojnie pomimo ogromnych nacisków udało się odejść od prac związanych z wojskiem i w Caltech rozpoczęto prace dotyczące problemów reakcji jądrowych w gwiazdach. W 1957 r., gdy Fowler przebywał w Anglii, ukazała się praca *Nukleosynteza pierwiastków chemicznych (Synthesis of the Elements in Stars)* autorstwa E.M. Burbidge, G.R. Burbidge, W.A. Fowlera i F. Hoyle'a, słynna jako praca *B²FH*, a wydrukowana w *Review of Modern Physics*. Praca ta zawierała podstawową wiedzę o powstawaniu pierwiastków. Jest ironią losu, że tworząc koncepcję mechanizmów nukleosyntezy Hoyle zakładał, że żyjemy we wszechświecie stałego stanu. Dziś, kiedy jesteśmy przekonani o rzeczywistości wielkiego wybuchu, a teoria stanu stałego zamarła, musimy niestety przyznać, że wielki wybuch nie wyjaśnia wszystkiego, co dotyczy powstawania ciężkich pierwiastków. Dzięki pracom Fowlera i jego współpracowników fizyka jądrowa prosto wyjaśnia powstawanie pierwiastków aż do żelaza 56 — najbardziej stabilnego jądra. Pierwiastki te są produkowane w ramach reakcji syntezy w gwiazdach, które to reakcje wyzwalają energię, co z kolei wyjaśnia świecenia gwiazd. Dla wyjaśnienia powstawania pierwiastków ciężkich jak uran, ołów czy innych, Fowler ze współpracownikami zajmuje się zagadnieniami wybuchów supernowych. Ewolucja starej masywnej gwiazdy (masywniejszej niż granica Chandrasekhara) prowadzi do wybuchu supernowej, tzn. do eksplozji, po której materia zapada się do wnętrza dzięki energii grawitacyjnej (kolaps). Wtedy właśnie powstają ciężkie pierwiastki. Zainteresowanie Fowlera fizyką jądrową doprowadziło do studiowania problemu niedoboru neutrin słonecznych. Fowler należy do pierwszych, którzy wysunęli przypuszczenie, że oscylacje mogą zmieniać rodzaj neutrin w czasie ich drogi ku Ziemi.

W.A. Fowler był prezydentem American Physical Society, a w latach 1968–1974 był członkiem National Science Board. W 1969 roku otrzymał nagrodę NASA Apollo Achievement Award. Gdy dowiedział się, że został laureatem Nobla, wziął udział w telefonicznej konferencji pracowej organizowanej w Stanford. Sam przebywał w tym czasie w Obserwatorium Yerkesa w Wisconsin na konferencji astrofizyki jądrowej. Powiedział, że jest zaszokowany nagrodą, wyraził zaniepokojenie, że został wyróżniony sam, choć zawsze pracował z innymi. Wymienił przede wszystkim nazwiska Ch. Barnesa i R. Kavanaugha z Caltechu, jak również F. Hoyle'a i małżeństwo Burbidge'ów współautorów pracy *B²FH*.

Chandrasekhar i Fowler nigdy razem nie współpracowali, nie napisali ani jednej wspólnej pracy, lecz

pola ich zainteresowań w astrofizyce wzajemnie się uzupełniały.

W roku bieżącym wyróżniono tych uczonych za ich wieloletni wysiłek twórczy w nauce. Za systematyczne rozwijanie naszej wiedzy. Każdy pracujący w astrofizyce zetknął się z olbrzymim wkładem twórczym laureatów Nagrody Nobla. Pisząc te kilka słów, które mają przybliżyć Czytelnikowi sylwetki Subrahmanjana Chandrasekhara i Williama A. Fowlera pragnę złożyć hołd ludziom nauki, z których dorobku sam korzystałem.

Henryk Brancewicz

GDZIE JEST HOYLE?

Zdaniem wielu, m.in. zespołu współpracowników *Nature*, pewnym dysonansem jest brak Sir Freda Hoyle'a wśród laureatów Nagrody Nobla z fizyki w r. 1983. Współtwórca pracy *B²FH*, jak się przypuszcza, nie został wyróżniony Nagrodą ze względu na swoje obecne, energicznie głoszone, a nie poparte dowodami poglądy, a mianowicie hipotezę o pozaziemskim pochodzeniu życia. To, że obecnie Hoyle głosi ekscentryczne poglądy, nie umniejsza jego zasług dla rozwoju fizyki.

J.G.V.

Nature 1983, 305:750.

Nagroda Nobla w dziedzinie chemii w roku 1983

Laureatem Nagrody Nobla w dziedzinie chemii za 1983 rok został profesor Henry Taube z Uniwersytetu Stanforda w Kalifornii. Jego 30-letnie badania nad procesami przenoszenia elektronów w jonach metali nie tylko uzupełniły podstawy nowoczesnej chemii nieorganicznej, lecz doprowadziły także do pełniejszego zrozumienia reakcji biochemicznych podtrzymujących życie. Dzięki jego pracom stało się możliwe dokładne zrozumienie przebiegu i szybkości reakcji oksydacyjno-redukcyjnych w najszerszym tego słowa pojęciu.

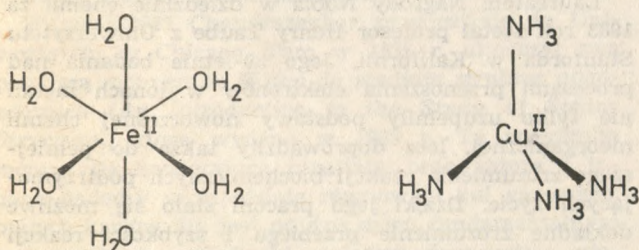
Do niedawna chemia nieorganiczna pozostawała w cieniu swojej sławniejszej siostry — chemii organicznej. Wynikało to z ogromnej liczby związków węgla tworzących chemię organiczną oraz z ich ważności w biochemii i przemyśle. W ostatnich dwóch dekadach między innymi dzięki pracom profesora Taubego, wniesiono wiele nowego w rozwój chemii nieorganicznej.

Prace Taubego dotyczą najczęściej bardzo prostych układów nieorganicznych, głównie kompleksów jonów metali przejściowych. Z początkiem lat pięćdziesiątych asystent Uniwersytetu w Chicago Henry Taube rozpoczął badania nad przenoszeniem elektronów pomiędzy jonami i prace te kontynuowane do dziś przyniosły mu Nagrodę Nobla za 1983 rok. On sam, zapytany o swoje prace przez dziennikarzy telewizyjnych, przyznał, że jego praca jest trudna do oceny na pierwszy rzut oka, a na prośbę, aby przedstawił ją w słowach zrozumiałych dla laika odesłał ich do podręcznika wykładów dla I roku studiów chemii ogólnej. Wskazuje to na ważność jego odkryć, które w tak krótkim czasie znalazły się w programach nauczania podstaw chemii.

Elektrony w chemii, którym swoje prace poświęcił

Taube, przepływają pomiędzy atomami i cząsteczkami jak pieniądze pomiędzy ludźmi. Każdy atom posiada określoną liczbę elektronów, ale w reakcjach chemicznych atomy próbują stracić lub zyskać nieco elektronów, aby uzyskać stabilną konfigurację elektronową. Liczba straconych lub zyskanych elektronów określa, jaki rodzaj wiążącej zależności będzie miał miejsce pomiędzy atomami. Elektronowe wiązania pomiędzy atomami pozwalają im uzyskać stabilne struktury uszeregowane od prostych kryształów do złożonych biomolekuł i w końcu istot żywych. Podstawowa różnica pomiędzy materią ożywioną a nieożywioną jest taka, że ta pierwsza ulega ciągłym reakcjom chemicznym. Wiele z nich wymaga przenoszenia elektronów do wytworzenia energii w organizmie. Grupa enzymów, umożliwiającą wyzwalamie energii przez utlenianie (przenoszenie elektronów), zawiera metale przejściowe takie jak żelazo, miedź, kobalt i molibden. Metale przejściowe mają zdolność zmieniania stabilnego kompletu elektronów, czyli inaczej mówiąc mogą przyjmować różne wartościowości. W stanie metalicznym są dobrymi przewodnikami elektryczności, a w stanie jonowym są one idealnymi kandydatami do przenoszenia elektronów.

Metale przejściowe są znane z dużej łatwości tworzenia kompleksów koordynacyjnych. Są to związki chemiczne zbudowane z jonu metalu i związanych z nim niemetalicznych jonów lub cząsteczek, zwanych ligandami. Ligandy dostarczają pary elektronów do wytworzenia wiązania z jonem metalu. Typowymi prostymi ligandami są np. jon chlorkowy Cl^- , cząsteczka wody i cząsteczka amoniaku.



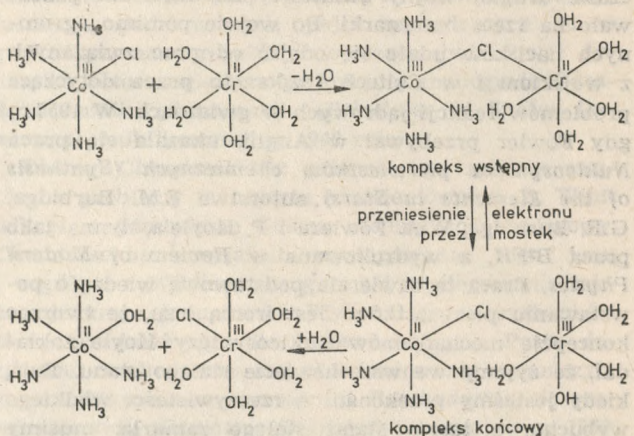
Ryc. 1. Kompleksowe jony $\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6^{+2}$ i $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{+2}$

W 1913 roku Alfred Werner otrzymał nagrodę Nobla za stworzenie podstawowej teorii związków koordynacyjnych, która zrewolucjonizowała poglądy chemików na strukturę związków nieorganicznych. Typowe kompleksy Wernera to np. heksaakwożelazo II/ $\text{Fe}/\text{H}_2\text{O}/_6^{+2}$ o jasnozielonym kolorze i ciemnoniebieska tetraaminomiedź III/ $\text{Cu}/\text{NH}_3/_4^{+2}$. W kompleksie żelazowym jon żelazawy osadzony jest w środku ośmiościanu utworzonego przez 6 cząsteczek wody jako ligandy, natomiast jon miedziowy w kompleksie miedzi ułożony jest w centrum czworościanu określonego przez 4 cząsteczki amoniaku jako ligandy (ryc. 1).

Późniejsze prace zmierzały do określania sposobów reagowania ze sobą jonów kompleksowych w roztworach. Zasięg Taubego jest przeprowadzenie elegancko zaplanowanych i starannie wykonanych prac eksperymentalnych wyjaśniających mechanizm tych reakcji. Taube i jego uczniowie stwierdzili, że pomiędzy dwoma oddziałującymi ze sobą jonami kompleksowymi powstaje mostek, poprzez który elektron może być przeniesiony z jednego jonu na drugi. Przykładem ilustrującym to zjawisko jest reakcja pentaaminochlorokobaltu III i heksaakwochromu II. Kompleks

Cr^{II} traci cząsteczkę wody, a jon chlorkowy (ryc. 2) z kompleksu Co^{III} tworzy pomiędzy nimi mostek, przez który następuje przesunięcie jednego elektronu od Cr^{II} do Co^{III} i w wyniku tego procesu tworzą się jony Cr^{III} i Co^{II} . Po reakcji z cząsteczką wody mostek pomiędzy jonami zostaje zerwany i nowoutworzone jony kompleksowe istnieją w roztworze samodzielnie. Reakcje te są odwracalne, a dominujący kierunek procesu narzuca trwałość konfiguracji elektronowej poszczególnych kompleksów.

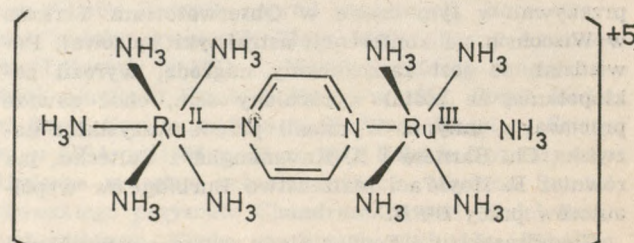
Taube był pierwszym, który zauważył podobieństwo pomiędzy dobrze znanym mechanizmem substytucji wśród związków węgla a reakcjami kompleksowych połączeń nieorganicznych. Wykazał również, że



Ryc. 2. Mechanizm przeniesienia elektronu przez mostek

prędkość, z jaką ligandy podstawiają się do jonu metalu skorelowana jest z konfiguracją elektronową tego jonu. Ta klasyczna praca, której początki sięgają lat pięćdziesiątych, obecnie znajduje się w podstawowych podręcznikach studenckich, co rzadko się zdarza w dziedzinie wiedzy, w której Taube pracuje. Taube stwierdza, że dużą część pomysłów do jego prac podsunęła mu konieczność przygotowania dla studentów atrakcyjnych wykładów z chemii związków kompleksowych. Przykładem tym ilustruje konieczność istnienia bezpośredniego związku pomiędzy nauczaniem przedmiotu i badaniami nad nim.

Nazwisko profesora Taubego będzie pamiętane w chemii i bez nagrody Nobla, ponieważ wspólnie z profesorem Creutzem jest odkrywcą związku zwanego kompleksem Creutza-Taubego. Kompleks ten, odkryty w 1972 roku, zawiera dwa jony rutenu jako pentaaminokompleksy, jeden na II, a drugi na III stopniu utlenienia, połączone specjalnym mostkującym ligandem, po którym elektron może przenosić się od jednego atomu metalu do drugiego. Inaczej mówiąc elektron może być (ryc. 3) zdelokalizowany pomiędzy dwa centra metaliczne czyniąc cząsteczkę symetrycz-



Ryc. 3. Kompleks Creutza-Taubego

na. Wynika z tego, że centra metaliczne kompleksu mają połówkowy stopień utlenienia 2.5, jakkolwiek formalnie obydwie końce kompleksu nie są równocenne. Te dwa różne stany kompleksu Creutz-Taubego możliwe są do obserwacji, w zależności od tego, jaką technikę spektroskopową zastosowano do pomiaru. Przy względnie powolnych metodach pomiarowych jak krystalografia rentgenowska wartościowości jonów metalu są nierozróżnialne i jednakowe. Bardzo szybkie metody pomiarowe, jak spektroskopia Mossbauera pozwalają rozróżnić atomy o różnych wartościowościach. Podobne jest to do możliwości obserwacji obracającego się koła przy pomocy lampy stroboskopowej.

Kompleks Creutz-Taubego jest doskonałym modelem przenoszenia elektronu pomiędzy centrami metalicznymi kompleksu koordynacyjnego, a równocześnie modelem działania redoksoowego metali w enzymach odpowiadających za przeprowadzanie procesów energetycznych w komórce.

Jakkolwiek sam Taube nigdy nie pracował nad układami biologicznymi, to wyniki jego prac pozwala-

ją zrozumieć kinetykę reakcji enzymatycznych. Jego spostrzeżenia pozwalają wyjaśnić wiele zjawisk chemicznych, przyjmowanych dotąd jako normalne – lub określanych magicznym, a często niezbyt jasnym słowem „kataliza”.

Taube opublikował ponad 200 prac i książek, które nie są zbyt łatwe do czytania, ale wszystkie solidnie udokumentowane eksperymentami. Stwierdza on, że świadomie skoncentrował się na badaniach w chemii nieorganicznej, bo wciąż widzi tam rozległe pole do badań. Henry Taube jest dziesiątym laureatem Nobla z Uniwersytetu Stanforda, a czwartym chemikiem. Poprzednikami w dziedzinie chemii byli Linus Pauling w 1954, Paul Flory w 1974 i Paul Ber w 1980 roku. Ogromna wiedza i poczucie humoru zjednało mu wśród współpracowników wielkie uznanie. Jest kolekcjonerem płyt operowych, ma ich ponad 8 tysięcy. Jakkolwiek poza chemią nie jest zbyt znaną postacią, to w dziedzinie chemii zapisał się trwale.

Jan Boksa

DROBIAZGI PRZYRODNICZE

Grzyby keratynofilne

Termin „grzyby keratynofilne” oznacza fizjologiczną grupę mikrogrzybów glebowych, mających zdolność do hydrolizy białka keratyny lub do wykorzystania produktów jej rozkładu. Keratyna należąca do grupy tzw. skleroproteidów stanowi zasadniczą substancję utworów natury rogowej (gr. *keros* — róg) takich, jak: łuski kręgowców lądowych, włosy, pióra, paznokcie, pazury, kopyta i pochwy rogowe u pustożońców. Wszelkiego rodzaju odpady keratynowe dostają się do gleb w miejscach szczególnie uczęszczanych przez zwierzęta i ludzi. Odpady te ulegają w glebie stopniowemu rozkładowi przy udziale zespołów mikroorganizmów glebowych, w których najważniejsze znaczenie mają jednak grzyby keratynofilne, wyspecjalizowane w rozkładzie tego substratu.

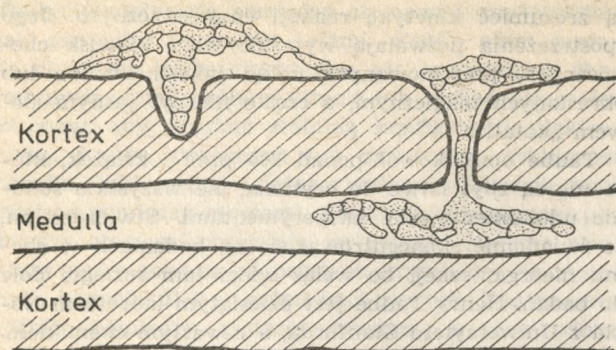
Poznanie mikoflory keratynofilnej gleb możliwe było dzięki wprowadzeniu do badań prostej metody przynęty włosowej (testu włosowego). Metoda ta polega na wypełnianiu szalek Petriego rozdrobnioną glebą i posypywaniu jej wyjałowionymi i drobno pociętymi włosami końskimi lub ludzkimi jako przynętą-substratem. Jeśli w badanej próbce gleby znajdują się grzyby keratynofilne, to po upływie kilku tygodni pojawia się na włosach ich grzybnia w postaci charakterystycznych, pajęczynowatych nalotów (ryc. 1). Z grzybni tej izoluje się mikrogrzyby stosując już standardowe techniki mikrobiologiczne. Odkrywcami tej metody było trzech badaczy: Toma, Karling i Vanbreuseghem (1952). Dzięki temu ostatniemu do dzisiaj w kilku modyfikacjach stosowana jest w mikologii lekarskiej. Od nazwisk jej odkrywców nazywana jest często metodą To-Ka-Va.

Zastosowanie metody przynęty włosowej pozwoliło wyizolować z różnych gleb wiele gatunków i form mikrogrzybów keratynofilnych. Podzielić je można na trzy grupy.

Pierwszą grupę stanowią dermatofity geofilne (p. Wszczęświat 1983, 84: 202) reprezentowane przez dwa rodzaje: *Microsporum* i *Trichophyton*. Są to bez wyjątku grzyby o silnych właściwościach keratynolitycznych, których grzybnia atakuje włosy w postaci prostopadłych klinów lub podkorowo, tworząc tzw. organy perforacyjne (ryc. 2). Najbardziej rozpowszechnionymi gatunkami z tej grupy są: *T. ajelloi*,



Ryc. 1. Grzybnia mikrogrzybów keratynofilnych na włosach przynęty



Ryc. 2. Organy perforacyjne dermatofitów. Cortex — warstwa korowa włosa; medulla — rdzeń (wg Loefflera)

T. terrestre i *M. gypseum*. Do rzadziej spotykanych w Polsce należy *M. cookei*. Spośród innych dermatofitów udało się również wyodrębnić z gleby keratynofilne, zoo- i antropofilne gatunki pasożytnicze, będące przyczyną grzybic u zwierząt i ludzi.

Drugą grupę stanowią spokrewnione z dermatofitami grzyby z rodzaju *Chrysosporium* (ryc. 3), niedawno rozbitego na kilka rodzajów. Część gatunków z tej grupy ma również silne właściwości keratynolityczne; wytwarza organy perforacyjne lub atakuje keratynę włosa w postaci pojedynczych strzępek.

Trzecia grupa obejmuje szereg glebowych grzybów mikroskopowych, z których pewne są silnie keratynolityczne; większość jednak posiada słabsze właściwości tego typu. Zalicza się je do rozpowszechnionych w glebach rodzajów, takich jak: *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Mortierella*, *Cladosporium*, *Cephalosporium*, *Fusarium*, *Geotrichum*, *Glucoladium* itd.

Większość izolowanych grzybów keratynofilnych należy do klasy grzybów niedoskonałych (*Fungi imperfecti*, *Deuteromycetes*). Niektóre z nich, tak jak



Ryc. 3. Konidia i nitki grzybni *Chrysosporium pannicola* (Corda) van Oorschot et Stalpers

np. dermatofity geofilne, mogą wytwarzać w glebie stadia doskonałe (płciowe), należące do klasy workowców (*Ascomycetes*).

Dalsze badania wykazały, że grzyby keratynofilne stanowią normalny komponent mikoflory glebowej, przyczyniając się do rozkładu materii organicznej, zwłaszcza zaś połączeń białkowych i keratyny, w hydrolizie, której część z nich jest szczególnie wyspecjalizowana. Na podstawie piśmiennictwa i obserwacji własnych można stwierdzić, że główną rolę w rozkładzie keratyny spełniają dwie pierwsze grupy tych grzybów. Ich silne zdolności keratynolityczne oraz towarzyszenie im na włosach innych gatunków świadczą o tym, że w obrębie mikrobiocenoz glebowych grzyby te oddziałują wzajemnie na siebie i tworzą łańcuch pokarmowy, polegający na zapoczątkowaniu rozkładu keratyny przez jedne gatunki i wykorzystaniu produktów jej rozkładu przez drugie (komensale). Dla różnych typów gleb zdołano ustalić składy gatunkowe zespołów mikrogrzybów keratynofilnych i przebadać wpływ wybranych czynników fizyczno-chemicznych, takich jak: odczyn, temperatura, wilgotność, zawartość humusu na kształtowanie się mikrofory keratynofilnej. Przyjmuje się, że grzyby te spełniają ważną rolę w przemianach próchnicowych. Ich występowanie zawsze jednak wiąże się z obecnością w glebach szczątków zwierzęcych i odpadów keratynowych. Wyodrębniono je nawet z piasku wydmy i plaży, gdyż znajdują się tam szczątki ryb, innych zwierząt morskich oraz obfitość naskórka ludzkiego.

Pomimo dużego w ostatnich latach postępu prac z zakresu ekologii i biologii tej grupy grzybów, nasza wiedza o nich ma ciągle jeszcze poważne luki. Mało wiemy np. na temat wzajemnych oddziaływań antybiotycznych i zależności pokarmowych w obrębie grup mikrogrzybów keratynofilnych oraz w obrębie całych zespołów mikroorganizmów glebowych. Te i inne problemy były w latach sześćdziesiątych przedmiotem badań ośrodka szczecińskiego, kierowanego przez Dominika i Majchrowicz WSR. Wbrew tendencjom światowym zainteresowanie grzybami keratynofilnymi w naszym kraju ostatnio znacznie zmalało.

Jak wykazały dotychczasowe wyniki prac, nowe i znacznie szersze możliwości w zakresie poznania roli grzybów keratynofilnych w rozkładzie materii organicznej stwarzają badania nad ilościową i jakościową dynamiką zmian tych grzybów w osadach ściekowych, coraz częściej wykorzystywanych do rekultywacji gruntów zdewastowanych oraz do użytkowania obszarów leśnych i rolniczych. Wynika to z jednej strony ze znacznego nagromadzenia odpadów keratynowych w tym materiale (osady bytowe), z drugiej z możliwości badania osadów o różnym stopniu stabilizacji materii organicznej, a więc o różnym stopniu zaawansowania procesów glebotwórczych. Pojawia się tutaj drugi problem osadów ściekowych jako dodatkowego rezerwuaru grzybów chorobotwórczych z grupy dermatofitów.

Krzysztof Ulfig

WSZECHŚWIAT PRZED 100 LATY

Nie zawsze dobrze być królową.

Z paru Francuzami z miejscowej faktoryi udał się on (Rogoziński) po rzece Assini i Krindzabo do miasta Krindzabo, gdzie rezyduje najpotężniejszy w tej okolicy monarcha Amatifu, starzec stuletni i był przezeń ugoszczony podarunkami, zabawą uroczystą i t.p., sam zaś złożył królowi dwa kobierce, 40 flaszek anyżówki i pewną ilość drobnostek bez wartości. Krindzabo ma 2 000 do 2 500 mieszkańców i sprawia przyjemne wrażenie. Na głównym placu, wprost królewskiego dworca, stoi olbrzymie drzewo kauczukowe, główny fetysz krajowców. Dworzec z gliny i drzewa, wzniesiony przez Francuzów, obejmuje rozległe podwórza i zabudowania dla króla i 60 żon tego starca, oraz liczne potomstwo....

Amatifu, we fioletowej todze i ze złotymi pepitami wplecionymi w siwą brodę, odwiedził podróżnych, skarżył się, że biali o nim zapomnieli i przysiał im w darze wołu, kozę, kojec kór i kosz bananów.

Na tę ucztę znowu go zaprosili, przybył z tą żoną, która w tym czasie dyżur swój pełniła i trzema synami. Byli to chłopcy 6—9 letnie, ojciec więc jest od nich przeszło o 90 lat starszy! Żony Amatifu drżą o jego życie, bo po śmierci męża pójdą na stos.

F. Sulimierski. Podróż afrykańska Rogozińskiego. Wszechświat 1884, 3:341 (I VI).

Goryl w niewoli

Prof. Al. Milne-Edwards podaje, że Muzeum historycznej naturalnej w Paryżu nabyło w początkach zimy młodego Goryla samca, świeżo sprowadzonego z Gabonu. Pierwszy to raz przybywa żywym do Francji ten przedstawiciel wielkiego gatunku małp najpodobniejszych do człowieka. Obserwacje nad gorylem niezmiennie są zajmujące tak z punktu zoologicznego, jako też i ze względu na rozwój władz umysłowych. Goryl ten ma blisko trzy lata, posiada już wszystkie zęby mleczne, a kły długie śpiczaste przewyższają trzonowe. Charakter jego różni się znacznie od charakteru szympansa i orangutana: o ile te ostatnie małpy w niewoli są łagodne i towarzyskie, o tyle goryl jest dziki, ponury i brutalny. Nigdy nie okazywał swemu stróżowi najmniejszej przychylności, pozwala się dotykać z największą odrazą, a wogóle na pieśczęty odpowiada kąsaniem. Nie bierze udziału w zabawach innych małp, zaledwie znosi je w pobliżu siebie. Mało jest ruchliwy i najczęściej siedzi w kacie klatki na gałęzi, z plecami o mur opartymi, podnosi się tylko po to, by szukać pożywienia. ... Oczy niezmiennie ruchliwe, a wydatność łuków brwiowych, nos splaszczony i nozdrza bezmiernie długości, nadają mu całkiem odrębną fizjonomię. Inteligencja jego zdaje się być bardzo mało rozwiniętą, a w każdym razie o wiele niższą od władz umysłowych innych małp najbliższych człowiekowi, a nawet i długoreka.

A.S. (Ślósarski). Kronika naukowa (Zoologija). Wszechświat 1884, 3:367 (8 VI).

Brud na monetach

P.F. Reinsch obserwował pod mikroskopem warstwę zanieczyszczeń, jaka pokrywa powierzchnię kursującej srebrnej i złotej monety. Rezultat obserwacji następujący: Przy powiększeniu do 300 razy znalazł autor we wspomnianej warstwie, różnej wielkości ziarneczka, kawałeczki włókien, kuleczki tłuszczu i nadzwyczaj wielką ilość ruchomych ciałek, których poruszenia przypominają ruch bakterii. Przy silniejszym powiększeniu widać, że te ruchome ciałka są rzeczywiście bakteriami o różnych kształtach. Jedne z nich są pręcikowate, z ruchem oscylacyjnym, lub spiralnym, inne kuliste i te ostatnie najczęściej spotkać można. Obie te formy bakterij albo razem

albo oddzielnie znajdują się na monecie. Oprócz bakterij znalazł jeszcze autor na monetach dwa mikroskopowe, jednokomórkowe wodorosty, które nazwał: *Chroococcus monetarum*, a drugi *Pleurococcus monetarum*. Oba znajdują się tylko na starych srebrnych monetach. Dalej na monecie znalazł autor włókna i zarodniki różnych pleśni. Ponieważ do powierzchni monet i wogóle metalowych przedmiotów mogą przylgnąć również i zaraźliwe bakterije, strzedz się więc należy brania monety w usta, jak to czasami dzieci mają zwyczaj robić.

W.M. (Majchrowski) Kronika naukowa (Botanika). Wszechświat 1884, 3:383 (15 VI).

Charakterystyka nauki w różnych krajach

Następuje odczyt prof. dra Szokalskiego, który podajemy w całości, według Dziennika IV Zjazdu.

O badaniu i obserwacji przyrodniczej porównawczo u nas i w innych krajach.

...Obserwacja jest aktem psychicznym, wywołanym przez zwrócenie uwagi na przedmiot obserwowany, zastanowienie się nad wszystkimi jego szczegółami, zebranie ich w jedno ogólne wyobrażenie, porównanie go z wyobrażeniami powinowatymi, ażeby mogła służyć do dalszych operacji umysłowych. Stąd też pochodzi, że musi u każdego człowieka nosić pewne piętno indywidualności, które znów zbiorowo u każdego narodu przybiera odpowiednią jego charakterystyczną cechę.

I tak obserwacja niemiecka odznacza się pracowitością, sumiennością, wdraża do głębi rzeczy, patrzy często na rzeczy oczami teorii, przechodzi nawet niekiedy w mrzonkę, a przy tem wszystkiem szerokością swoją nie grzeszy, dla tego bywa często jednostronną i przy pracownictwie tylko skorygowaniu do trafnych dochodzi wyników.

Obserwacja angielska jest nierównie trzeźwiejszą, zimną, obrachowaną, przyjęte teoriej jej nie uwodzą, a jak dojdzie do jakiegoś wyniku, to potrafi go po kupiecku wyzyskać, jak to widzimy np. w teorii Darwina, która swą walkę o byt przenosi nawet do politycznych stosunków.

Obserwacja francuska jest niezmiennie rozległa. Lotem błyskawicy porównywa z sobą analogiczne obrazy, ale za to głęboko nie sięga. Nosi na sobie cechę dowcipu, często staje się genialną i utudną.

Włoska nie jest błyskotliwa, lecz za to trafniejsza i najbardziej jakoś do naszego pojęcia polskiego zastosowana. A gdyby nas kto zapytał, czemu się rzeczywiście polska nasza obserwacja odznacza, tobym tego bliżej oznaczyć nie mógł, a to z powodu, iż nie uwzględniła się dotąd należycie i nie przyszła do zupełnej samodzielności, jak to zaraz wypowiem.

IV Zjazd Lekarzy i Przyrodników polskich. Pierwsze posiedzenie ogólne. Wszechświat 1884, 3:356 (8 VI).

Ciekawa inicjatywa

— W Paryżu utworzyło się stowarzyszenie uczących się młodzieży polskiej. Stowarzyszenie wyklucza ze swoich czynności wszelką agitacją polityczną lub socyjálną i wyłącznie ma być ogniskiem łączącym młodzież polską uczącą się w Paryżu, przewodnikiem dla przybywających i pomocą dla biednych, oraz miejscem wymiany zdań i myśli i kształcenia się wzajemnego w rzeczach wiedzy i stosunków krajowych. Założyciele stowarzyszenia w odezwie swojej wyrażają nadzieję, że jak dotychczas każdy przybywający do Paryża czuł potrzebę takiego stowarzyszenia, tak teraz doświadczy jego pożytku i w tej myśli zaprasza ludzi dobrej woli do przystąpienia do towarzystwa. Informację zasięgnąć można u W. Rechniewskiego, przewodniczącego w stowarzyszeniu (Paryż, rue Descartes, 11).

Wiadomości bieżące. Wszechświat 1884, 3:383 (15 VI).

RECENZJE

Deryk Frazer: **Reptiles and Amphibians in Britain**. The New Naturalist Nr 69, Collins, London 1983, s. 254, cena £ 11.—

Od ponad trzydziestu lat podstawową monografią o płazach i gadach Wielkiej Brytanii była praca niezjącego już Malcolma Smitha *British Amphibians and Reptiles* wydana w serii „New Naturalist”. Ponieważ od tego czasu zgromadzono wiele informacji o tych zwierzętach, pilną potrzebą stało się opublikowanie zupełnie nowego tomu, zamiast wznawiania kolejnej, uzupełnionej edycji książki dr Smitha (ostatnia, piąta pojawiła się w 1973 r.). Zadania tego podjął się D. Frazer.

W Wielkiej Brytanii żyje 6 rodzimych gatunków płazów i 6 gatunków gadów, z czego wszystkie, z wyjątkiem traszki helweckiej *Triturus helveticus*, występują również w Polsce. Z tego powodu książka ta jest interesująca także dla nas. Składa się na nią 7 rozdziałów. Pierwszy zawiera ogólne wiadomości z anatomii, fizjologii i ewolucji płazów i gadów, zaś w kolejnych dokładnie omówiono poszczególne gatunki. W rozdziale ostatnim przedstawiono stan zagrożenia herpetofauny Wyp Brytyjskich. We wstępie autor zaznaczył, że chciał posłużyć się wynikami badań jedynie z terenu Wielkiej Brytanii, ale spotkał się z tyloma lukami, iż musiał skorzystać z badań przeprowadzonych w innych krajach. Okazało się, że niewiele wiadomo np. o wpływie temperatury na zachowanie (głównie hibernację). Z satysfakcją więc można stwierdzić, że autor posłużył się w tym przypadku przede wszystkim danymi z Polski (praca Kowalewskiego). Również szeroko przedyskutował sprawę żab wodnych (wszystkie sztucznie wprowadzone), cytując prace Bergera. Dr Frazer przyznaje, że dotychczas niewiele uwagi poświęcono identyfikacji żaby wodnej *Rana esculenta* i żaby jeziorkowej *Rana lessonae*, stąd na mapie rozmieszczenia na Wypach Brytyjskich są one traktowane wspólnie, bez rozgraniczenia na dwie formy.

Przy opisie gatunków rodzimych trzymano się z reguły przyjętego schematu — identyfikacja, występowanie i biotop (tu przedstawiono najaktualniejsze mapy rozmieszczeń, udostępnione przez Biological Records Centre), rozmnażanie, zachowanie, odżywianie i śmiertelność. Omówiono również gatunki introdukowane, przedstawiając historię wprowadzenia na teren Wielkiej Brytanii oraz ich obecną sytuację. Warto wspomnieć, że Anglicy próbowali sztucznie zasiedlić z płazów bezogonowych (oprócz żab wodnych): pętlówkę babienicę *Alytes obstetricans*, *Discoglossus pictus* kumaki *Bombina variegata* i *B. bombina*, rzekotkę *Hyla arborea*, wreszcie płatanę *Xenopus laevis* oraz australijską rzekotkę *Litoria ewingi*, która rozmnażała się przez kilka kolejnych lat, ale wyjątkowo ostra zima z roku 1962/63 całkowicie zniszczyła populację. Z płazów ogoniastych wypuszczano od czasu do czasu z mniejszym lub większym skutkiem traszki *Triturus alpestris* i *T. cristatus* *carnifex* i salamandrę *Salamandra salamandra* i *Hydromantes genei*, zaś z gadów jaszczurki: j. zieloną *Lacerta viridis*, *L. dugesii*, j. perlistą *L. lepida*, j. murową *Podarcis muralis* i położa kaspjskiego *Coluber jugularis*, węże: zaskroniec żmijowy *Natrix maura* i z. rybołowy *N. tessellata* oraz żółwia błotnistego *Emys orbicularis*.

Książka ma niewątpliwie ogromne zalety, napisana jest nowocześnie i ciekawie. Zauważyłem jednak kilka drobnych błędów korektorskich w nazwiskach autorów polskich prac. Dwukrotnie na str. 77 cytowana jest praca nr 48, zamiast 47. Rodzaj ropucha *Bufo* nie występuje w Australii, nie biorąc pod uwagę sztucznie wprowadzonej agi *Bufo marinus* (str. 228). Prawidłowa nazwa żółtopuzika brzmi *Ophisaurus* nie *Ophisosaurus* (str. 230) Przeszarżała systematykę użyto w stosunku do rodzaju zaskroniec *Natrix* (str. 181, 232). Brak tu również chociażby wzmianki o pracach Thorpego.

Na szatę ilustracyjną składa się 49 rycin i 33 zdjęcia czarnobiałe. Na końcu dołączono dwa suplementy, w których omówiono taksonomię płazów i gadów Wielkiej Brytanii oraz akty legislacyjne chroniące te zwierzęta.

Warto więc zapoznać się z tą książką, gdyż informacje w niej zgromadzone na pewno będą pomocne w badaniach herpetologicznych prowadzonych również w Polsce.

Piotr Sura

J. Mowszowicz: **Przewodnik do oznaczania krajowych roślin trujących i szkodliwych**. PWRiL, Warszawa 1982, str. 479.

Do bogatego dorobku publicystycznego niedawno zmarłego prof. Jakuba Mowszowicza doszła kolejna pozycja o charakterze popularnym. Recenzowana książka ma formę przewodnika. Zawiera opisy 400 roślin trujących, silnie szkodliwych oraz posiadających właściwości toksyczne. Autor uwzględnił zatem w swym opracowaniu również i te gatunki naszej flory, które mimo że nie są powszechnie uznawane za trujące, mogą powodować u człowieka jak i zwierząt hodowlanych objawy chorobowe.

We wstępie książki podano ogólną charakterystykę substancji trujących występujących w roślinach. Należy tu zaznaczyć, że pod pojęciem trucizn autor rozumie również substancje, które tylko w określonych warunkach powodują zatrucia.

Wprowadzeniem do zasadniczej części przewodnika są ogólne wiadomości z morfologii roślin naczyniowych. Opisano tu podstawowe ich organy (korzeń, łodygę, liść, kwiat, kwiatostan, owoc) oraz podano terminy morfologiczne, z jakimi czytelnik spotka się w czasie oznaczania. Ten rozdział pracy jest bogato ilustrowany rysunkami kreskowymi, które są przejrzyste i starannie wykonane. Każde pojęcie z zakresu morfologii roślin ma swoje odzwierciedlenie w postaci rysunku.

Podstawową treścią pracy są klucze do oznaczania oraz opisy rodzin, rodzajów i gatunków, zgodne z układem systematycznym W. Rothmaler (Excursionsflora, 1972). Klucze mają charakter sztuczny i są tak ułożone, aby można było oznaczyć dany gatunek na podstawie cech widocznych gołym okiem lub przy pomocy lupy.

Przed diagnozami rodzin, rodzajów i gatunków autor przedstawił sposób posługiwania się kluczami. Są to cenne wskazówki, szczególnie dla tych czytelników, którzy na co dzień nie zajmują się botaniką.

Opis gatunku zawiera informacje na temat morfologii, fenologii, rozmieszczenia i ekologii. Ponadto charakterystykę składników chemicznych i ich lokalizację w roślinie oraz działanie toksyczne wraz z objawami zatrucia. Oprócz tych informacji autor uwzględnił również właściwości fitoterapeutyczne i wykorzystanie farmakopealne niektórych surowców roślinnych.

Całość pracy uzupełniają liczne rysunki roślin, będące niewątpliwą pomocą w ich rozpoznaniu już w terenie.

Wykaz literatury obejmuje 84 pozycje. Książkę kończą skorowidze: nazw polskich, łacińskich oraz rzeczowy.

Przedstawiona praca adresowana jest głównie do studentów Akademii Rolniczych. Prosty układ kluczy i bogata część wstępna, dotycząca morfologii roślin sprawia, że mogą z niej korzystać rolnicy, zwłaszcza ci, którzy specjalizują się w hodowli bydła. Liczne dane na temat chemizmu i działania surowców roślinnych czynią ją przydatną także dla studentów Wydziałów Farmaceutycznych Akademii Medycznych.

Henryk Kłama

ERRATA

W zeszycie 2/84 str. 30—33 w artykule R. Kaźmierczakowej z powodu wycofania nie nadających się do reprodukcji ryc. 1 i 2, powołania w artykule nie odpowiadają właściwym rycinom, i tak:

odnośnik do ryc. 3 — dotyczy ryc. 1

odnośnik do ryc. 4 — dotyczy ryc. 2

odnośnik do ryc. 5 — dotyczy ryc. 3

Redakcja serdecznie przeprasza Autorkę oraz Czytelników.

WSZECHŚWIAT

Rada Redakcyjna: Henryk Szarski (przewodniczący), Andrzej Białas, Stanisław Dżułyński, Aleksander Koj, Adam Łomnicki, Tadeusz Ruebenbauer, Eugeniusz Rybka, Kazimierz Zarzycki

Komitet Redakcyjny: Jerzy Vetulani (redaktor naczelny), Stefan W. Alexandrowicz, Franciszek Górski, Halina Krzanowska (z-ca nacz. red.), Kazimierz Maroń (sekretarz redakcji)

ADRES REDAKCJI: Redakcja czasopisma WSZECHŚWIAT, 31-118 Kraków, ul. Podwale 1, tel. 22-29-24.

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE—ODDZIAŁ W KRAKOWIE, ul. SŁAWKOWSKA 14

Nakład 3302+108 egz. Format A4. Ark. wyd. 4,25, druk. 3+2 wklejki, papier druk. 61×86, 90 g, kl. V i kreda b. kl. III. Cena zł 30,—. Otrzymano do składania w lutym 1984 r. Podpisano do druku w czerwcu 1984 r. Zamówienie nr 671/83.

Druk ukończono w lipcu 1984 r.

R-22

DRUKARNIA UNIWERSYTETU JAGIELLOŃSKIEGO ul. Czapskich 4

WARUNKI PRENUMERATY MIESIĘCZNIKA WSZECHŚWIAT

Cena prenumeraty:

półrocznie zł 180,—

rocznie zł 360,—

Prenumeratę krajową przyjmuje się:

do dnia 10 listopada br. na I półrocze roku następnego i cały rok następny
do 1 czerwca na II półrocze roku bieżącego.

Instytucje i zakłady pracy zamawiają prenumeratę w miejscowych Oddziałach RSW „Prasa—Książka—Ruch”, w miejscowościach zaś, w których nie ma oddziałów RSW, w urzędach pocztowych lub u doręczycieli.

Czytelnicy indywidualni opłacają prenumeratę wyłącznie w urzędach pocztowych lub u doręczycieli.

Prenumeratę ze zleceniem wysyłki za granicę przyjmuje RSW „Prasa—Książka—Ruch”, Centrala Kolportażu Prasy i Wydawnictw, 00-958 Warszawa, ul. Towarowa 28, konto NBP XV OM Warszawa nr 1153-201045-139-11 w terminach podanych dla prenumeraty krajowej.

Prenumerata ze zleceniem wysyłki za granicę pocztą zwykłą jest droższa od prenumeraty krajowej o 50% dla zleceniodawców indywidualnych i o 100% dla instytucji i zakładów pracy.

Bieżące i archiwalne numery można nabyć lub zamówić w księgarniach naukowych „Domu Książki” oraz we Wzorcowni Ośrodka Rozpowszechniania Wydawnictw Naukowych PAN, 00-90 Warszawa, Pałac Kultury i Nauki (wysoki parter).

PRZEPISY DLA AUTORÓW

„Wszechświat” jest pismem popularyzującym wiedzę przyrodniczą, przeznaczonym dla wszystkich przyrodników, zainteresowanych naukami przyrodniczymi, a zwłaszcza młodzieży licealnej i akademickiej.

„Wszechświat” zamieszcza opracowania popularnonaukowe ze wszystkich dziedzin nauk przyrodniczych, ciekawe obserwacje przyrodnicze oraz fotografie i zaprasza do współpracy wszystkich chętnych.

Nadsyłane do „Wszechświata” materiały są recenzowane przez redaktorów i specjalistów z odpowiednich dziedzin, o ich przyjęciu do druku lub odrzuceniu decyduje ostatecznie Komitet Redakcyjny. Początkującym autorom Komitet będzie niósł pomoc w opracowaniu materiałów lub wyjaśniał ewentualne powody nieprzyjęcia do druku publikacji.

„Wszechświat” drukuje materiały w formie artykułów, drobiazgów przyrodniczych, rozmaitości, zdjęć na okładce lub wkładce kredowej, a także listów do Redakcji. „Wszechświat” może także drukować recenzje z książek przyrodniczych.

Artykuły powinny stanowić oryginalne opracowania na przystępnym poziomie naukowym, napisane żywo i interesująco nawet dla laika; pożądane jest ilustrowanie artykułu interesującymi fotografiami, rycinami lub schematami, odradza się natomiast tabele. Artykuły nie powinny zawierać odnośników do piśmiennictwa. Jeżeli artykuł stanowi opracowanie pojedynczego artykułu naukowego, zamieszczonego w czasopiśmie obcojęzycznym, wymagane jest umieszczenie odnośnika źródłowego. Objętość artykułu winna wynosić 4–8 (9) stron maszynopisu.

Drobiazgi przyrodnicze są krótkimi artykułami, liczącymi 1–3 strony maszynopisu. Również i tu ilustracje są mile widziane. „Wszechświat” zachęca do publikowania w tej formie własnych obserwacji.

Rozmaitości są krótkimi notatkami z bieżącego obcojęzycznego czasopiśmiennictwa naukowego o najwyższym standardzie światowym. Ich objętość wynosi od 0,3 do 1 strony maszynopisu. Obowiązuje podanie źródła (czasopismo, rok, tom, strona).

Listy do Redakcji mogą być różnego typu. Tu drukujemy m.in. uwagi co do artykułów i innych materiałów drukowanych we „Wszechświecie”. Redakcja zastrzega sobie prawo selekcji listów.

Recenzje z książek muszą być interesujące dla czytelnika, dostarczające mu nowych wiadomości. Objętość nie powinna przekraczać 2 stron maszynopisu.

Materiały wydrukowane są honorowane zgodnie z przepisami prawa autorskiego. Materiały powinny być przysyłane jako starannie wykonane maszynopisy (30 linijek na stronę, ok. 60 uderzeń na linijkę), z jedną kopią. Tabele należy pisać na osobnych stronach. Ryciny winny być numerowane i podpisane. Opis rycin na osobnym arkuszu. Przy artykułach autorzy winni podać dokładny adres, tytuł naukowy, stanowisko i nazwę zakładu pracy, oraz informacje, które chcieliby zamieścić w opracowanej przez Redakcję notce biograficznej.