

WSZECHŚWIAT **PISMO PRZYRODNICZE**

TOM 83

NR 12

GRUDZIEŃ 1982



TREŚĆ ZESZYTU 12 (2228)

Od Redakcji	201
Rayski J., Wielka unifikacja w fizyce	202
Obidowicz A., Polodowcowa historia lasów w Alpach	205
Śmiałowski A., Dojrzewanie i starzenie się komórek nerwowych	208
Górska L., Gospodarka zasobami surowców energetycznych w Polsce	210
Vetulani J., Regulatory czynności komórki	212
Kowalczyk J., Czy można prognozować trzęsienia Ziemi?	216
Barowicz T., Produkcja ryb roślinożernych w Polsce	217
Król S., Dźwięk w atmosferze	218
Ciuła E., Czym się żywią lisy?	222
Vetulani M. G., Schyłek Wszechświata: rok 10 ¹¹⁶	224
Rocznice 1982	
W rocznicę śmierci Hansa Krebsa (A. Koj)	225
W stulecie śmierci Darwina (J. Vetulani)	226
150 rocznica pierwszego pomiaru bezwzględnej wartości składowej poziomej ziemskiego pola magnetycznego (J. Latini)	227
Nagrody Nobla	
Postępy spektroskopii: Nagroda Nobla z zakresu fizyki w r. 1981 (J. Vetulani)	229
Przyrodnicze nagrody Nobla 1982 (J. Vetulani)	230
Przegląd nauk neurobiologicznych	
Przeływ sygnałów (oprac. J. G. V.)	231
Co robią neuromediatory (oprac. J. G. V.)	232
Synapsy elektryczne (oprac. J. G. V.)	233
Drobiazgi przyrodnicze	
Mysz — pramatka (J. G. V.)	234
Co się wydarzyło na Ziemi przed 65 mln lat? (H. Szarski)	235
Tajemnica stali damasceńskiej (J. Latini)	236
Wszechświat przed 100 laty	237
Rozmaitości	238
Recenzje	
A. S. Monin: Popularnaja istoria Ziemi (W. Mizerski)	239
Eva Maria Bursche: Wasserpflanzen (B. Prędota)	240
W. Sedlak: Bioelektronika (R. J. Wojtusiak)	240
Kronika naukowa	
Program krakowskich obchodów 510 rocznicy urodzin M. Kopernika w r. akad. 1982/83 (B. Gomółka)	241
Apel o wsparcie inicjatywy utworzenia Muzeum Dydaktyki Biologii (B.K.)	242
W 80-lecie pierwszej polskiej inicjatywy utworzenia muzeum szkolnego (B. Kochmański)	242
Olimpiady Biologiczne	
Finał XI Olimpiady Biologicznej pod hasłem „Woda i życie” (J. Zdebska-Sierosławska)	244
XIII Olimpiada Biologiczna dla uczniów szkół średnich w roku szkolnym 1983/1984 pod hasłem: „Życie a chemizacja środowiska” (W. Michajłow, J. Zdebska-Sierosławska)	246
Nekrolog: Prof. dr Zygmunt Grodziński	248
Spis plansz	
I. LAS WYSOKOGÓRSKI. Dolina Strążyska. Fot. H. Vogel	
II. POPIELICA <i>Glis glis</i> L. Fot. W. Strojny	
III. LIS <i>Vulpes vulpes</i> L. Fot. J. Zembrzusi	
IVa. GNIAZDO i ŁĘG łabędzia niemego <i>Cygnus olor</i> L. Fot. S. Czyż	
IVb. ŁABĘDZIE przy gniazdach. Fot. W. Puchalski	

WSZECHŚWIAT

PISMO PRZYRODNICZE

ORGAN POLSKIEGO TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA

TOM 83
(ROK 101)

GRUDZIEŃ 1982

ZESZYT 12
(2228)

OD REDAKCJI

Zeszytem tym kończymy 83 tom „Wszechświata”. Rok 1982 był trudny dla nas wszystkich: dla kraju, dla nauki polskiej, dla czytelników Wszechświata i dla naszego czasopisma, które w tym roku weszło w drugi wiek swego istnienia, w drugi wiek służby popularyzacji wiedzy przyrodniczej w naszym społeczeństwie. Ten drugi wiek rozpoczynał „Wszechświat” borykając się ze szczególnymi problemami: wszedł weń osierocony odejściem długoletniego, doskonałego Redaktora Naczelnego, Kazimierza Maślankiewicza, wszedł zawieszony w wydawaniu, z ponad półroczną przerwą w ukazywaniu się, w okrojonej ilości zeszytów i zmniejszonej objętości rocznika, a na dodatek — z trzykrotnie podniesioną ceną. Początkowe zeszyty tomu 83 zostały przygotowane w okresie „interregnum” redakcyjnego, a dopływ materiałów do Redakcji był skąpszy niż poprzednio.

Jakim „Wszechświat” chce być w swym drugim stuleciu? W zasadzie chce on utrzymać tradycyjny profil czasopisma ogólnoprzyrodniczego, nawiązując zwłaszcza do tradycji sprzed wieku, a więc starając się objąć także ostatnio rzadziej omawiane dziedziny nauk przyrodniczych — chemię i fizykę. Chciałby również rozszerzyć krąg swych autorów o trzy ważne grupy:

— wybitnych naukowców, omawiających swe własne osiągnięcia i koncepcje przystępnym językiem

— doktorantów, z wielkim nakładem wysiłku przygotowujących wstępy do swych prac doktorskich, stanowiące niekiedy doskonałe przeglądy aktualnego stanu wiedzy w pewnych dziedzinach, a czytane następnie z reguły tylko przez dwóch recenzentów, po czym pokrywające się kurzem w bibliotekach uczelnianych czy instytutowych

— młodych przyrodników-amatorów, licealistów i studentów, uczestników kół naukowych, którzy mogliby podzielić się z innymi swymi spostrzeżeniami przyrodniczymi bądź informacjami zdobytymi przy przeglądaniu czasopism naukowych o wybitnej pozycji międzynarodowej, referujących wyniki aktualnych badań i odkryć.

Aby ułatwić pracę potencjalnym autorom „Wszechświata” po raz pierwszy od początków swojego istnienia rozpoczyna drukowanie regulaminu ogłaszania prac.

Celem „Wszechświata” jest informowanie o aktualnym stanie wiedzy przyrodniczej członków Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika oraz prenumeratorów, ale ponadto stawia sobie za zadanie przyjsie z pomocą uczniom i nauczycielom szkół średnich oraz studentom i asystentom na wyższych uczelniach. Zamieszczane tutaj artykuły, drobiazgi i rozmaitości powinny uzupełniać oficjalny program szkoły i budzić zainteresowania przyrodnicze.

Niezależnie od publikowania materiałów mo-

żliwie aktualnych, cykli omawiających stan poszczególnych gałęzi wiedzy, szerokich opracowań na temat aktualnych nagród Nobla itp. „Wszechświat” chce również przypominać tradycje nauki. Służyć temu celowi mają artykuły związane z aktualnymi rocznicami odkryć naukowych lub urodzin i zgonów twórców współczesnej nauki: w roku 1982 przypadło wiele takich rocznic, że wymienimy przykładowo 400-lecie wprowadzenia nowego systemu kalendarzowego (kalendarz gregoriański), 150-lecie pomiaru ziemskiego pola magnetycznego, 100-lecie śmierci Darwina i odkrycia przez Kocho prątkę gruźlicy. Nad nauką współczesną zastanowić się też można przeglądając nowo wprowadzoną rubrykę „Wszechświat” przed 100 laty.

Dla swego istnienia „Wszechświat” potrzebuje nie tylko autorów, redaktorów i wydawców, ale przede wszystkim czytelników. Stąd też i nasz apel: zachęcajcie innych do czytania i prenumerowania „Wszechświata”. „Wszech-

świat” zaś można prenumerować na dwa sposoby: prenumerata pocztowa oraz znacznie wygodniejsza prenumerata dla członków Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika. Zachęcam do spróbowania tej drugiej drogi: członkostwo Towarzystwa jest otwarte dla wszystkich przyrodników — profesjonalistów i amatorów, koszt składki rocznej wraz z prenumeratą jest obecnie niższy od kosztu prenumeraty pocztowej, a „Wszechświat” otrzymuje się regularnie. Szczegółowe informacje w Oddziałach Towarzystwa, których adresy są podane na okładce.

Redakcja nie szczędzi wysiłku, aby „Wszechświat” stawał się coraz lepszy, bardziej interesujący i pożyteczniejszy i czeka na wszelkie uwagi, krytykę i propozycje Czytelników.

Czytelnikom, Towarzystwu i sobie samym serdecznie życzymy, aby rok 1983 okazał się lepszy, niż jego poprzednik.

Redaktor Naczelny

JERZY RAYSKI (Kraków)

WIELKA UNIFIKACJA W FIZYCE

Biografowie Einsteina podkreślają dwie wyraźnie różne fazy jego życia i twórczości naukowej: zdumiewający wybuch geniuszu w okresie między 26 a 40 rokiem życia, oraz cała późniejsza jego działalność po 1920 r. aż do śmierci. Podczas kiedy w stosunkowo krótkim okresie nadzwyczaj owocnej twórczości (lata 1904—1919) położył on podwaliny fizyki kwantowej (obok Bohra i Plancka) oraz opracował (obok Smoluchowskiego) teorię ruchów Browna, a przede wszystkim sformułował swoją wiekopomną teorię względności, to uważa się, że cała dalsza jego aktywność naukowa, po 1920 r. była bezowocna. A całą tą późniejszą część życia poświęcił on jednemu celowi: próbom stworzenia tzw. jednolitej (zunifikowanej) teorii pola.

Dziś, po upływie przeszło 25 lat od śmierci Einsteina, oceniając go z perspektywy historii musimy zrewidować te poglądy. Jego poszukiwania nie były bezprzedmiotowe i widać, iż prowadził on badania we właściwym kierunku, jednak zadanie jakie sobie stawiał było zbyt ambitne jak na owe czasy. Stworzenie teorii jednolitej nie mogło się udać, nie posiadaliśmy bowiem jeszcze ani dostatecznych danych doświadczalnych, ani należycie rozwiniętych narzędzi badań teoretycznych i eksperymentalnych na to aby zamierzenia choćby największego geniuszu mogły być uwieńczone sukcesem. Czas na to jeszcze nie dojrzał.

W ostatnich latach badania nad możliwością stworzenia wielkiej teorii ujmującej w jednolitej postaci wszystkie zjawiska fizyki, zarówno w skali mikroświata jak i w skali całego Wszechświata zostały ponownie podjęte i chociaż jeszcze dość dalekie od ostatecznego zakończenia — zwawo posuwają się naprzód i już dały cały szereg pięknych wyników i wyjaśniły wiele zagadek przyrody.

Na to, aby taki postęp był możliwy, trzeba było dokonać ważnych odkryć doświadczalnych i wielu badań teoretycznych. Doprowadziły one do tego, iż zdałiśmy sobie sprawę, że np. proton lub neutron uważany dawniej za cząstkę elementarną nie stanowi jeszcze elementarnego składnika materii lecz złożony jest z innych bardziej podstawowych choć dosyć enigmatycznych obiektów nazwanych *kwarkami* (nazwa zaczerpnięta z książki *Alicja w Krainie Czarów*).

Za podstawowe cegiełki przyrody uważa się dziś *leptony* i *kwarki* posiadające spiny połówkowe, oraz pewne inne cząstki o spinach całkowitych, które w stosowanych jednostkach (stałej Plancka podzielonej przez 2π) posiadają wartości 0, 1, lub 2. Cząstkami o spinie 1 są fotony czyli kwanty promieniowania elektromagnetycznego. Cząstkami o spinie 2 miałyby być wciąż jeszcze hipotetyczne, bo nie napotkane w doświadczeniu grawitony — kwanty pola grawitacji. Cząstki o spinach połówkowych nazywamy fermionami, zaś o spinach całkowitych bozonami.

Współczesne badania eksperymentalne pokazały, iż pomiędzy tymi wszystkimi rodzajami cząstek działa tylko niewiele rodzajów sił: grawitacyjne, elektromagnetyczne, oraz jądrowe, które dzielą się na dwa typy zwane słabymi i silnymi oddziaływaniami. Mamy więc w przyrodzie do czynienia z niewielu rodzajami oddziaływań. Siły grawitacyjne i elektromagnetyczne są daleko-zasięgowe (np. istnieją wyraźne oddziaływania grawitacyjne pomiędzy galaktykami), podczas gdy siły jądrowe są nadzwyczaj krótkiego zasięgu (ok. 10^{-13} cm lub 10^{-16} cm) i dzięki temu uchodziły dawniej naszej uwadze.

Celem jednolitej teorii jest sprowadzenie tych kilku gatunków sił do jakiegoś pierwowzoru czy też do jakiegoś „wspólnego mianownika”, oraz wytłumaczenie dlaczego właśnie takie a nie inne cząstki spotykamy

w przyrodzie i ewentualne przewidzenie przyszłych odkryć dalszych rodzajów cząstek i ich własności.

W latach pomiędzy pierwszą a drugą wojną światową usiłowania Einsteina i kilku innych uczonych koncentrowały się na próbach stworzenia jednolitej teorii sił grawitacyjnych i elektromagnetycznych. To ograniczenie jest całkowicie zrozumiałe, bo o siłach jądrowych bardzo mało było wiadomo. Rezultaty jakie osiągnięto były dość istotne, jednak nie spotkały się z zainteresowaniem w szerszym gronie fizyków. Prawdziwe zainteresowanie uzyskały dopiero w ostatnim dziesięcioleciu prace, mające na celu opracowanie teorii sił jądrowych, oraz próby połączenia teorii słabych oddziaływań z elektromagnetyką. Wyniki, jakie w tej dziedzinie uzyskali dwaj fizycy amerykańscy Weiberg i Glashow, oraz Pakistańczyk Abdus Salam, uzyskały wielki rozgłos i doczekały się trzy lata temu nagrody Nobla. Teoria Weinberga jak też teoria silnych oddziaływań są bardzo trudne do wyjaśnienia popularnego. Mam jednak nadzieję, iż przynajmniej niektóre idee leżące u ich podstaw będą mogli czytelnikowi przybliżyć.

Podstawowe znaczenie dla tych teorii ma pojęcie symetrii oraz tzw. spontanicznego łamania symetrii. Podstawowym pojęciem matematycznym jest zaś pojęcie grupy. Co to jest grupa? Jeśli istnieje zbiór elementów ($a, b, \dots$), dla których określone jest prawo mnożenia (albo składania) tak, że iloczyn dwóch elementów zbioru jest również elementem tego zbioru, jeśli ponadto istnieje w tym zbiorze element, który nazywamy jedynką (lub tożsamością), a do każdego elementu istnieje też jego odwrotność, to taki zbiór nazywamy grupą. Elementami grupy nie muszą być liczby, najczęściej mamy do czynienia z grupami przekształceń. Najlepiej znanym przykładem przekształceń są obroty. Mnożenie oznacza wtedy kolejne wykonanie dwóch obrotów jeden po drugim, a cofnięcie dowolnego obrotu można rozumieć jako element odwrotny, kasujący obrót poprzedni, prowadzący do stanu wyjściowego, czyli do tożsamości. (Brak jakiegokolwiek zmiany oznacza jedynkę w tej grupie).

Czym są symetrie nie trzeba nikomu tłumaczyć. Różne rodzaje symetrii mamy np. w kryształach. Tworem symetrycznym ze względu na grupę obrotów jest koło (w 2 wymiarach) lub kula (w 3 wymiarach). Obroty kuli dokoła dowolnej osi nie zmieniają niczego. Elipsoida obrotowa stanowi przykład częściowego złamania symetrii. Pozostaje jedna oś wyróżniona, taka że obrót dokoła niej nie zmienia niczego. Przekrój prostopadły do tej osi jest kołem. Przykład zupełnego złamania symetrii daje elipsoida nieobrotowa. Żaden z jej przekrojów nie jest kołem lecz elipsą.

Siły jądrowe charakteryzują pewne symetrie, zwane symetrami wewnętrznymi. Najbardziej znanym przykładem symetrii jest to, że oba składniki jąder atomowych, protony i neutrony są cząstkami bliźniaczymi z punktu widzenia sił jądrowych. Gdyby nie to, że proton jest obdarzony ładunkiem elektrycznym, a neutron jest elektrycznie obojętny, to te dwie cząstki niczym by się nie różniły. Moglibyśmy zamieniać proton w neutron i odwrotnie. Moglibyśmy też pomyśleć, że istnieją cząstki pośrednie, będące np. w połowie neutronem, a w połowie protonem, albo w $\frac{1}{4}$ protonem, a w $\frac{3}{4}$ neutronem. Moglibyśmy więc (w myśli) mieszać je ze sobą w dowolnym stosunku. Byłoby to coś podobnego do dokonywania obrotów w

plaszczynie, na której narysowano dwie osi prostopadle x i y , przy czym oś x nazwana została osią protonu, a oś y osią neutronu. Obrót w tej płaszczynie symbolizuje właśnie stopniowe przechodzenie od stanu protonowego do neutronowego lub od neutronowego do protonowego. Cząstkę, która może być bądź protonem bądź neutronem, albo która może przechodzić ze stanu protonowego do neutronowego lub odwrotnie nazywamy *nukleonem*. Nukleon jest więc jedną cząstką, która może jednak występować w różnych stanach, nieco podobnie jak zabawka zwana bakiem może obracać się w prawo lub w lewo lub jak moneta o dwóch obliczach: orzeł i reszka przechodząca w siebie przez stosowny obrót monety.

Siły elektryczne psują jednak pełną symetrię, gdyż wyróżniają proton przed neutronem. Symetria sił jądrowych jest więc złamana przez efekty elektromagnetyczne.

Widzimy, iż symetrię sił jądrowych można interpretować jako symetrię ze względu na obroty w jakiejś (fikcyjnej czy też „urojonej”) przestrzeni. Nazywamy ją przestrzenią *izospinu*. Ma ona pewne podobieństwo do zwykłej przestrzeni (x, y, z), lecz także bardzo istotne różnice, np. to, że gdy w zwykłej przestrzeni można zarówno dokonywać obrotów, jak i przemieszczeń, to w izoprzestrzeni można dokonywać tylko obrotów, ale nie przesunąć.

Dotychczas była mowa o izoprzestrzeni tak jakby była dwuwymiarowa, jednak w gruncie rzeczy sprawa jest bardziej skomplikowana. Okazało się konieczne wprowadzenie dalszych wymiarów, zdających sprawę z istnienia wyższych symetrii. Jedną z tych symetrii jest symetria oznaczona symbolem $SU(3)$, a ostatnio są poszlaki, iż może istnieć jeszcze wyższa symetria $SU(5)$. Nie ma potrzeby tłumaczyć, co oznaczają symbole SU , wystarczy jeśli powiemy, iż cyfra 3 lub 5 oznacza, że jest pewna cecha sił jądrowych mająca 3 lub 5 możliwych stanów, albo, że istnieją 3 lub 5 podobnych obiektów podstawowych odpowiedzialnych za danego typu siły. Tak się złożyło, iż cecha $SU(3)$ ma zupełnie takie same właściwości, jakie posiadają trzy podstawowe kolory dla fizjologii widzenia. Są to kolory czerwony, zielony i niebieski. Wiadomo, że przez mieszanie tych trzech kolorów podstawowych można uzyskać wszystkie wrażenia wzrokowe, jakie istnieją i jakie mogłoby dać pełne widmo barw tęczy. W szczególności pomieszanie tych trzech kolorów podstawowych daje w wyniku „kolor” biały, tak samo jak zmieszanie wszystkich barw tęczy. Oprócz wymienionych trzech kolorów podstawowych wyróżnia się trzy dalsze zwane dopełniającymi (turkusowy, lila-róż i żółty). Nazywamy je dopełniającymi, gdyż np. turkusowy powstaje ze zmieszania zielonego z niebieskim, a dodany w odpowiedniej proporcji do czerwonego daje biały. Żółty jest mieszką czerwonego z zielonym i dopełnia się wraz z niebieskim do białego, itp. Kolory dopełniające nazywane są też antykolorem. Antykoleorem jest to co brakuje do danego koloru podstawowego, aby w sumie uzyskać biały.

Podstawowe składniki materii jądrowej — kwarki występują w trzech podstawowych odmianach o takich samych własnościach (algebraicznych) jak reguły mieszania kolorów. Powstała w ostatnich kilku latach teorie sił jądrowych nazwano dlatego chromodynamiką. Mówi się o kwarkach czerwonych, zielonych i niebieskich, czego oczywiście nie należy traktować dosłownie. Chodzi tylko o takie same reguły

przy składaniu i mieszaniu kwarków jak przy składaniu i mieszaniu widzialnych kolorów.

Symetria sił jądrowych polega na niezmienniczości silnych oddziaływań wobec „obrotów” mieszających kwarki kolorowe, obrotów w pewnej (wymagowanej) przestrzeni (zwanej przestrzenią koloru). Jednak kwarków nigdy dotychczas nie udało się zaobserwować jako cząstek swobodnych. Znane są w przyrodzie tylko twory „białe”, czyli układy trwale związanych ze sobą trzech kwarków: czerwonego, zielonego i niebieskiego, albo z trzech antykwarków (o kolorach dopełniających), lub wreszcie z par kwark — antykwark, których „kolor” jest także biały.

Najlepiej od dawna znana jest teoria sił elektromagnetycznych. Stworzyli ją Faraday i Maxwell w połowie XIX w. Jej współczesna kwantowa wersja tłumaczy oddziaływanie elektromagnetyczne (np. takie jak odpychanie się dwóch ładunków równoimennych i przyciąganie różnoimennych) jako efekt wymiany kwantów promieniowania elektromagnetycznego zwanych fotonami. Wymiana następuje pomiędzy ciałami naładowanymi elektrycznie. W wielu przypadkach wymiana następuje w czasie tak krótkim, iż nie da się zaobserwować wymienianego fotonu. W takich wypadkach mówimy o tzw. fotonach *wirtualnych*. Istnieją (pośrednie) dowody na to, że podobnie jest z wszystkimi innymi oddziaływaniami: siły jądrowe polegają na wymianie między cząstkami materii jądrowej cząstek wirtualnych o własnościach analogicznych do fotonów, nazwanych *gluonami*. Występują one jednak zawsze jako cząstki wirtualne, niemożliwe do bezpośredniego zaobserwowania. Słabe oddziaływania byłyby też przenoszone przez podobne cząstki zwane *cząstkami (bozonami) W*. Także oddziaływania grawitacyjne miałyby zachodzić za pośrednictwem cząstek nazwanych *grawitonami*. Jednak jak dotąd ani gluonów, ani bozonów *W*, ani grawitonów nie zaobserwowano wprost. O ich wirtualnym istnieniu wnioskujemy w sposób pośredni.

Cząstki pośredniczące mają wiele cech wspólnych, lecz również różnią się od siebie znacznie, przede wszystkim tym, że w przypadku sił jądrowych działają tylko na nadzwyczaj małych odległościach, podczas gdy działania grawitacyjne i elektromagnetyczne są dalekozasięgowe. Jeśli więc istnieje analogia pomiędzy różnymi typami sił w przyrodzie, jeśli istnieje symetria wszelkich typów oddziaływań, to objawiać się ona może na bardzo bliskich odległościach, a na dalszych występować musi w postaci symetrii silnie złamanej. Gdy więc próbuje się zbudować teorię unifikującą różne rodzaje oddziaływań, to trzeba nie tylko wyjaśnić co je łączy i pod jakim względem są do siebie podobne, ale i to co je tak bardzo różni. Trzeba wykryć jakie są podstawowe symetrie przyrody, ale również wyjaśnić powody złamania tych symetrii.

Spróbujemy więc wyjaśnić ideę tzw. spontanicznego łamania symetrii. Wyobraźmy sobie namagnesowaną sztabkę żelazną. Dzięki namagnesowaniu atomy metalu zostały uporządkowane i w pewien sposób ukierunkowane. Oś namagnesowania została wyróżniona. Nie jest to jednak przecież żadne uniwersalne wyróżnienie jakiegoś kierunku w przestrzeni, bowiem możemy po prostu obrócić sztabkę o pewien kąt i zmieni ten wyróżniony kierunek na inny. W gruncie rzeczy wszystkie kierunki w przestrzeni są równouprawnione, choć niejako przez przypadek jeden kierunek został wyróżniony lokalnie (dla obserwatora wewnątrz

lub w pobliżu namagnesowanej sztabki). Spontaniczne łamanie symetrii mają podobnie przypadkowy i lokalny charakter, chociaż nie tyle w zwykłej co w wymagowanej przestrzeni sił jądrowych (w izoprzestrzeni lub w jej uogólnieniach). Są jeszcze dalsze analogie: podobnie jak sztabkę można rozmagnesować przez podgrzanie, bo stan namagnesowania utrzymuje się tylko w dostatecznie niskich temperaturach, tak samo jest ze spontanicznie zlaną symetrią: te złamanie przestają odgrywać rolę, asymetrie i wyróżnione kierunki znikają w bardzo wysokich temperaturach, a utrwalone być mogą tylko w temperaturach dostatecznie niskich. Średnia temperatura Wszechświata jest dzisiaj bardzo niska. Był jednak taki czas, kiedy była ona na tyle wysoka, iż wszelkie zjawiska spontanicznego łamania symetrii były zatarte. Tak było w czasie nadzwyczaj krótkim po „wielkim wybuchu” uważanym za początek Wszechświata. Można było oszacować, iż wymagane temperatury (10^{18} st. Kelvina) panowały w czasie niewyobrażalnie krótkim od chwili wybuchu (10^{-40} sek). Warto dodać, że od chwili tego wybuchu zapoczątkowującego ekspansję Wszechświata do chwili obecnej upłynęło 10^{10} lat.

Aby wyjaśnić co ma wspólnego teoria unifikująca i kosmogonia zwróćmy uwagę na to, iż główna różnica (asymetria) podstawowych sił przyrody polega na ich zasięgu. Podobieństwo między siłami krótko- i daleko-zasięgowymi ujawnia się w pełni dopiero na bardzo małych odległościach, a więc wtedy gdy materia była nadzwyczaj gęsta, a temperatury tak wysokie aby cząstki mogły penetrować się nawzajem na odległość rzędu 10^{-29} cm. Takie warunki panowały tylko w pierwszych niewyobrażalnie krótkich ułamkach sekundy po wielkim wybuchu. Wtedy panowała doskonała symetria praw przyrody. Następnie Wszechświat szybko się oziębiał (w trakcie ekspansji), zaś przypadkowe uporządkowania i związane z tym lokalne asymetrie ulegały utrwaleniu przez zamrożenia (ciągle jest mowa raczej o asymetriach w izoprzestrzeni niż w zwykłej przestrzeni, o asymetriach dynamicznych, a nie geometrycznych).

Zasięg sił wiąże się ściśle z masą cząstek pośredniczących, wymienianych pomiędzy obiektami takimi jak np. kwarki. Zasięg ten różni się od odwrotnością masy spoczynkowej cząstek wymienianych; staje się nieskończony gdy masa spoczynkowa jest zerem. Tak jest w przypadku elektrodynamiki (zasięg sił dany jest prawem Coulomba, zaś fotony są pozbawione masy spoczynkowej).

Pojawienie się różnych od zera mas spoczynkowych jest zawsze objawem złamania jakiejś symetrii wewnętrznej. Jednak w przyrodzie znane są również inne przykłady łamania symetrii nie związane — jak się wydaje — z masą. Jednym przykładem jest lewoskrętność neutrino występujących w β — rozpadzie, innym przykładem ogromna przewaga populacji cząstek nad antycząstkami np. protonów nad antyprotonami. Jednym z pierwszych, który podał możliwe wyjaśnienie takiej asymetrii był Andrzej Sacharow. Przypuszcza się, iż w najbardziej zunifikowanej teorii w skład jednej wielkiej rodziny mogą wchodzić antycząstki na równi z cząstkami i mieszać się ze sobą dzięki obrotom podobnym do omówionych powyżej, lecz w odpowiednio uogólnionej izoprzestrzeni. W takiej teorii proton nie byłby już całkowicie trwa-

łą cząstką lecz mógłby przeobrażać się i rozpadać na pozytony i kwanty gamma czyli fotony.

Poszukiwania rozpadów protonu właśnie się zaczynają i planowane są przez grupy badaczy zarówno na Zachodzie jak i na Wschodzie*.

Współczesne osiągnięcia w usiłowaniach unifikacji podstawowych praw fizyki są jeszcze dalekie od zakończenia. Poszły one po innej drodze niż wcześnie próby Einsteina, bowiem na razie doprowadziły do unifikacji oddziaływań słabych z elektromagnetycznymi, a następnie z silnymi oddziaływaniami, czyli z chromodynamiką. Jednak taka teoria nie doprowadziła do unifikacji z teorią grawitacji, czyli z ogólną teo-

rią względności Einsteina. Pomimo to (i pomimo pewnych innych braków) nazywają ją wielką teorią unifikacji (*Grand Unified Theory*). Podstawową rolę odgrywa w niej grupa SU(5).

Nierozwiązaną jak dotąd zagadką jest jaki sens mają właściwie owe wymaginowane przestrzenie symetrii wewnętrznych. Czy są to czysto abstrakcyjne koncepcje, czy też może mają coś wspólnego z naszą zwykłą przestrzenią 3-wymiarową, lub jej uogólnieniem w postaci 4-wymiarowej czasoprzestrzeni? Rozważanie tej kwestii wymagałoby jednak osobnego artykułu.

ANDRZEJ OBIDOWICZ (Kraków)

POŁODOWCOWA HISTORIA LASÓW W ALPACH

Okres w historii szaty roślinnej Europy, który określamy jako polodowcowy, rozpoczął się przed 10 tys. lat. Ulegający gwałtownej recesji lądolód ograniczony był wówczas do niewielkich obszarów na Płw. Skandynawskim. W Alpach powierzchnia lodowców znacznie się zmniejszyła, w niektórych częściach masywu pozostały one jednak po dzień dzisiejszy, gdyż granica wiecznego śniegu przebiega na wysokości 2500—3350 m n.p.m. Historia lasów, poszczególnych rodzajów i gatunków drzew, a także formowanie się pięter roślinnych możliwe jest do odtworzenia dzięki m. in. wynikom badań palinologicznych, dendrochronologicznych, ekologicznych, oraz znajomości współczesnego układu pięter roślinnych i czynników ten układ kształtujących.

Szata roślinna Alp uformowana jest w kilka pięter (tab. 1), które w poszczególnych częściach Alp mogą się między sobą różnić. Różnice te dotyczą obecności lub braku niektórych pięter, ich pionowego zasięgu, oraz występowania różnych zbiorowisk roślinnych.

Tabela 1

Piętro	Formacja roślinna	Wysokość w m n.p.m.
pogórza	lasy dębowe i dębowo-grabowe	do 700
dolne leśne	lasy dębowo-bukowe	500—900
górne leśne	lasy bukowe, świerkowo-jodłowo-bukowe, lasy świerkowe	700—1600
subalpejskie	lasy modrzewiowo-limbowe, zarośla kosodrzewiny, olszy zielonej, rododendronów	1300—2200
alpejskie	murawy alpejskie, roślinność rumowisk skalnych	1900—3000
subniwalne	rośliny poduszkowe	2400—3300
niwalne	mchy i porosty	ponad 2500

Układ piętrowy kształtowany jest przez szereg czynników, z których najważniejsze dla rozmieszczenia roślin zmieniają się przy wzroście wysokości n.p.m. o 100 m w następujący sposób: średnia roczna temperatura obniża się o 0,5°C, roczna suma opadów zwiększa się o 50—100 mm, okres zalegania pokrywy śnieżnej wydłuża się o 10—15 dni, okres wegetacyjny ulega skróceniu o 6—7 dni. Liczba dni, w których

panują szczególnie korzystne warunki asymilacji (temperatura ponad 10°C, bezchmurne niebo) może być różna i w związku z tym na różnej wysokości przebiega górna granica lasu, na ogół jednak ok. 600—800 m poniżej klimatycznej granicy śniegu.

Polodowcowe formowanie się zbiorowisk leśnych przebiegało nieco inaczej w Alpach Zachodnich niż w Alpach Wschodnich. Wiąże się to z różną odległością od refugium, a więc terenów, w których drzewa mogły przetrwać okresy alpejskich zlodowaceń. O kolejności przybywania poszczególnych drzew decydowała także ich biologia. Owoce czy też nasiona różnych gatunków, transportowane przez prądy powietrza czy zwierzęta, mogą pokonywać w ciągu roku różne odległości, w zależności od ich przystosowania się do tej wędrówki. Jeżeli nawet odległość ta jest znaczna i wynosi kilka czy kilkanaście kilometrów, istotne jest także, na jaką głęboką trafią diaspory, oraz ile lat potrzebuje dany gatunek zanim uzyska dojrzałość. Z dwóch gatunków drzew rosnących u górnej granicy lasu, wiatrosiewny modrzew kielkować może na glebach surowych, rośnie względnie szybko, dojrzewa w wieku lat ok. 30, natomiast rozsiewana przez ptaki limba kielkuje na glebach o rozwiniętym profilu, rośnie wolno, dojrzałość wykazuje ok. 60 roku życia. Dlatego na stanowiska, gdzie oba gatunki rosną razem, pierwszy przywędrował zapewne modrzew.

Rozwój lasów w poszczególnych częściach Alp ilustruje do pewnego stopnia tab. 2, w której zestawione są fazy wyróżnione w oparciu o elementy nadające piętno szacie roślinnej w danym okresie jej historii. Granice między fazami zostały wydatowane bezpośrednio metodą ^{14}C , lub też drogą interpolacji.

W okresie optymalnego rozwoju lodowców Alpy pozbawione były lasów. U schyłku tego okresu, przed ok. 13 tys. lat, zaczęły pojawiać się pierwsze drzewa. Były to brzozy, sosna zwyczajna i kosodrzewina. O ile nie jest do chwili obecnej dokładnie wiadomo gdzie znajdowały się obszary, na których brzozy przetrwały okres zlodowacenia, to sosny przywędrowały w Alpy z ich południowego i wschodniego, a kosodrzewina także z północnego przedpola. Przed ok. 10 tys. lat pionierskie gatunki tworzyły większe lub mniejsze skupienia na dogodnych dla siebie siedliskach, sięgając po górną granicę dzisiejszego piętra leśnego. W Alpach Wschodnich górna granica lasu

* Por. artykuł M. G. Vetulaniego *Schytek Wszechświata: rok 10¹⁰*, w tym numerze.



Ryc. 1. Podział Alp na strefy i krainy naturalne (wg R. Galona 1958)

Tabela 2. Fazy w rozwoju lasów w Alpach

część Alp:	Alpy Zachodnie	Alpy Wschodnie
kraina:	Alpy Delfinackie	Góry Ammer Pasma Drawy
stanowisko:	Col Luitel ¹	Moar bei Sennalpe ² Pressegger-See ³
tys. lat przed 1950 r.		
0		
1	bukowa z jodłą	świerkowo-jodłowo-bukowa z wskaźnikami działalności człowieka
2		
3	2800	2800
4	jodłowo-bukowa	3400 bukowa ze świerkiem jodłą i grabem
5	4500 jodłowa i mieszanych lasów dębowych	4500 bukowa
6	6000 jodłowa	5600 jodłowo-świerkowa i miesz. l. dębowych
7	6600	6250 świerkowa i mieszanych lasów dębowych i leszczynowa
8	leszczynowa	7000 mieszanych l. dębowych i leszczynowa
9	9000 sosnowo-brzozowa z leszczyną dębem i wiązem	8000 leszczynowa
10	10300	8700 sosnowo-brzozowa z leszczyną i wiązem
11	luźnych lasów sosnowych	8800 sosnowo-świerkowa z liściastymi
		10300 sosnowo-świerkowa z lipą i wiązem
		luźnych lasów brzoźowo-sosnowych

¹ Wegmüller S. 1977² Obidowicz A. npbl.³ Zwander A. 1981.

bardzo szybko, bo już 9,2 tys. lat temu, przebiegała na wysokości 2300 m, a tworzył ją pas lasu limbowego. To powyżej w Alpach wspinające się drzewo przywędrowało tu, nie wiadomo dokładnie kiedy, z terenów Syberii. Udokumentowana jest jego obecność na przedpolu Alp Wschodnich w czasie ostatniego zlodowacenia. U schyłku tego okresu limba przewędrowała ku Alpom Zachodnim, gdzie lokalnie utworzyła przejściowo nawet większe skupienia, sięgając po wysokość 2000 m n.p.m. Później cofnęła się raptownie do niższych położonych siedlisk, by w okresie polodowcowym rozprzestrzenić się ponownie z modrzewiem jako najwyższe piętro leśne. Powyżej tego piętra, w różnych alpejskich grupach górskich, formował się pas rododendronów, kosodrzewiny lub olszy zielonej. Ta ostatnia przywędrowała i rozprzestrzeniła się w południowych pasmach Alp Wschodnich bardzo wcześnie, razem z limbą i lokalnie, np. w Alpach Ötztalskich (ryc. 1), już ok. 8 tys. lat temu, tworzyła strefę na wysokości powyżej 2000 m n.p.m. Natomiast na północną stronę Alp Zachodnich dotarła ok. 6,1 tys. lat temu, a na ich stronę południową, np. w Alpy Lepontyjskie, masowo dopiero przed ok. 5 tys. lat a nawet później. Różnice te są zagadkowe, gdyż istnieją szereg przesłanek wskazujących na występowanie olszy zielonej po południowej stronie Alp Zachodnich u schyłku ostatniego zlodowacenia. O tym, czy ponad pięciem lasów uformował się pas kosodrzewiny czy też olszy zielonej, zdecydowały warunki siedliskowe, a przy zbliżonych warunkach większa konkurencyjność olszy brała górę nad wolniej rosnącą i bardziej światłolubną kosodrzewiną.

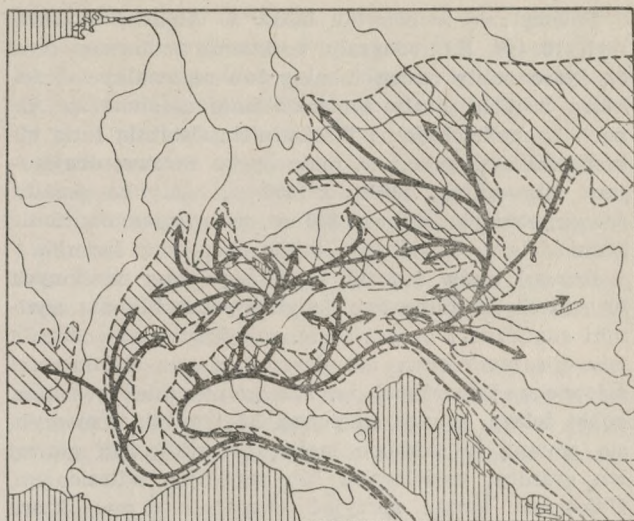
Bardzo wcześnie, bo pod koniec fazy sosnowo-brzoźowej, zaczęły rozprzestrzeniać się elementy ciepłolubne, jak leszczyna, dąb, wiąz i lipa, a równocześnie

nie, ale w różnych partiach gór, świerk lub jodła. W Alpach Wschodnich rozwój mieszanych lasów liściastych rozpoczął się już 9,5 tys. lat temu. Ich formowanie się, niesynchroniczne w różnych częściach Alp opóźnione było tam, gdzie klimat był bardziej kontynentalny, oraz istniała silna konkurencja drzew szpilkowych. W północnych pasmach Alp Wschodnich zastąpienie lasów sosnowych lasami dębowo-wiązowymi z jesionem i lipą, poprzedzone zostało krótką fazą dominacji leszczyny, która np. w Górach Ammer trwała ok. 0,7 tys. lat i zakończyła się ok. 8 tys. lat temu. Na południowo-wschodnim krańcu łuku alpejskiego faza leszczynowa w ogóle się nie zaznaczyła, gdyż rozwój zarośli tego krzewu zbiegł się lub nawet nieco opóźnił w stosunku do okresu optymalnego rozwoju lasów liściastych z dębem. W Alpach Delfinackich dominacja leszczyny trwała od 0,5 do ponad 2 tys. lat. Po niej nastąpił rozwój lasów klonowo-lipowych, wiązowo-lipowych czy też wiązowo-dębowych, ale bardzo szybkie pojawienie się jodły przeszkodziło rozwojowi tych lasów, a lokalnie zupełnie je wyparło.

Wędrowka jodły jest jednym z lepiej poznanych i udokumentowanych (ryc. 2) rozdziałów historii lasów w Alpach. Jej obszary ostojowe znajdowały się na półwyspach Apenińskim i Bałkańskim. Z nich rozpoczęła się wędrowka ku północy. W okresie między 9,6 a 9 tys. lat temu dotarła jodła w różne części południowego przedpola Alp Zachodnich. W ciągu następnych 2 tys. lat znacznie się rozprzestrzeniła, osiedlając się głównie w piętrze leśnym, gdyż w niższej położonych partiach gór napotkała konkurencję mieszanych lasów liściastych. Jej wędrowka ku wschodowi znacznie się natomiast opóźniła ze względu, jak się przypuszcza, na zbyt suchy klimat lub konkurencję świerka, który rozprzestrzenił się tu wcześniej. Tak było np. na północnym przedpolu Alp Wschodnich w okolicach Chiemsee, gdzie jodła przywędrowała przed ok. 6 tys. lat, ale napotkawszy lasy świerkowe, zajmowała nowe tereny bardzo wolno.

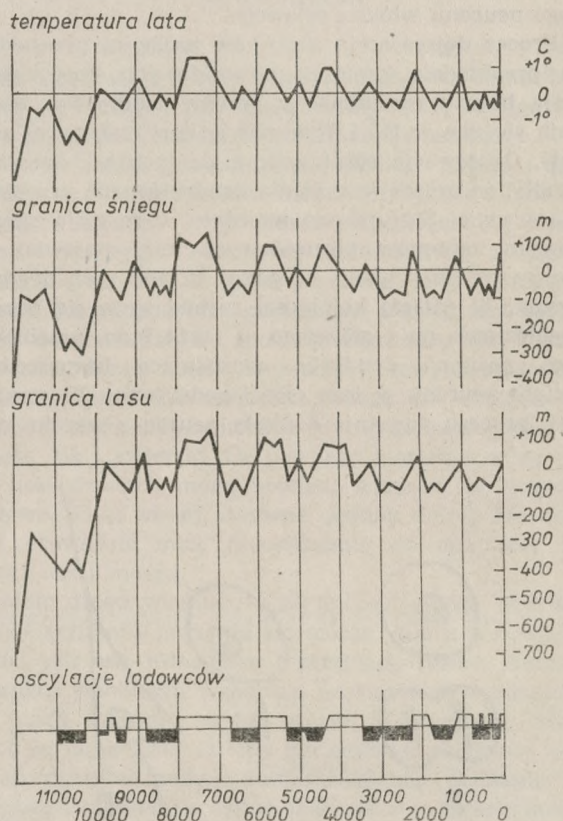
Najbliższe Alpom ostoje świerka, w których przetrwał on ostatnie zlodowacenie, znajdowały się w Górach Dynarskich i na Półwyspie Apenińskim. W związku z tym w Alpach Wschodnich świerk pojawił się już co najmniej przed 9 tys. lat, choć moment jego przywędrowania i rozprzestrzenienia się w różnych pod względem lokalnego klimatu Pasmach Drawy, Karawankach czy Alpach Noryckich, wykazuje dosyć znaczne różnice, sięgające 2 tys. lat. Wynika to także z równoczesnego rozwijania się mezofilnych lasów liściastych, a w wyższych partiach gór lasów limbowo-modrzewiowych. W swej wędrowce ku zachodowi świerk pojawił się w Alpach Ötztalskich ok. 8 tys. lat temu, dotarł po dolinę Renu przed ok. 7 tys. lat i w tym okresie utworzył zapewne piętro w Alpach Wschodnich, odsuwając na przedpole gór mieszane lasy dębowe. Na linii Renu spotkały się wędrujący od wschodu świerk z rozprzestrzeniającą się od zachodu jodłą. Spowodowało to znaczne opóźnienie w migracji tych drzew. W południowo-zachodnim krańcu Alp świerk pojawił się dopiero około 3,5 tys. lat temu.

Drzewem, które przywędrowało i rozprzestrzeniło się jako ostatnie z najważniejszych składników lasów alpejskich, był buk. Jego obszary ostojowe znajdowały się na półwyspach Iberyjskim, Apenińskim i Bałkańskim. Po wyjściu z Gór Dynarskich buk dotarł



Ryc. 2. Południowa wędrowka jodły w Alpach (wg F. Krala 1973)

przed ok. 8 tys. lat do południowo-wschodnich pasm Alp Wschodnich, już 7,3 tys. lat temu rósł w Wysokich Taurach, a w ciągu następnych 2 tys. lat utworzył miejscami w Alpach Wschodnich wraz z jodłą i świerkiem lasy górnego piętra leśnego. Zanim jednak do tego doszło, konkurencja jodły i świerka czy lasów liściastych, jeżeli buk zastał je na swojej drodze, były dla niego przeszkodą niezwykle trudną do pokonania. To było m. in. powodem, że w południowych pasmach Alp Zachodnich, mimo bliskości refugium, zaczął się rozprzestrzeniać dopiero przed ok. 5 tys. lat, a więc ok. tysiąc lat później niż na Wyżynie Szwajcarskiej, na którą przywędrował z zachodnich obszarów ostojowych.



Ryc. 3. Zależność między klimatem, oscylacją lodowców i górną granicą lasu w Alpach w ostatnich 11 tys. lat. Jako poziom odniesienia służy stan obecny (wg Die Schweiz und ihre Gletscher)

Pewną rolę w rozwoju lasów w Alpach, w ostatnich 10 tys. lat, odegrały wahnięcia lodowców (ryc. 3), które miały zasięg lokalny lub regionalny, a niektóre z nich zaszły synchronicznie zarówno w Alpach Zachodnich jak i Wschodnich. Ostatnią serią takich wahań była tzw. mała epoka lodowa, obejmująca lata od ok. 1600 do 1850 r., kiedy to granica śniegu obniżyła się ok. 200 m, powodując obniżenie granicy lasu, a lokalnie także ekspansję świerka.

Rozwój lasów i formowanie się pięter roślinnych w Alpach, kształtowane jedynie przez klimat, czynniki edaficzne i orograficzne, zakończyło się z chwilą rozwoju osadnictwa i związanej z tym działalności człowieka. Działalność ta, szczególnie intensywna od epoki żelaza, a więc od ponad 2,5 tys. lat, zaznaczyła się zmianą w składzie lasów, przesunięciem górnej ich granicy, częściowym lub zupełnym odlesieniem. Odlesienie mogło sprzyjać ekspansji drzew, które

wcześniej miały ograniczone możliwości rozwoju. Tak było z bukiem lokalnie na obszarze Pasm Darwy, czy z olszą zieloną w niektórych partiach Alp Zachodnich. W Alpach Ötztalskich pierwotne lasy modrzewiowo-limbowe zostały w dużym stopniu zniszczone przez karczunek i wypas bydła, a ich miejsce zajęły zbiorowiska krzewinkowe z wrzoścem.

W ostatnich dziesięcioleciach nasiliło się szkodliwe działanie na lasy Alp pyłów i gazów emitowanych przez przemysł do atmosfery, a także spalin samochodowych w związku ze stale gęstniejącą siecią dróg i autostrad. W powiązaniu ze szkodami powodowanymi przez wiatry fenowe, pożary, lawiny, choroby pasożytnicze, zwierzyne, itp. sprawia to, że właściwe gospodarowanie w lasach i ich ochrona są poważnym problemem krajów, w granicach których znajdują się Alpy.

ANTONI SMIAŁOWSKI (Kraków)

DOJRZEWANIE I STARZENIE SIĘ KOMÓREK NERWOWYCH

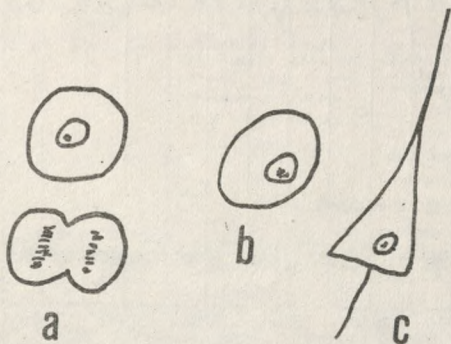
Komórki nerwowe (neurony) kręgowców powstają z wywędrowujących ze ściany cewki nerwowej zarodka neuroblastów. Każdy neuroblast nie może się już dalej dzielić i daje początek jednemu neuronowi (ryc. 1). Zmiany neuroblastu w dojrzały neuron przebiegają stopniowo i polegają na wyrastaniu z neuroblastu licznych, drzewkowato rozgałęzionych wypustek zwanych dendrytami, oraz pojedynczego dla każdego neuronu włókna osiowego.

Proces dojrzewania neuronów najlepiej prześledzić na przykładzie komórek piramidowych kory, które mają bogato rozbudowany system dendrytów. Znajdują się one w III i V warstwie kory mózgowej ssaków. Obserwacje różnicowania się tych komórek dowiodły, że proces wyrastania dendrytów nie przebiega chaotycznie. Stosunkowo wcześniej w rozwoju zarodkowym neuronów piramidowych kory pojawiał się masywny, skierowany ku górze główny pień dendrytyczny. W dalszej kolejności rozbudowują się boczne odgałęzienia pnia głównego, a także inne, przebiegające poziomo dendryty wyrastające bezpośrednio z ciała neuronu w jego części podstawnej. W wyniku tego procesu powstaje dojrzały neuron z szeroko roz-

budowanym systemem dendrytów. Każdy neuron piramidowy kory mózgowej, którego średnica wynosi zaledwie kilkadziesiąt mikrometrów ma dendryty rozgałęzione na obszarze ok. 1000 mikrometrów. Za pomocą tych dendrytów neuron otrzymuje informacje wysyłane przez dużą liczbę innych neuronów. Różnicowanie się komórek nerwowych nie odbywa się jednocześnie w całym mózgu, lecz w kolejności ich ewolucyjnego powstania. Wpierw różnicują się ewolucyjnie stare, istotne dla życia organizmu ośrodki regulacji ruchowej i wegetatywnej położone w pniu mózgu i rdzeniu kręgowym, a dopiero w dalszej kolejności rozwija się ewolucyjnie młodsza kora mózgowa.

W mózgach niższych ssaków proces rozrastania się neuronów przebiega stosunkowo szybko i u szczurów i kotów kończy się w ciągu 2–3 miesięcy po urodzeniu. U człowieka, ze względu na dużą masę mózgu proces ten jest znacznie wolniejszy i trwa jeszcze przez kilka lat po urodzeniu. W momencie urodzenia mózg ludzki waży zaledwie ok. 360 g, co stanowi 26% ciężaru mózgu człowieka dorosłego, dopiero w wyniku dalszego wzrostu po urodzeniu osiąga on ciężar ok. 1000 g po dwu latach życia a w wieku 7–16 lat waży już ok. 1300 g. Na tym nie kończy się jeszcze rozwój mózgu człowieka, jednak dalszy wzrost jest już bardzo powolny i kończy się w wieku 25–35 lat. Ten ostatni etap rozwoju polega prawdopodobnie na zwiększeniu się liczby kontaktów synaptycznych, co nie powoduje już znacznego wzrostu masy mózgu.

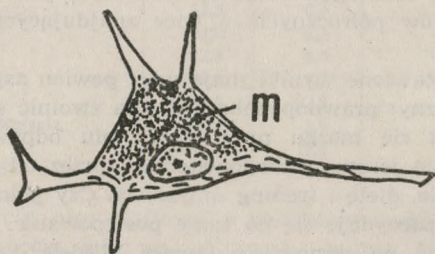
Na podstawie powyższych obserwacji wyróżnić można dwie fazy dojrzewania mózgu ludzkiego. Faza pierwsza, w której następuje rozrastanie się wypustek komórek nerwowych, odbywa się głównie do 3 roku życia a kończy się całkowicie w wieku 8–14 lat. Istota rozwoju mózgu polega jednak nie tylko na samym różnicowaniu się neuronów, który to proces przebiega w dużej mierze automatycznie, gdyż jest genetycznie zaprogramowany. Dla funkcjonalnego uruchomienia tak rozwijających się elementów neuronal-



Ryc. 1. Różnicowanie się komórek nerwowych: a — dzielące się komórki ependymy, b — neuroblast, c — neuron z wyrastającym dendrytem oraz włóknem osiowym

nych niezbędny jest ich trening, którym dla komórek nerwowych jest uczenie się. Od treningu tego zależy jest druga, przebiegająca powoli faza rozwoju mózgu. Dopiero podczas uczenia się następuje uruchomienie wcześniej powstałych połączeń wewnątrzmoźgowych oraz rozbudowa nowych. Proces ten polega na zwiększeniu się liczby kontaktów synaptycznych. Zjawisko takie zaobserwowano w mózgach szczurów poddanych treningowi w specjalnym labiryncie przez kilkadziesiąt minut dziennie w okresie 10 tygodni. Trening ten polegał na zapamiętaniu przez szczura prawidłowej drogi w labiryncie.

Proces rozwoju i dojrzewania neuronów jest stosunkowo dobrze poznany, mało jednak dotąd wiadomo o przyczynach zmian, jakim podlegają neurony w miarę starzenia się organizmu. Niektóre zmiany pojawiające się w mózgu w starszym wieku zostały opisane jeszcze w ubiegłym stuleciu. Stwierdzono wtedy zmiany wewnątrzneuralne polegające na odkładaniu się w komórce nierozpuszczalnych ziarnistości. Należą do nich lipofuscyny, substancje tłuszczowe o żółtym odcieniu oraz melanina, stanowiąca produkt końcowy przemiany tyrozyny. Lipofuscyna odkłada się



Ryc. 2. Neuron istoty czarnej wypełniony ziarnami melaniny (m), z mózgu człowieka dorosłego, 300×

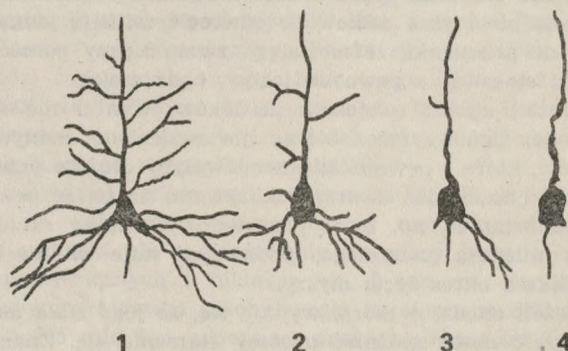
w neuronach korowych już w wieku 20 lat, a w innych regionach mózgu około 30 roku życia. Melanina o ciemnobrązowych ziarnach odkłada się tylko w dwu okolicach mózgu, gdzie metabolizm tyrozyny jest szczególnie wysoki, są to istota czarna (*substantia nigra*) oraz miejsce sinawe (*locus coeruleus*). Ilość nagromadzonej wewnątrz neuronów melaniny zwiększa się z wiekiem (ryc. 2), spotkać ją można jednak w miejscu sinawym już pod koniec pierwszego roku życia, a w istocie czarnej między 3 a 10 rokiem. Stosunkowo wcześniej opisano także postępujące z wiekiem zmniejszanie się liczby neuronów korowych. Te i inne pojedyncze spostrzeżenia stanowiły przesłankę do podjęcia dokładniejszych badań histologicznych komórek nerwowych w mózgach ludzi starych, a także w mózgach starych zwierząt laboratoryjnych.

W celu określenia zmian budowy komórki nerwowej w miarę starzenia się wykonano badania histologiczne wycinków kory mózgowej ludzi zmarłych w wieku od 59 do 102 lat. Z pobranych wycinków wykonano serie preparatów mikroskopowych, które poddano następnie impregnacji solami srebra według Golgiego. Impregnacja taka powoduje wybarwienie błony komórki nerwowej oraz jej wszystkich wypustek na kolor ciemnobrązowy. Następnie analizowano budowę neuronów piramidowych znajdujących się w III i V warstwie kory mózgowej. W preparatach wykonanych z mózgów ludzi starych zaobserwowano stopniową degenerację tych komórek (ryc. 3). Dendryty ich traciły wprawdzie charakterystyczne kolce, na których spoczywają kolbki synaptyczne włókien osiowych, dochodzących tu z innych neuronów. W dalszej

kolejności miało miejsce skracanie się poziomych i pionowych systemów dendrytycznych. W przypadku daleko posuniętych zmian degeneracyjnych neurony były całkiem pozbawione dendrytów, traciły wtedy swój pierwotny kształt i były obrzmiałe.

Uwsteczanie się neuronów w mózgu człowieka obejmowało nie tylko korę półkul mózgowych, lecz także znajdującą się w głębi półkuli formację hipokampa, ważną okolicę mózgu biorącą w nieznanym dotychczas sposób udział w procesie zapamiętywania, związaną także z procesem orientacji przestrzennej i zachowaniem emocjonalnym.

Inne badania obejmowały obserwację budowy neuronów w mózgach starych myszy laboratoryjnych, tzn. w wieku 26–30 miesięcy. Okazało się, że u myszy w tym wieku neurony korowe były niezmienione, na-



Ryc. 3. Degeneracja neuronów piramidowych kory w mózgu człowieka: 1 — niezmieniony neuron z warstwy III kory człowieka zmarłego w wieku 83 lat; 2 — neuron piramidowy, który utracił część dendrytów z mózgu człowieka w wieku 96 lat; 3 — neuron, który utracił większość dendrytów; 4 — neuron z zachowanym głównym pniem dendrytycznym i włóknem osiowym

tomiał duże zmiany polegające na skracaniu się i degeneracji dendrytów, a więc podobne do stwierdzonych w mózgu człowieka, miały miejsce jedynie w obrębie pnia mózgu i w rdzeniu kręgowym.

Utrata części systemu dendrytycznego znacznie upośledza działanie komórki nerwowej pozbawiając ją dopływu informacji, natomiast pozbawienie jej wszystkich dendrytów całkowicie uniemożliwia pełnienie przez nią funkcji, do jakiej komórka ta była przeznaczona. Prawdopodobnie następnym etapem jest całkowita degeneracja tak upośledzonego neuronu. Utrata lub uszkodzenie części neuronów korowych może być niezauważalne dla czynności mózgu ze względu na znaczną nadwyżkę neuronów w mózgu zarówno człowieka jak i zwierząt. Do pewnego momentu w miejsce uszkodzonych mogą bowiem włączać się neurony zdrowe, dotąd mniej aktywne, jednak dalszy ich ubytek prowadzić musi nieuchronnie do obniżenia się sprawności mózgu.

Mało dotąd wiadomo o czynnikach, które wpływają na szybkość starzenia się mózgu. Nie u wszystkich ludzi jest ona jednakowa i przebiega różnie. Autorzy licznych publikacji wskazują na liczne czynniki, które mogą wpływać na ten proces. Wymieniane wśród nich są najczęściej zmiany naczyniowe, działanie wolnych wirusów, reakcje immunologiczne, działanie soli metali ciężkich, a także mechanizmy uwarunkowane genetycznie. Prawdopodobnie jedną z ważniejszych przyczyn zmian degeneracyjnych neuronów jest pogarszające się z wiekiem odżywianie mózgu. Mózg człowieka i zwierząt jest narządem o dużym zapo-

trzebowaniu energetycznym, charakteryzuje się on znacznym przepływem krwi oraz dużym pobieraniem tlenu. Jak stwierdzono, z wiekiem następuje zmniejszenie się gęstości sieci kapilar wewnątrzmożgowych, co ogranicza możliwości wymiany substancji między układem krwionośnym a mózgiem. Inną przyczyną gorszego odżywiania mózgu mogą być też zmiany miażdżycowe naczyń mózgowych. Polegają one na odkładaniu się we wnętrzu naczyń złogów substancji lipidowych utrudniających krążenie krwi, lub całkowicie czopujących tętnice. Badania ostatnich lat znacznie pogłębiły naszą wiedzę o zmianach miażdżycowych, wiadomo także, że można im zapobiegać stosując odpowiednią dietę oraz tryb życia.

Czy istnieje więc jakaś możliwość zahamowania procesu starzenia się neuronów? Chociaż procesu starzenia nie można całkowicie odwrócić, istnieją jednak pewne przesłanki, że można go zwolnić przy pomocy bądź stosowania pewnych leków, bądź diety.

Jeżeli chodzi o stosowanie leków, wyniki nie są pewne. Ogólnie rzecz biorąc nie znaleziono żadnych leków, które z pewnością powodowałyby dłuższe przeżycie, chociaż już dawno wskazywano na to, że pewne substancje, np. kwas pantotenowy, istotny składnik mleczka pszczelego, podawany stale w diecie zwiększa okres życia myszy.

Jeżeli chodzi o mózg, wydaje się, że jego stała aktywność może opóźniać procesy starzenia się. Znaną jest zresztą sprawą, że intelektualisci często żyją długo, a nagłe oderwanie od pracy umysłowej (np. po przejściu na emeryturę) często powoduje szybkie starzenie. Badając wpływ leków pobudzających aktywność neuronów, takich jak kortykotropina czy kardiazol, stwierdzono, że jeżeli podaje się je codziennie szczurom przez 10 miesięcy, powoduje to zwolnienie

starzenia się centralnego systemu nerwowego, co mierzone badając szereg wskaźników starzenia: gęstość komórek nerwowych w korze mózgowej, poziom lipo-fuscy, liczbę komórek glejowych, a także szybkość uczenia się. Podobny efekt miało operacyjne pozabawienie szczurów nadnerczy, co doprowadza m.in. do wzrostu poziomu kortykotropiny w krwi.

Najpewniejszą metodą przedłużenia życia jest jednak wciąż dieta. Ostatnio stwierdzono, że przerywany post (podawanie pokarmu tylko co drugi dzień) przedłuża życie szczurów o 40%. Co ważniejsze, zwierzę zachowuje przy tym większą sprawność umysłową. Badania wykazały, że u szczurów tych zwolniony jest proces starczej degeneracji neuronów prądkowia, mierzony liczbą obecnych w tej strukturze receptorów neuromediatora — dopaminy. Niedobór tego neuromediatora (bądź niedobór receptorów) powoduje charakterystyczne zmiany, uwidaczniające się najlepiej w przypadku choroby Parkinsona jako drżenia (zwłaszcza przy wykonywaniu ruchów dowolnych) i niezborność ruchów, widoczne także u ludzi starszych. U dwuletnich szczurów pozbawionych karmy co drugi dzień gęstość receptorów była podobna jak u szczurów półrocznych, a więc znajdujących się w pełni sił.

Przedstawione wyniki mają więc pewien aspekt optymistyczny: prawdopodobnie można zwolnić szybkość starzenia się mózgu przy stosowaniu odpowiednich leków, ale jeszcze prawdopodobniej przez odpowiedni tryb życia, dietę i trening umysłowy. Czy jednak wiele osób zdecyduje się na takie postępowanie. Czy raczej staną na stanowisku Oscara Wilde'a, który powiedział: „Uczyniłbym wszystko, żeby odzyskać młodość, pod warunkiem, że nie będzie to dieta ani ćwiczenia fizyczne”.

LIDIA GÓRSKA (Kraków)

GOSPODARKA ZASOBAMI SUROWCÓW ENERGETYCZNYCH W POLSCE

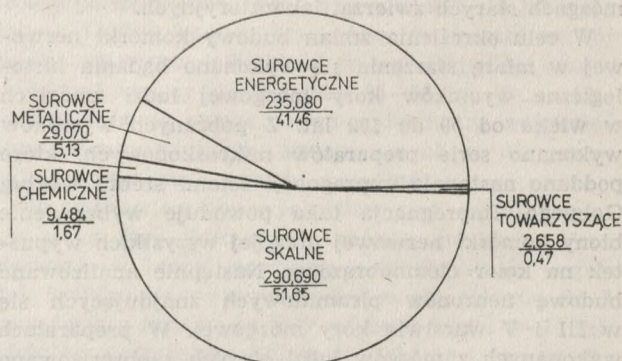
Surowce mineralne są obok rolnictwa podstawą naszej gospodarki narodowej. Polska jest krajem o stosunkowo bogatej bazie surowcowej. Przyjmując całość zasobów surowcowych kraju za 100%, udział w tym surowców energetycznych wynosi 40,42%. Polska jest wysokozasobna w węgiel kamienny i brunatny, natomiast mało zasobna w gaz ziemny i uboga w ropę naftową. Klasyfikacja ta, o dość ogólnym charakterze, stosowana jest w świecie dla określenia zasobności w surowce mineralne.

Trwające aktualnie prace geologiczno-poszukiwawcze za ropą naftową i gazem ziemnym mogą w przyszłości doprowadzić do odkrycia nowych złóż tych surowców. Prawdopodobieństwo istotnej zmiany w bilansie surowców energetycznych Polski jest jednak małe.

Kraj nasz posiada pełne pokrycie zapotrzebowania w węgiel kamienny i brunatny, tylko częściowo w gaz ziemny, natomiast prawie w całości zapotrzebowanie na ropę naftową pokrywa drogą importu.

Światowe wydobycie konwencjonalnych surowców energetycznych wynosiło w 1979 r. 9610 mln ton w przeliczeniu na węgiel kamienny (tab. 1). Udział w

tym Polski osiągał 223 mln ton, co stanowiło 2,3% światowego wydobycia. W 1980 r. pozyskano w Polsce 566,97 mln ton różnego rodzaju surowców, w tym 235,08 mln ton surowców energetycznych, co stanowi 41,46% ogólnego wydobycia (ryc. 1). Dane te odnoszą



Wydobycie głównych grup surowców mineralnych w 1980 roku w Polsce; wielkość wydobycia w mln ton (liczby w liczniku), procentowy udział w ogólnym bilansie eksploatacyjnym (liczby w mianowniku)

się do konwencjonalnych surowców energetycznych i nie obejmują surowców, z których może być wytwarzane paliwo jądrowe.

W przeliczeniu wydobycia surowców energetycznych na 1 mieszkańca, Polska znajduje się na czołowej pozycji wśród państw rozwiniętych za USA, ZSRR i Holandią. Szczególną pozycję na tej liście zajmują niektóre państwa arabskie o bardzo dużym

Tabela 1. Udział niektórych państw w światowym wydobyciu surowców energetycznych w 1979 r. w przeliczeniu na węgiel kamienny

Kraj	Mln ton	%	Na 1 mieszkańca ton
świat	9610,0	100	2,22
Arabia Saudyjska	715,0	7,4	88,16
Czechosłowacja	89,2	0,9	5,85
Chiny	786,0	8,4	0,84
Holandia	89,4	0,9	6,37
Iran	250,0	2,6	6,77
Irak	250,0	2,6	19,58
Kanada	284,0	3,0	11,99
Kuwejt	194,0	2,0	15,27
Libia	152,0	1,6	53,15
NRD	82,5	0,9	4,93
Polska	223,0	2,3	6,32
Rumunia	82,9	0,9	3,76
RFN	159,0	1,7	2,67
USA	2134,0	22,2	9,67
Wielka Brytania	285,0	3,0	5,10
ZSRR	1884,0	19,6	7,15

wydobyć ropy naftowej i stosunkowo małej liczbie mieszkańców jak np.: Kuwejt, Arabia Saudyjska, Irak (tab. 1).

Wysoka pozycja Polski w ogólnym wydobyciu surowców energetycznych determinowana jest dużym wydobyciem węgla kamiennego przy równocześnie małym wydobyciu ropy naftowej i niewystarczającym — gazu ziemnego (tab. 2). Można więc określić, że kraj nasz ma niekorzystną strukturę eksploatacji surowców energetycznych w porównaniu na przykład do takich państw jak: ZSRR, USA, Wielka Brytania i Kanada, które posiadają wszechstronnie rozwiniętą bazę surowców energetycznych. W krajach tych węgiel kamienny, ropa naftowa i gaz ziemny wydobywane są w zbliżonych do siebie proporcjach.

Udział Polski w światowym wydobyciu węgla kamiennego wynosi 7%, jest więc znaczący, natomiast wydobycie gazu ziemnego, a zwłaszcza ropy naftowej wyraża się ułamkiem procenta w stosunku do światowego pozyskania tych surowców.

Zużycie produktów naftowych przypadające na 1 mieszkańca jest jednym ze stosowanych w świecie mierników dla określenia poziomu rozwoju gospodarki narodowej. Polska znajduje się na tej liście poniżej średniej światowej (tab. 3).

Tabela 2. Udział Polski w światowym wydobyciu surowców energetycznych w 1980 r.

Surowiec	Świat	Polska	Udział % Polski
węgiel kamienny (mld ton)	2760	193	7,0
węgiel brunatny (mld ton)	976	36	3,6
ropa naftowa (mld ton)	3200	0,3	0,01
gaz ziemny (mld m ³)	1400	6,1	0,5

Tabela 3. Zużycie produktów naftowych przypadające na 1 mieszkańca

Kraj	Kg
świat	655
Bulgaria	1168
Czechosłowacja	1112
Francja	1796
NRD	1005
Polska	406
Szwecja	3252
USA	3951
Wielka Brytania	1436
Włochy	1594
Węgry	871
ZSRR	1392

Ciekawe jest porównanie sumy zasobów bilansowych i perspektywicznych Polski i świata (tab. 4). Zasoby węgla kamiennego Polski stanowią 3,74% zasobów światowych, węgla brunatnego 1,12%, zaś ropy naftowej zaledwie 0,01%. Dane te należy traktować orientacyjnie, ponieważ zasoby perspektywiczne też są oceniane w sposób przybliżony.

Bardziej realne jest porównanie zasobów bilansowych (udokumentowanych). Jest ono korzystniejsze dla Polski niż w odniesieniu do sumy zasobów perspektywicznych i bilansowych. I tak np.: światowe udokumentowane zasoby węgla kamiennego obliczono na 645 mld ton, natomiast analogiczne zasoby Polski na 61,93 mld ton, co stanowi 9,6% zasobów światowych.

Tabela 5 przedstawia wydobycie surowców energetycznych w Polsce po drugiej wojnie światowej. Obserwuje się systematyczny wzrost wydobycia węgla kamiennego do roku 1979. W 1980 roku wydobycie spada. Wiąże się to z ogólną sytuacją w kraju.

Podobnie kształtuje się tendencja systematycznego wzrostu wydobycia węgla brunatnego, natomiast inaczej przedstawiają się pozyskiwania ropy naftowej.

Tabela 4. Udział Polski w zasobach surowców energetycznych świata

Surowiec	Świat	Polska	Udział % Polski
węgiel kamienny (mld ton)	7 637	186	3,74
węgiel brunatny (mld ton)	2 632	29,5	1,12
ropa naftowa (mld ton)	550	0,08	0,01
gaz ziemny (mld m ³)	735 500	700	0,9

Spadek jej wydobycia widoczny jest już w połowie lat 70. Związany on był z wyczerpywaniem się eksploatowanych złóż i brakiem odkryć nowych zasobów.

Niedobory surowców energetycznych Polska pokrywa importem. Bilans handlowy Polski w surowcach energetycznych od 1979 roku jest ujemny mimo wzrostu eksportu węgla kamiennego. Składa się na to wiele przyczyn. Oto niektóre z nich.

Industrializacja kraju w latach 70 spowodowała znaczny wzrost zapotrzebowania na ropę naftową i jej produkty. W 1979 roku zakupiono 16,6 mln ton ropy i 3,89 mln ton produktów naftowych, równocześnie eksportując 1,47 mln ton produktów naftowych. Tak więc w 1979 roku zużyto 16,9 mln ton ropy łącznie z ropą krajową i 2,42 mln ton importowanych produktów naftowych. W 1980 roku import ropy naftowej wynosił 15,8 mln ton, co łącznie z ropą krajową

Tabela 5. Wydobycie surowców energetycznych w Polsce

Rok	1938	1946	1950	1960	1970	1975	1979	1980
Surowiec								
węgiel kamienny (mln ton)	38,1 ¹ 69,4 ²	47,3	78,0	104,4	140,1	171,6	201,0	193,2
węgiel brunatny (mln ton)	—	1,4	4,8	9,3	32,8	39,9	38,1	36,8
ropa naftowa (tys. ton)	507,3 ¹ 159,8 ²	116,7	161,9	194,4	424,2	552,6	331,2	329,2
gaz ziemny (mld m ³)	0,58 ¹ 0,18 ²	0,14	0,18	0,54	4,97	5,77	6,95	5,98

¹ w granicach przedwojennych, ² w granicach obecnych.

wą dało 16,1 mln ton, zaś import produktów naftowych wynosił 2,76 mln ton. Niedobory produktów naftowych na rynku nie były jeszcze odczuwalne. Znaczne trudności wystąpiły dopiero w 1981 roku wobec spadku importu ropy naftowej do około 14 mln ton i spadku eksportu węgla kamiennego z 41,4 mln ton w 1979 roku do 31,0 mln ton w 1980 roku. Kłopoty powiększa stały wzrost cen ropy naftowej. W przeszłości przy stosunkowo niskich cenach ropy naftowej duży eksport węgla kamiennego był czynnikiem równoważącym bilans handlowy w zakresie surowców mineralnych. W najbliższej perspektywie nie ma możliwości zrównoważenia salda w obrocie surowcami energetycznymi. Wpływają na to trudności w wydobywaniu węgla kamiennego, wysokie ceny ropy naftowej oraz konieczność powiększenia importu gazu ziemnego.

Wpływ na bilans handlowy ma również polityka w zakresie surowców mineralnych utrwalona w latach 70. Jej główne minusy to: handel głównie surowcami, a nie ich przetworzonymi produktami, oraz duża energochłonność przemysłu.

Źródła takiej polityki należy szukać po drugiej wojnie światowej. Rozbudowa przemysłu w zniszczonym wojną kraju wymagała znacznych nakładów finansowych. Główne wpływy dewizowe pochodziły z

eksportu nieprzetworzonych surowców. Powstał pewien nieprawidłowy model gospodarowania surowcami, utrwalany w miarę upływu czasu. W zbyt małym stopniu kładziono nacisk na rozwój przemysłów przetwórczych opartych o rodzime surowce, których produkty można było eksportować z większą korzyścią. Oczywiście problem nie należał do łatwych, wobec olbrzymiej konkurencji dobrych jakościowo wyrobów na rynkach światowych. Łatwiej więc było eksportować surowce.

Obecnie jednak należy dokonać reorientacji rozwoju gospodarki krajowej. Elementem tej reorientacji będzie położenie nacisku na rozwój przemysłu przetwórczego opartego o rodzime surowce. Biorąc pod uwagę aktualną sytuację ekonomiczną kraju i potrzebę szybkiego uzyskiwania dewiz należy liczyć się jeszcze przez jakiś czas z modelem eksportu niektórych surowców preferowanych w przeszłości. Równolegle jednak z tym należy rozwijać głębokie przetwórstwo surowców.

Rodzime surowce mineralne, przez ich racjonalne wykorzystanie muszą się stać jednym z elementów, na którym powinna opierać się długofalowa ekonomika naszego kraju. Powinny one również odegrać pozytywną rolę w wychodzeniu naszej gospodarki z obecnego głębokiego kryzysu.

JERZY VETULANI (Kraków)

REGULATORY CZYNNOŚCI KOMÓRKI

Żywa komórka jest tworem niesłychanie skomplikowanym, a mimo tego pracującym w sposób skoordynowany i skuteczny. Dzieje się tak dlatego, że posiada ona sprawnie działający system komunikacji wewnętrznej, regulujący aktualny stan aktywności wszystkich jej części składowych. Ponadto, w organizmach wielokomórkowych działanie każdej komórki musi być skoordynowane z działaniem jej sąsiadek.

W tym celu niezbędny jest system sygnalizacji zewnętrznej, międzykomórkowej. Taki system został również wytworzony w toku ewolucji. Sygnały zewnętrzne odbierane są przez wyspecjalizowane domeny znajdujące się w błonie komórkowej. Zostają one przetłumaczone na sygnały wewnątrzkomórkowe, które regulują aktywność biochemiczną komórki wpływając w sposób hamujący lub pobudzający na krytyczne etapy określonych procesów biochemicznych, stanowiących „wąskie gardła” tych procesów, a w ten sposób regulują szybkość przebiegu całej reakcji. Mo-

lekuły kontrolujące reakcje krytyczne dla tych procesów nazywamy regulatorami komórkowymi.

Liczba regulatorów komórkowych, zwanych również przekaźnikami ponieważ pełnią one rolę sygnałów, nie jest wielka, mimo złożoności komunikacji międzykomórkowej i wewnątrzkomórkowej. W organizmach ssaków możemy wyróżnić trzy klasy regulatorów: regulatory zewnątrzkomórkowe, którymi są hormony i neurohormony, oraz dwa różne typy regulatorów wewnątrzkomórkowych: cykliczne nukleotydy oraz jony wapnia.

Hormony, pod którym to terminem rozumieć będziemy również neurohormony i hormony lokalne, autakoidy, są substancjami znanymi od dawna. Służą one jako sygnały międzykomórkowe, przekaźniki informacji pomiędzy niejednokrotnie bardzo oddalonymi od siebie grupami komórek. Molekuły przekaźnika hormonalnego po natrafieniu na wspomniane powyżej wyspecjalizowane obszary błony komórkowej,

zwane receptorami, powodują zmianę struktury (zmianę konformacji) receptora. Ta zmiana konformacyjna wywołuje kolejny sygnał, po drugiej, skierowanej do wnętrza komórki stronie błony komórkowej. (Należy dodać, że obok hormonów działających na błonę komórkową znany też hormony, które wnikają do wnętrza komórki i tam dopiero wiążą się ze swoistymi receptorami, zawieszonymi w cytosolu, powodując ich zmianę konformacyjną. Nie zmienia to jednak istoty rzeczy — w obu wypadkach hormony są przekąźnikami międzykomórkowymi).

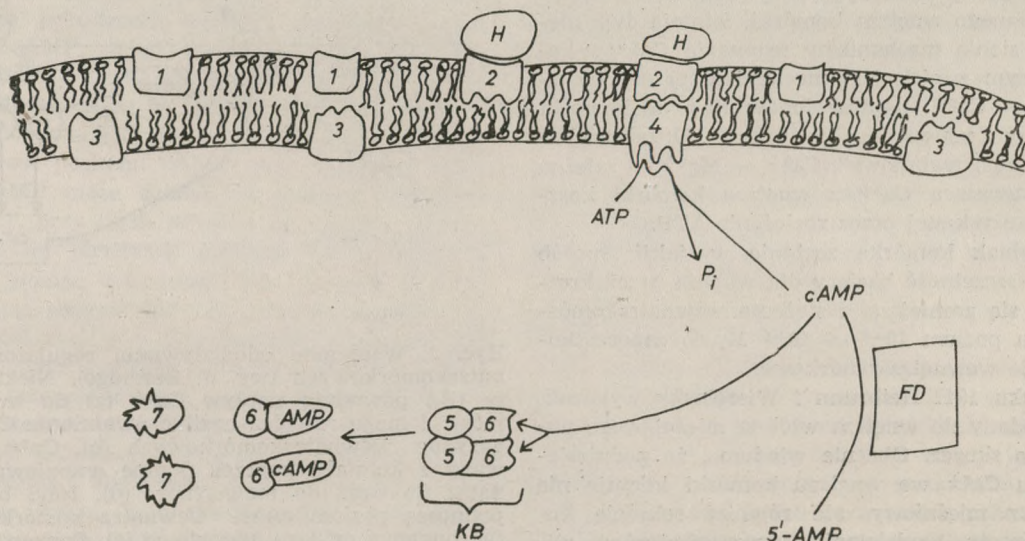
Mechanizm działania hormonów zaczął stawać się zrozumiały w wyniku pionierskich prac Earla Sutherlanda nad glikogenolizą, rozpoczętych w latach 50. Wykazał on, że efekt analogiczny do działania hormonu peptydowego, glukagonu, można uzyskać działaniem niskocząsteczkowego, odpornego na gotowanie związku chemicznego. W 1958 roku Rall i Sutherland wyizolowali ten czynnik, którym okazał się związek o strukturze cyklicznej, 3'5'-monofosforan adenozy (cAMP). Odkrycie cAMP i enzymu syntetyzującego ten związek — cyklazy adenylowej, oraz hydrolizującego go do niecyklicznego 5'-AMP — fosfodwuesterazy cyklicznych nukleotydów, stworzyło podstawy aktualnej teorii przenoszenia sygnałów przez hormony do komórki.

Enzym syntetyzujący cAMP z trójfosforanu adenozy (ATP), cyklaza adenylowa, znajduje się w błonie komórkowej. Obecnie poglądy na budowę tej błony przyjmują, że stanowi ona „płynną mozaikę”: składa się ona z dwóch, różniących się nieco od siebie, warstw lipidowych, w których tkwią cząsteczki białka. Dyfuzja poprzeczna — pomiędzy warstwami — praktycznie nie istnieje, natomiast dyfuzja boczna jest łatwa, w związku z czym cząsteczki białka pływają w warstwie lipidów. Przyjmuje się, że w zewnętrznej warstwie błony pływają podjednostki receptywne cyklazy adenylowej, zdolne do łączenia się, w

sposób odwracalny, z hormonem. W części wewnętrznej pływają podjednostki katalityczne cyklazy. Kiedy, w wyniku ruchów w błonie podjednostka receptywna pobudzona przyłączeniem się do niej hormonu zetknie się z podjednostką katalityczną, konformacja tej ostatniej ulegnie zmianie. W wyniku tej zmiany konformacyjnej podjednostka katalityczna uaktywnia się i zaczyna katalizować syntezę związku chemicznego będącego sygnałem wewnątrzkomórkowym, zwanym „drugim przekąźnikiem”, powstałym w wyniku działania „pierwszego przekąźnika”, hormonu. Nadchodzący „z zagranicy” sygnał w obcym języku został przetłumaczony na sygnał wewnętrzny, w języku zrozumiałym dla komórki. Ta teoria, zwana teorią drugiego przekąźnika, przyniosła Sutherlandowi nagrodę Nobla.

Jakie efekty powoduje cAMP w komórce? W komórkach ssaków większość, jeżeli nie wszystkie efekty tego nukleotydu wynika z jego działania na enzym zwany kinazą białkową. cAMP — zależna kinaza białkowa w stanie nieaktywnym składa się z dwóch podjednostek regulacyjnych i dwóch podjednostek katalitycznych. Gdy podjednostki regulacyjne połączą się z cAMP następuje rozpad kompleksu enzymatycznego, a uwolnione podjednostki katalityczne uaktywniają się i katalizują reakcję fosforylacji reszt seryny w innych białkach. Te ufosforylowane białka, zmieniając w wyniku tej reakcji swoją konformację, przechodzą w formę aktywną, działając jako efekторы lub modulatory różnych reakcji komórkowych i — w rezultacie — odpowiedzi fizjologicznych (ryc. 1).

Odkrycie cAMP jako drugiego przekąźnika zrewolucjonizowało naszą wiedzę o działaniu hormonów. Okazało się, że przy jego wykorzystaniu przesyłane są impulsy nerwowe w wielu strukturach i regulowane liczne reakcje enzymatyczne. Należy dodać, że cAMP jest jednym z przedstawicieli licznej grupy występujących naturalnie cyklicznych nukleotydów, jak dotychczas najlepiej poznanym. Drugim ważnym nu-



Ryc. 1. cAMP jako regulator wewnątrzkomórkowy. W dwuwarstwowej błonie komórkowej w zewnętrznej (górnej) warstwie pływają receptory (podjednostki regulujące cyklazy adenylowej) (1). Po połączeniu się z hormonem (H) receptory przechodzą w formę aktywną (2). W warstwie wewnętrznej błony pływają podjednostki katalityczne cyklazy adenylowej (3). Nawet jeżeli znajdują się w sąsiedztwie podjednostki regulacyjnej nie aktywowanej, nie łączą się z nią. Natomiast po zetknięciu się z aktywowaną hormonem podjednostką regulacyjną same przechodzą w formę aktywną (4), która zaczyna syntetyzować z ATP cykliczny AMP. W reakcji uwalnia się fosfor nieorganiczny, P_i (fosforany). cAMP może ulegać hydrolizie pod wpływem fosfodwuesterazy (FD) bądź reagować z kinazą białkową (KB). W stanie spoczynkowym kinaza białkowa składa się z czterech elementów: dwóch podjednostek regulujących (6) oraz dwóch podjednostek katalitycznych (5). cAMP łączy się z podjednostkami regulującymi, co powoduje rozpad kinazy białkowej i uwolnienie podjednostek katalitycznych. Uwolnienie podjednostek katalitycznych powoduje przejście ich w stan aktywny (7), w którym mogą fosforylować różne białka komórkowe, powodując ich aktywację, co daje początek dalszym reakcjom biochemicznym

kleotydem cyklicznym jest cykliczny monofosforan guanozyny (cGMP), którego fizjologiczne funkcje nie są jeszcze w pełni wyjaśnione. O dalszych nukleotydach wiemy jak na razie, niewiele.

W tym samym okresie kiedy rozpoczęto intensywne prace nad cAMP wiadomo było, że funkcje regulacyjne dla aktywności wewnątrzkomórkowej może również pełnić jon wapniowy, Ca^{2+} . Jednakże, zapewne ze względu na uwagę, jaką otoczono cykliczne nukleotydy, rola wapnia jako regulatora wewnątrzkomórkowego, drugiego przekaznika, nie została początkowo w pełni doceniona.

To, że Ca^{2+} jest jednym z najważniejszych jonów dla zjawisk życiowych wiadomo było już od dawna. Wiek temu, w 1883 r. Sydney Ringer stwierdził, że jon ten jest niezbędny dla skurczów serca. Anegdota mówi, że odkrycie to nastąpiło przypadkowo. Gdy podczas urlopu laboranta Ringer osobiście przygotowywał płyny inkubacyjne, w których zawieszał izolowane serca żaby, doświadczenia kończyły się niepowodzeniem — serca nie chciały pracować. Jak się potem okazało, niezbyt pracowity laborant używał do sporządzania płynów nie wody destylowanej (jak to Ringer nakazał), ale studziennej, która w tej okolicy zawierała znaczne stężenie Ca^{2+} . Dalsze badania wykazały, że płyny, w których zawiesza się narządy izolowane muszą zawierać 1 — 2 milimoli Ca^{2+} w litrze (1 — 2 mM) aby mogły wystąpić skurcze. Tego właśnie rzędu stężenie Ca^{2+} (10^{-3}) występuje w płynie zewnątrzkomórkowym.

Stężenie wapnia wewnątrz komórki jest niższe o 4 — 5 rzędów wielkości, wynosząc 10^{-8} — 10^{-7} M. Tylko dzięki bardzo małej przepuszczalności błony komórkowej dla jonów wapnia oraz istnieniu mechanizmów usuwających czynnie Ca^{2+} z wnętrza komórki można utrzymać tak wielką różnicę stężeń, przy czym pamiętać jeszcze należy, że dodatni jon wapniowy ma naturalną tendencję do wchodzenia do ujemnie naładowanego wnętrza komórki. Istnieją dwa niezależne od siebie mechanizmy usuwania Ca^{2+} z komórki. Jednym z nich jest mechanizm przeciwtransportu Na^+ — Ca^{2+} : napływ jonów Na^+ do komórki jest związany z usuwaniem jonów Ca^{2+} . Drugi mechanizm to „pompa wapniowa”, Ca^{2+} — Mg^{2+} — zależna ATPaza, usuwająca Ca^{2+} z wnętrza komórki kosztem energii uzyskanej przez rozłożenie ATP.

Jeżeli jednak komórka zostanie w jakiś sposób wzbudzona, szczelność bariery dla wapnia przez krótki moment się zmniejsza, i stężenie wewnątrzkomórkowe osiąga poziom 10^{-6} — 10^{-5} M, co zapoczątkowuje reakcje wewnątrzkomórkowe.

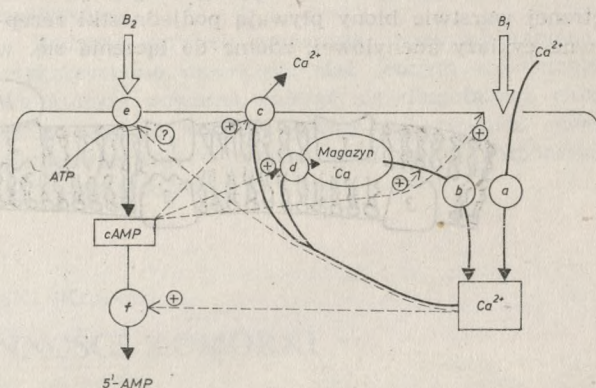
Już w roku 1947 Heibrunn i Wiercinsky wykazali, że wapń podany do wnętrza włókna mięśniowego powoduje jego skurcz. Obecnie wiadomo, że podniesienie poziomu Ca^{2+} we wnętrzu komórki inicjuje nie tylko skurcz mięśniowy, ale również sekrecję komórkową (m. in. wydzielanie neuromediatorów), glikogenolizę i podział komórki. Ca^{2+} jest zaangażowany w zjawiska związane z ruchem: przepływ aksonalny, ruchy cytoplazmy, chromosomów, rzęsek i witek, endocytozę i egzocytozę.

Jaki jest mechanizm działania Ca^{2+} wewnątrz komórki? W jaki sposób sygnał, jaki stanowi podniesienie jego poziomu, jest wzmacniany? W przypadku cAMP wiemy, że wzmocnienie sygnału jest uzyskane przez zadziałanie drugiego przekaznika na odpowiedni substrat, którym jest cAMP-zależna kinaza biał-

kowa. Z wapniem sprawa przedstawia się podobnie.

Już w 1964 r. Meyer, Fisher i Krebs wysunęli przypuszczenie, że wewnątrzkomórkowe działanie Ca^{2+} wymaga obecności swoistego białka wiążącego. Kiedy 5 lat później Ebashi odkrył białko wiążące Ca^{2+} i aktywujące skurcz mięśni prądkowanych, troponinę C, sądzono, że stanowi ona właśnie taki uniwersalny receptor Ca^{2+} . Wkrótce okazało się jednak, że białek wiążących Ca^{2+} , nazwanych kalcyproteinami, jest wiele. Opisano szereg kalcyprotein, podobnie jak troponina C charakterystycznych dla pewnych tkanek: parvalbuminę, ekworynę, spazminę, kalsekwestrynę itp. Poza nimi odkryto jeszcze uniwersalne białko wiążące wapń, występujące we wszystkich prawie tkankach i na wszystkich, ewolucyjnie skrajnie oddalonych gałęziach drzewa filogenetycznego: stwierdzono je w nasionach bawełny, tkankach jamochłonów i mózgu ssaków. Białko to nazwano kalmoduliną. Wyniki badań nad kalmoduliną, prowadzonych w ciągu ostatnich dwóch lat, są tak interesujące i ważne, że wymagają osobnego omówienia. W tej chwili istotne dla naszych rozważań jest stwierdzenie, że Ca^{2+} , podobnie jak cAMP, posiada wewnątrzkomórkowy substrat, który aktywuje przez przyłączenie się. Aktywny kompleks Ca^{2+} -kalmodulina* (gwiazdka oznacza formę aktywowaną) łączy się z odpowiednimi enzymami, aktywując je: $\text{E} + \text{Ca}^{2+}$ -kalmodulina* $\rightarrow$ E^* - Ca^{2+} -kalmodulina*. Aktywowany enzym katalizuje sterywany przez siebie proces biochemiczny potęgując lub osłabiając szybkość reakcji krytycznej („wąskiego gardła”), podobnie jak czynią to enzymy aktywowane w wyniku fosforylacji reszty serynowej przez podjednostkę katalityczną kinazy białkowej aktywowanej przez połączenie podjednostki regulacyjnej z cAMP.

Rzeczą o istotnym znaczeniu jest zrozumienie, jak



Ryc. 2. Wzajemne oddziaływania regulatorów wewnątrzkomórkowych (wg. J. Berridge). Niektóre bodźce (B_1) powodują napływ Ca^{2+} (a) do wnętrza komórki i mogą również nasilać uwalnianie Ca^{2+} z magazynów wewnątrzkomórkowych (b). Ca^{2+} jest usuwany z komórki poprzez pompę wapniową na zewnątrz (c) bądź do magazynów (d). Inne bodźce (B_2) podnoszą poziom cAMP wewnątrz komórki aktywując błonową cyklazę adenylową (e). Poziom cAMP obniża się wskutek działania enzymu hydrolizującego, fosfodwuesterazy (f). Ca^{2+} może wpływać na poziom cAMP, gdyż stymuluje aktywność fosfodwuesterazy (co prowadzi do obniżenia stężenia cAMP); wpływa on też bądź stymulując, bądź hamując na aktywność cyklazy adenylowej. cAMP wpływa na poziom Ca^{2+} , gdyż może pobudzać wszystkie procesy, zarówno prowadzące do zwiększenia, jak i obniżenia poziomu Ca^{2+} . W zależności od konkretnej sytuacji będzie on bądź podnosił poziom Ca^{2+} (współpraca między regulatorami, system jednokierunkowy), bądź obniżał (antagonizm regulatorów, system dwukierunkowy regulacji aktywności komórki)

omówione trzy typy sygnałów: hormony, cykliczne nukleotydy i Ca^{2+} współdziałają ze sobą w procesach regulacyjnych.

Hormony mogą aktywować bądź jeden, bądź drugi typ przekazników wewnątrzkomórkowych. Jaki efekt będzie wywierać wzrost stężenia jednego regulatora komórkowego na drugi? Czy będą one współdziałały, czy też działały przeciwnie? Nie można dać jednoznacznej odpowiedzi na to pytanie, ponieważ w różnych tkankach sytuacja przedstawia się różnie. Schemat ogólny przedstawia ryc. 2.

Bodźce jednego typu powodują zwiększenie napływu Ca^{2+} do wnętrza komórki. Jony Ca^{2+} pochodzą najprawdopodobniej z bezpośredniego sąsiedztwa błony, stąd też jeżeli w tej okolicy znajdują się jony o podobnych cechach, utrudniają one napływ Ca^{2+} . Takimi jonami hamującymi napływ Ca^{2+} są przede wszystkim jony Mg^{2+} . Poza tym napływ Ca^{2+} mogą blokować La^{3+} , Mn^{2+} , Co^{3+} czy tetrakaina. Pewne związki, zwane jonoforami Ca^{2+} , oraz wysokie stężenie potasu ułatwiają napływ Ca^{2+} do komórki. Wewnątrzkomórkowe stężenie wolnych jonów Ca^{2+} może być również zwiększone przez uwolnienie Ca^{2+} z rezerwuarów wewnątrzkomórkowych, np. retikulum (siateczki) sarkoplazmatycznego. Obniżenie wewnątrzkomórkowego poziomu Ca^{2+} następuje bądź w wyniku aktywnego usunięcia jonów poza komórkę, bądź przesunięcia ich do rezerwuaru wewnątrzkomórkowego.

Bodźce innego typu powodują aktywację błonowej cykazy adenylowej, syntetyzującej cAMP, który następnie ulega hydrolizie do 5'-AMP pod wpływem fosfodwusterazy. Pomiedzy procesami regulującymi poziom obu regulatorów wewnątrzkomórkowych istnieją wzajemne oddziaływania, oparte na zasadzie sprzężenia zwrotnego. Jednym z efektów Ca^{2+} jest aktywacja fosfodwusterazy, co powoduje obniżenie poziomu cAMP. Tym tłumaczy się często występujące zjawisko, że pobudzenie komórki powoduje spadek zawartości cAMP. Jeżeli chodzi o wpływ Ca^{2+} na enzym syntetyzujący cAMP wydaje się, że w niektórych wypadkach może to być działanie hamujące, w innych — pobudzające, tak, że można niekiedy obserwować wzrost poziomu cAMP pod wpływem Ca^{2+} . Z kolei cAMP może działać na procesy regulujące poziom Ca^{2+} , przy czym pobudza on zarówno procesy zmierzające do obniżenia poziomu Ca^{2+} , zwłaszcza aktywując „pompę wapniową”, jak i procesy przeciwnie, ułatwiając napływ Ca^{2+} do komórki z przestrzeni międzykomórkowej i z rezerwuarów wewnętrznych.

Pod względem współdziałania tych dwóch regulatorów wewnątrzkomórkowych można wyróżnić dwa zasadnicze systemy regulacyjne: jedno- i dwukierunkowe. Systemy jednokierunkowe są regulowane na zasadzie włączania i wyłączania przez jeden typ bodźca. Gdy bodziec działa, komórka pracuje, a przechodzi w fazę spoczynkową, gdy działanie bodźca ustaje. Systemy dwukierunkowe są regulowane w sposób dynamiczny przez dwa bodźce, z których jeden powoduje uaktywnienie, a drugi zahamowanie czynności komórki. W systemach jednokierunkowych aktywność komórki jest regulowana przez jeden typ bodźca, a jeżeli występują jakieś bodźce dodatkowe, działają

one zgodnie z kierunkiem działania bodźca pierwotnego. Zazwyczaj regulatorem wewnątrzkomórkowym w takich systemach jest Ca^{2+} , a jeżeli w wyniku pobudzenia zwiększa się stężenie cAMP, powoduje to wzmożenie działania Ca^{2+} . Takimi systemami jednokierunkowymi jest układ nerwowy, rdzeń nadnercza, przedni płat przysadki mózgowej (gdzie cAMP wydaje się odgrywać rolę bodźca pierwotnego), trzustka (endo- i egzokrynną), ślinianki, kora nadnerczy itp. Interesujące współdziałanie obserwujemy w śliniankach ssaków, gdzie wydzielanie płynu jest regulowane wewnątrzkomórkowo przez Ca^{2+} , podczas gdy cAMP służy jako drugi przekaznik regulujący sekrecję amylazy. Podobnie w mięśniach szkieletowych Ca^{2+} reguluje skurcz, a cAMP — efekty katecholamin na glikogenolizę.

Systemy dwukierunkowe występują w mięśniach gładkich, sercu, płytkach krwi czy wątrobie. Na przykładzie mięśni gładkich widać, że są to twory znajdujące się pod przeciwną kontrolą regulatorów międzykomórkowych — neurohormonów. Te neurohormony, które powodują ich skurcz (np. acetylocholina), powodują wzrost poziomu wewnątrzkomórkowego Ca^{2+} , podczas gdy czynniki powodujące rozkurcz (np. noradrenalina) wykorzystują jako drugi przekaznik cAMP. W mięśniach gładkich cAMP pobudza pompę wapniową, usuwającą Ca^{2+} poza obręb komórki. Analogiczne stosunki występują w wielu systemach dwukierunkowych: regulatorem pobudzającym jest Ca^{2+} , a antagonistyczne działanie cAMP polega na przyspieszeniu pompy wapniowej. Istnieją jednak systemy, w których pierwotnym pobudzającym regulatorem jest cAMP. Przykładem ich może być wątroba lub tkanka tłuszczowa.

Jak dotychczas omawialiśmy interakcje pomiędzy regulatorami wewnątrzkomórkowymi. Nie wpływają one, oczywiście, na znajdujące się poza komórką i dopływające do jej błony hormony. Należy jednak pamiętać, że hormony te wydzielane są przez komórki, których aktywność sekrecyjna jest regulowana ostatecznie przez regulatory wewnątrzkomórkowe.

Należy jeszcze zwrócić uwagę, że omawiane trzy klasy regulatorów różnią się między sobą czasem działania i szybkością wywoływania odpowiedzi. Czasy takie dla hormonów wahają się między minutami a godzinami, a mogą nawet rozciągać się na dni. Czasy działania i wystąpienia reakcji w wypadku cyklicznych nukleotydów są rzędu sekund i minut, podczas gdy zjawiska regulowane przez Ca^{2+} rozgrywają się w przeciągu milisekund.

Dla pełnego zrozumienia mechanizmów działania drugich przekazników konieczna jest znajomość ich oddziaływania ze swoistymi substratami wewnątrzkomórkowymi. W okresie ostatnich trzech lat olbrzymi postęp na tym polu uczyniono w zakresie badań nad Ca^{2+} . Wydaje się, że ten uniwersalny pobudzający regulator wewnątrzkomórkowy wykorzystuje przede wszystkim jeden, uniwersalny substrat, kalmodulinę. Wyniki badań nad kalmoduliną, które pozwoliły nam głębiej wglądać w mechanizm licznych czynności biologicznych komórki zostaną omówione w odrębnym artykule.

CZY MOŻNA PROGNOZOWAĆ TRZĘSIENIA ZIEMI?

W zeszytach „Wszechświata” nr 4 i 9 z 1977 roku autor przedstawił zagadnienia związane ze zjawiskami trzęsień ziemi, w szczególności zaś poruszone zostały problemy sejsmiczności Ziemi i problematyka badań stosowanych w tym zakresie.

Szczególne zainteresowanie budzi możliwość prognozy trzęsień ziemi; godne są zaprezentowania kierunki badawcze w tej dziedzinie, jakie w wielu ośrodkach badawczych na świecie są podejmowane, w trosce o stworzenie najbardziej efektywnych metod przewidywania tego, tak bardzo groźnego zjawiska.

Wysiłki badawcze rozwijają się w dwu podstawowych kierunkach — teoretycznym i praktycznym. Do najbardziej efektywnych metod przewidywania należy zaliczyć te, które znajdują naturalnie swe praktyczne zastosowanie w obszarach sejsmicznych. Tym więc należy tłumaczyć fakt, iż właśnie w krajach zagrożonych bezpośrednio skutkami trzęsień ziemi (USA, ZSRR, Japonia i in.) w zagadnieniach prognozowania trzęsień ziemi osiągnięto dotychczas najlepsze rezultaty.

Należy jednak już na wstępie wyrazić zdanie, iż pomimo uzyskania szeregu sukcesów, rozpracowanie prognozy trzęsień ziemi właściwie znajduje się w początkowej fazie.

Problem prognozy trzęsień ziemi, co stale podkreśla się w sejsmologii, dotyczy trzech oddzielnych zagadnień: określenia czasu, miejsca i siły trzęsienia ziemi (energii, natężenia).

Wieloletnie badania sejsmologiczne doprowadziły dotychczas w zasadzie do powodzenia jedynie w dwu zagadnieniach: określenia miejsca i energii trzęsienia ziemi. W przewidywaniu czasu wystąpienia trzęsienia nie mają niestety sejsmolodzy większych sukcesów.

O ile bowiem w wielu krajach, dla rejonów o sejsmicznym zagrożeniu (sejsmicznej aktywności) wydzielono obszary niebezpieczne, dla których stworzono np. normy budowlane, to zagadnienie określenia czasu trzęsienia ziemi jest otwarte.

Przeszkodą w prognozie czasu trzęsienia ziemi, są dotychczas nierozwiązane zagadnienia związane z wyjaśnieniem procesów fizycznych zachodzących w ognisku przyszłego trzęsienia ziemi. Jest to powodowane niedostatecznym poziomem techniki obserwacyjnej i niezadowalającym stanem analizy informacji geofizycznych.

Można jednak sądzić, że aktualnie osiągnięte rezultaty w dziedzinie fizyki (i mechaniki) ciała sztywnego, olbrzymie możliwości związane z zastosowaniem elektroniki w eksperymencie geofizycznym i in., tworzą dobrą podstawę dla prognozowania zjawiska trzęsienia ziemi w wielu aspektach tego problemu. Zrazem staje się oczywiste, że zagadnienie prognozy trzęsień ziemi winno być rozwiązane przy równoczesnym, kompleksowym wykorzystaniu informacji geologiczno-geofizycznych, odnoszących się do budowy skorupy ziemskiej oraz sejsmiczności rozpatrywanego obszaru.

Aktualnie problematyka prognozowania trzęsień ziemi, w zagadnieniach sejsmologicznych, zajmuje czołowe miejsce. Dotychczasowe obserwacje wykonane w wielu krajach (głównie w Japonii, ZSRR i USA)

z niewątpliwą pewnością ujawniły istnienie szeregu anomalii zjawisk geofizycznych, poprzedzających zjawisko trzęsienia ziemi. Ilość rozszyfrowanych takich anomalii, zróżnicowanych ze względu na wywołujące je źródła (anomalie mechaniczne, elektryczne, magnetyczne, geochemiczne i in.) jest już znaczna. W wielu przypadkach wyraża się przekonanie, że ujawnione anomalie pozwoliły przewidzieć trzęsienie ziemi.

Jednak problem prognozy czasu trzęsienia ziemi jest ciągle w początkowej fazie rozpoznawania. Jak wspomniano, nie jest dotychczas wyjaśniona przyczyna procesów zachodzących w obszarze przyszłego ogniska trzęsienia ziemi, brak jest wyczerpującej teorii opisującej stan fizyczny skał poddanych działaniom sił itp. Łącznie z rozwojem badań teoretycznych odnoszących się do fizyki ogniska trzęsienia ziemi (realizowanych na drodze modelowania fizycznego i matematycznego procesów zachodzących w ognisku), niezbędne jest rozszerzenie obserwacji terenowych różnymi metodami geofizycznymi. W szczególności obiecującym kierunkiem badawczym jest obserwacja, stosunkowo mało poznanych, zjawisk procesów elektromagnetycznych w obszarze sejsmicznym.

Jednocześnie wiele uwagi należy poświęcić konstrukcji wysokiej klasy aparatury geofizycznej i unifikacji metod obserwacyjnych oraz analizie wykonanych badań. Objęcie zasięgiem tych badań wielkich obszarów (warto zwrócić uwagę, że efektywna prognoza silnego trzęsienia ziemi winna być prowadzona w obszarze o powierzchni kilku—kilkunastu tysięcy kilometrów kwadratowych) wymaga zastosowania automatyzacji sieci obserwacyjnych do przekazywania, rejestracji i obróbki ogromnych ilości danych obserwacyjnych, odnoszących się do wielorakich zjawisk.

Przedstawiony specyficzny problem prognozy trzęsień ziemi tylko ogólnie charakteryzuje skomplikowaną problematykę tego zagadnienia. Spójrzmy teraz na niektóre jego aspekty.

Jak wspomniano, zagadnienie prognozy trzęsienia ziemi ogólnie streszcza się do określenia miejsca, energii i czasu początkowego spodziewanego i możliwego trzęsienia.

Jest oczywiste, że aktywność sejsmiczna obszaru jest wyrazem procesów tektonicznych przebiegających w tym obszarze. Poznanie procesów tektogenicznych pozwoli na ustalenie ich przyczyny i skutków zachodzących w litosferze i powiązanie tych zjawisk z sejsmicznością obszaru. Istnieje bowiem bezpośredni, prosty związek pomiędzy trzęsieniem ziemi i procesami geologicznymi. Opierając się o teorie fizyki ciała sztywnego, można powiązać zjawiska trzęsienia ziemi głównie z procesami zachodzącymi we wnętrzu Ziemi. Możliwe, ale mniej poznane, są związki trzęsień ziemi ze zjawiskami chemicznymi, biologicznymi i in.

Sama przyczyna procesu powstania trzęsienia ziemi uzasadnia potraktowanie zadania prognozy trzęsienia, jako zadania z zakresu rachunku prawdopodobieństwa. Można więc prognozę trzęsienia ziemi rozpatrywać jako ocenę prawdopodobieństwa tego, iż trzęsienie ziemi o energii (magnitudzie) od M do M' wystąpi w obszarze S w interwale czasu t do $t + dt$. Udokładnienie prognozy trzęsienia w tym przypadku sprowadza się do zawężenia zakresu magnitud (M ,



I. LAS WYSOKOGÓRSKI. Dolina Strążyska. Fot. H. Vogel



II. POPIELICA *Glis glis* L. Fot. W. Strojny

M') przedziału czasu (t , $t + dt$), jak i do zmniejszenia, zawężenia obszaru S . Jednocześnie celowe jest wprowadzenie podziału prognozy na prognozę długookresową (dokładność: dziesiątki lat, lata, rok) i krótkookresową (dokładność: dzień, kilka godzin).

Prognoza długofalowa w zasadzie sprowadza się jedynie do określenia miejsca i energii oczekiwanego trzęsienia ziemi. Prognoza krótkookresowa obejmuje cały kompleks obserwacji, m. in. ciągłą, stałą obserwację parametrów dynamicznych, charakteryzujących rozwój procesów zachodzących w utworach skalnych i strefie ogniska. W tej też prognozie, na pierwszy plan wysuwają się: potrzeba zorganizowania sieci stacji obserwacyjnych, określenie optymalnej liczby parametrów, które winny być celem rejestracji itp. I tak np. wybór optymalnej sieci obserwacyjnej zależy będzie od modelu fizycznego ogniska trzęsienia ziemi, a także od budowy geologicznej skorupy ziemskiej obszaru i jego sejsmiczności.

Oparcie prognozy trzęsienia ziemi na sprawdzonych fizycznych modelach, które mogą być odniesione do konkretnej sytuacji geologicznej, umożliwi założenie najefektywniejszych (najprawdopodobniejszych) rozkładów energii w strukturach sejsmogennych i zapobieżeniu katastrofalnym skutkom trzęsienia ziemi, już przy zastosowaniu metod inżynierskich.

Możliwość prognozowania trzęsień ziemi jest w znacznym stopniu uwarunkowana stosunkowo stabilną niejednorodnością utworów skalnych. Jednocześnie „stałość” ruchów tektonicznych zachowujących bez zmian swoje kierunki i prędkości w bardzo długich okresach swego oddziaływania na sztywne ośrodki skorupy ziemskiej, stwarza możliwość prognozy trzęsień ziemi z większym powodzeniem, niż to ma np. miej-

sce przy prognozie pogody, przy której obserwowane procesy atmosferyczne bardzo szybko się zmieniają.

Istotnym osiągnięciem ostatnich dziesięcioleci jest możliwość określenia takich własności skorupy ziemskiej i utworów skalnych jak wielofazowość (faza stała, faza płynna, faza gazowa) oraz związanych z tym efektów elektromagnetycznych (efekty piezoelektryczne, efekty naskórkowe — skinefekt, efekty magnetostrykcyjne i in.), a także efektów filtracji gazów i cieczy. Dzisiejsza technika obserwacyjna już w wielu przypadkach pozwala wykrywać i rejestrować te zjawiska w sposób bardziej efektywny, niż ma to miejsce przy rejestracji efektów mechanicznych. Metody rejestracji terenowych zjawisk elektrycznych, magnetycznych, radiofalowych, geochemicznych, radioaktywnych są obecnie szeroko stosowane. Poznanie tych efektów ma swoje uzasadnienie także i z tego powodu, iż uczulone są na nie biologiczne receptory zwierząt, a jak się wydaje, zwierzęta mogą reagować na zbliżające się trzęsienie ziemi.

Można więc przypuszczać, że ze znacznie większym optymizmem należy obecnie już oceniać perspektywę prognozowania trzęsienia ziemi. Można oczekiwać, że wysiłki specjalistów z wielu dziedzin nauki, skoncentrowane ku jednemu celowi, już w najbliższym czasie dadzą obiecujące wyniki.

Aktualne ukierunkowania badań nad zagadnieniem prognozowania trzęsień ziemi obejmuje trzy główne tematy: 1. geologiczne i fizyko-mechaniczne podstawy prognozy trzęsień ziemi, 2. zjawiska zapowiadające trzęsienie ziemi, 3. systemy prognozowania trzęsienia ziemi.

Tematyka ta może być treścią oddzielnych opracowań.

TADEUSZ BAROWICZ (Kraków)

PRODUKCJA RYB ROŚLINOŻERNYCH W POLSCE

W wielkich systemach wodnych Chin żyją trzy wartościowe gatunki ryb roślinożernych, które od kilkuset lat są obiektem intensywnej hodowli. Wspomniane gatunki należą do rodziny karpiowatych (*Cyprinidae*) i stanowią je: amur biały (*Ctenopharyngodon idella*), tołpyga biała (*Hypophthalmichthys molitrix*) i tołpyga pstra (*Aristichthys nobilis*). Do naszego kraju w 1964 r. sprowadzono pierwszą partię tygodniowego wylęgu z ośrodka hodowli ryb roślinożernych Goriaczij Kliucz (ZSRR) i rozprowadzono do kilku Państwowych Gospodarstw Rybackich oraz Instytutu Rybactwa Śródlądowego w Żabieńcu k. Warszawy. Łącznie do 1972 r. sprowadziliśmy stamtąd 2 mln sztuk amura białego, tołpygi białej i pstrej. Przyczyn, dla których zdecydowano się sprowadzić ryby roślinożerne do Polski, było kilka. Jedną z głównych był fakt, że odżywiają się one głównie pokarmem roślinnym, nie wykorzystywanym przez ryby z rodzimej ichtiofauny. Usuwają bowiem roślinność z przeżyźnionych zbiorników, co ma szczególnie praktyczne znaczenie dla poprawy jakości wód ochładzających turbozespoły elektrociepłowni. Amur, aby zwiększyć masę ciała o jeden kilogram, zjada do sześćdziesięciu kilogramów masy roślinnej. Tołpygi nato-

miast odżywiają się planktonem i zawiesiną organiczną, odcedzając ją z toni wodnej poprzez aparat filtrujący umieszczony na łukach skrzelowych.

Ryby roślinożerne w naszych warunkach klimatycznych rozmnażają się wyłącznie w warunkach kontrolowanych. Daje to możliwość całkowitego panowania nad ich populacją. Niezbędne są do tego: woda podgrzewana, odpowiednio przystosowane wylęgarnie i urządzenia techniczne, stawy do podchowu wylęgu oraz stawy narybkowe i stosowanie zastrzyków gonadotropiny celem pobudzenia wybranych okazów do tarła („hypofizowane tarlaki”). Rozwój inwestycji energetycznych stwarza takie szanse wykorzystania ciepłych wód w zbiornikach ochładzania dla hodowli ryb, zwłaszcza materiału zarybieniowego ryb roślinożernych, a także dla produkcji towarowej tych ryb. W celu uzyskiwania materiału zarybieniowego od wprowadzonych do hodowli gatunków ryb roślinożernych, w początkach lat siedemdziesiątych wybudowano duży Ośrodek Ryb Ciepłolubnych w Gostawicach koło Konina. Jego produkcja odbywa się dzięki ciepłej wodzie, pochodzącej z elektrowni Konin i Pątnów. Pierwszy wylęg amura białego uzyskano w oparciu o wyhodowane w Polsce stado tarlaków w wy-

lęgarni gosławickiej w 1970 r., jednak do wiosny następnego roku cały ten materiał wyginął. W 1971 r. rezultaty hodowli były znacznie lepsze. Z 38 samic amura białego uzyskano 6,5 mln zapłodnionych jaj, a następnie 1,1 mln sztuk wylęgu w wieku 4-5 dni. Przeżywalność wyniosła więc 16,5%. Późną natomiast wiosną 1972 r., w Ośrodku gosławickim z 24 samic amura białego uzyskano 9,5 mln zapłodnionych jaj, a z nich wyhodowano 2,35 mln sztuk wylęgu w wieku 5 dni i z 43 samic tołpygi białej — 13,7 mln zapłodnionych jaj, z których wyhodowane zostało 2,4 mln sztuk wylęgu w wieku 5 dni. W roku tym nie udało się jeszcze doprowadzić u nas do rozrodu tołpygi pstrej. Od kilku lat produkcja jedynej tego typu wylęgarni w kraju utrzymuje się na poziomie kilkudziesięciu milionów sztuk wylęgu rocznie. W wylęgarni larwy przebywają do momentu częściowego zresorbowania woreczka żółtkowego. Następnie taki właśnie wylęg rozsyłany jest po kraju celem zarybienia stawów, jezior, starorzeczy itp. wód.

Pięcioletni plan gospodarczy rozwoju rybactwa śródlądowego opracowany przez Ministerstwo Rolnictwa przewidywał dynamiczny i śmiały wzrost produkcji ryb roślinożernych, który miał już w 1980 r. osiągnąć wielkość 3500 ton. Opierał się on na badaniach przeprowadzonych w Polsce, wg których roczny przyrost biomasy roślin wodnych w naszym kraju wynosi około 600 tys. ton. Przy współczynniku wynoszącym 30, rośliny te mogłyby stanowić teoretyczną podstawę do rocznej produkcji co najmniej 20 tys. ton ryb roślinożernych. Rzeczywistość jednak okazała się zupełnie inna. W żadnym roku nie uzyskano większej produkcji ryb niż kilkaset ton. Prognozy mówiące o tym, że samo wprowadzenie ryb roślinożernych do stawów karpowych da produkcję dodatkową rzędu nawet 30%, tak jak to osiągnięto na Węgrzech czy w południowozachodnich rejonach Związku Radzieckiego, dotychczas nie zostały zrealizowane. W obecnej chwili, ta roczna wielkość produkcji nie przekracza w skali kraju 2-3%, a więc nie może mieć większego znaczenia gospodarczego.

Główną przyczyną niepowodzeń w hodowli ryb roślinożernych u nas były straty występujące w ciągu

pierwszych kilkunastu dni ich życia. Powoduje je głównie zbyt niska temperatura wody, do której wpuszczany był wylęg. Istnieje więc bezwzględna konieczność wstępnego podchowu wylęgu przez okres około 2 tygodni w stawkach opartych o ciepłe wody zrzutowe. Tak podchowany wylęg cechuje duża odporność na niekorzystne warunki w przypadku przeniesienia go do wód o temperaturze uzależnionej od wpływów atmosferycznych. Wstępny podchów zapewnia rybam w późniejszym chowie stawowym znacznie lepsze perspektywy. Ośrodek Ryb Ciepłolubnych w Gosławicach produkuje właśnie taki wylęg podchowany, lecz tylko na własne potrzeby. Gospodarstwo to mogłoby zwiększyć dodatkowo produkcję materiału zarybieniowego dla innych gospodarstw stawowych, lecz nie jest tym zainteresowane. Wartość wylęgu podchowanego w świetle obowiązujących cenników jest znacznie niższa niż koszty jego produkcji. Toteż Ośrodek w Gosławicach uzyskuje efekty ekonomiczne z wylęgarni, a nie z podchowu wylęgu. Ośrodek ten, chcąc zapewnić wysoką dochodowość, związaną jeszcze do niedawna ze sprzedażą wylęgu ryb roślinożernych, zaczął obecnie produkować materiał zarybieniowy pstrąga, mającego tu w okresie miesięcy jesienno-zimowych doskonałe możliwości wzrostu. Produkcja materiału zarybieniowego pstrąga nie koliduje z produkcją samego wylęgu czy z podchowami ryb roślinożernych.

Można więc przypuszczać, że na ryby roślinożerne będzie trzeba jeszcze poczekać do czasu, gdy zostaną wybudowane stawy zaopatrywane w ciepłą wodę pochłodniczą. Niezbędne są również właściwe bodźce ekonomiczne do ich chowu oraz większa niż dotychczas aktywność osób odpowiedzialnych za ten dział gospodarki. Na razie trzeba cieszyć się z pomyślnie przebiegającej aklimatyzacji ryb roślinożernych w wodach naszych i korzyściach, jakie z tego faktu czerpią rzesze wędkarzy. Rokrocznie bowiem łowionych jest kilkadziesiąt egzemplarzy amura białego o masie ciała ponad 5 kg. Największy egzemplarz, jak dotychczas złowiony został na wędkę 28 IX 1980 r. w jeziorze Wąsocz k. Konina i ważył 21,3 kg przy 115 cm długości.

STEFAN KRÓL (Lublin)

DŹWIĘK W ATMOSFERZE

Człowiek żyje w środowisku dźwięków. Dzięki temu środowisku, a właściwie dzięki zdolności wiązania z odpowiednimi ciągami dźwięków określonego znaczenia, czynienia z dźwięku symbolu, człowiek stał się człowiekiem i może realizować swą ludzką naturę — tworzyć i rozwijać świat swego ducha. Oprócz dźwięków — symboli, przekazników informacji człowiek odbiera różne głosy naturalne: słyszy szum lasu, łoskot wodospadu, grzmot błyskawicy. Słyszy odgłosy pobliskiej wioski i rozmaite mieszalinę głosów wielkiego miasta, którą coraz częściej odczuwa jako nieznośny hałas. Wszystkie te dźwięki rozchodzą się w powietrzu. Atmosfera jest ośrodkiem, w którym znajdują się źródła i odbiorniki dźwięków, w którym powstają, rozchodzą się i zani-

kają fale głosowe. Rozchodzenie się dźwięków w atmosferze — zwykłe i codzienne zjawisko — będzie właśnie tematem tego artykułu.

Atmosfera jest ośrodkiem fizycznie wysoce niejednorodnym i te niejednorodności, przede wszystkim niejednorodności termiczne, powodują, że rzeczywiste rozchodzenie się dźwięków odbiega często od obrazy, jaki wytworzyliśmy sobie na podstawie pobieżnych obserwacji i formułujemy w stwierdzeniu: dźwięk w atmosferze rozchodzi się prostoliniowo i we wszystkich kierunkach jednakowo.

Fale dźwiękowe polegają na rozprzestrzenianiu się w ośrodku materialnym ruchu drgającego. Każdy ruch niejednostajny, a więc także i ruch drgający może zachodzić jedynie wtedy, gdy działa podtrzy-

mująca go siła. W przypadku ruchów drgających związanych z rozchodzącą się w powietrzu falą dźwiękową siłami powodującymi ruch są siły powstające przy niejednorodnościach ciśnienia. Gdy sprężonej porcji powietrza pozwolimy się swobodnie rozszerzać, to wywołamy ruch otaczającego ją powietrza. Mechanizm tego ruchu jest następujący. W trakcie rozprężania powietrze rozszerzy się do objętości większej niż jego objętość początkowa. Jest to wynikiem uzyskania przez cząstki gazu pewnej energii kinetycznej. Energia ta uzyskana z pracy włożonej w sprężanie pierwotnej porcji powietrza zostaje zużyta do sprężenia następnej porcji. Ta z kolei znowu się rozpręża nadając energię kinetyczną kolejnym porcjom, itd. W rezultacie tych przemian cząstki powietrza wykonywać będą ruchy drgające, a w powietrzu przebiegać będzie fala głosowa jako ciąg następujących po sobie zgęszczeń i rozrzedzeń powietrza. Zmiany ciśnienia z tym związane są na ogół niewielkie, rzędu jednego milibara. Ze zmianą ciśnienia łączy się zmiana temperatury. W miejscach zagęszczeń powietrza temperatura jest wyższa niż w „spokojnym” powietrzu, w miejscach rozrzedzeń — niższa. Zmiany temperatury wynoszą zwykle kilka — kilkanaście tysięcznych stopnia Celsjusza. Te zmiany temperatury wystarczają czasami, żeby przy silnych dźwiękach związanych np. z wybuchami i przy dostatecznym nasyceniu powietrza parą wodną w obszarach rozrzedzeń nastąpiła kondensacja pary. Obserwuje się wówczas powstawanie krótkotrwałej mgły. Na tej samej zasadzie używano silnych fal dźwiękowych do wywołania i badania mechanizmu i szybkości kondensacji pary wodnej w chmurach.

Szybkość dźwięku w gazach wyraża się formułą

$$v = \sqrt{\frac{c_p \cdot R T}{c_v \cdot \mu}}$$

Ułamek $c_p/c_v = 1,4$ jest stosunkiem ciepła właściwego gazu przy stałym ciśnieniu do ciepła właściwego przy stałej objętości, $R = 8,31 \text{ J/stop}$ jest stałą gazową, T — temperaturą gazu (w stopniach Kelvina), a μ — masą cząsteczkową gazu. Podstawiając dane liczbowe otrzymujemy następujące wartości liczbowe prędkości dźwięku w różnych gazach w temperaturze 0°C : dla wodoru $v = 1284 \text{ m/s}$, dla azotu $v = 334 \text{ m/s}$, tlenu $v = 316 \text{ m/s}$. W suchym powietrzu (średnia masa cząsteczkowa $\mu = 28,97$) $v = 331,36 \text{ m/s}$. W parze wodnej dźwięk rozchodzi się z prędkością 405 m/s . Obecność pary wodnej w powietrzu zwiększa więc prędkość dźwięku.

Wiatr wpływa również na prędkość dźwięku (względem Ziemi). Zmiana prędkości wywołana wiatrem zależy od kąta zawartego między kierunkiem biegu dźwięku i kierunkiem wiatru.

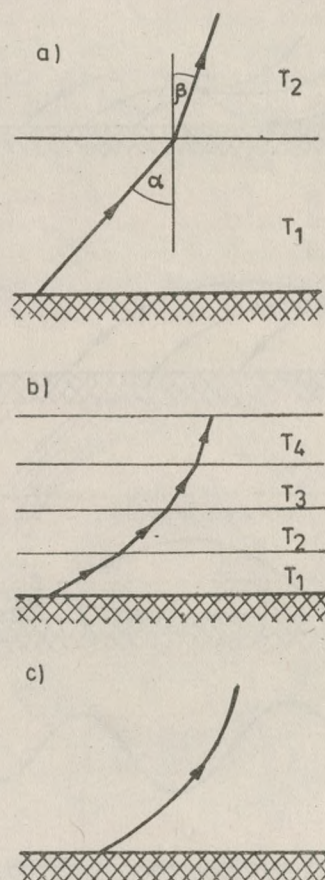
Dobrze znamy prawo optyki dotyczące załamania światła na granicy dwu ośrodków: stosunek sinusa kąta padania do sinusa kąta załamania jest równy stosunkowi prędkości światła w obu ośrodkach. Identyczne prawo obowiązuje dla dźwięków. Trzeba tylko określić, w analogii do promienia świetlnego, pojęcie promienia dźwiękowego. Dźwięk jest falą, można więc wyróżnić w nim powierzchnie falowe. Powierzchnię falową — przypomnijmy — nazywa się powierzchnią, na której wszystkie cząstki drgają w ten sam sposób, tzn. cząstki na powierzchni falowej wykonując ruch drgający jednocześnie przechodzą przez położenie równowagi, jednocześnie osiągają maksymalne wychy-

lenie i zawsze mają ten sam kierunek ruchu. Możemy teraz zdefiniować pojęcie promienia dźwiękowego. Otóż promieniem dźwiękowym nazywamy linię prostą lub krzywą w każdym punkcie prostopadłą do przechodzącej przez ten punkt powierzchni falowej. Jeśli źródło dźwięku ma małe wymiary, tak że możemy je traktować jako źródło punktowe i prędkość dźwięku jest we wszystkich kierunkach jednakowa, powierzchnie falowe będą kulami, a promienie dźwiękowe półprostymi wychodzącymi ze źródła dźwięku: dźwięk rozchodzi się po liniach prostych jednakowo we wszystkich kierunkach. Podobnie, promienie dźwiękowe są prostymi (równoległymi), gdy powierzchnie falowe są płaszczyznami. Dźwięk rozchodzi się wówczas w jednym kierunku. W przypadku powierzchni falowych o innych kształtach promienie dźwiękowe mogą być liniami krzywymi i dźwięk, oczywiście, nie rozchodzi się wtedy prostoliniowo.

Rozważmy dwie warstwy atmosfery, z których dolna ma temperaturę T_1 , a górna temperaturę T_2 . Najczęściej jest tak, przynajmniej w warstwach atmosfery niezbyt odległych od powierzchni Ziemi, że temperatura warstwy dolnej jest wyższa niż górnej, czyli $T_1 > T_2$. Niech promień dźwiękowy wychodzący z warstwy dolnej pada pod kątem α na granicę rozdziału warstw (ryc. 1a). Na granicy załamuje się i w warstwie górnej tworzy z pionem kąt β . Wtedy zgodnie z prawem załamania

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$$

Druga równość wynika z wcześniej wypisanego wzoru na prędkość dźwięku. Ponieważ $T_1 > T_2$, kąt załamania β musi być mniejszy od kąta padania α . Promień odchyła się w kierunku pionu.



Ryc. 1

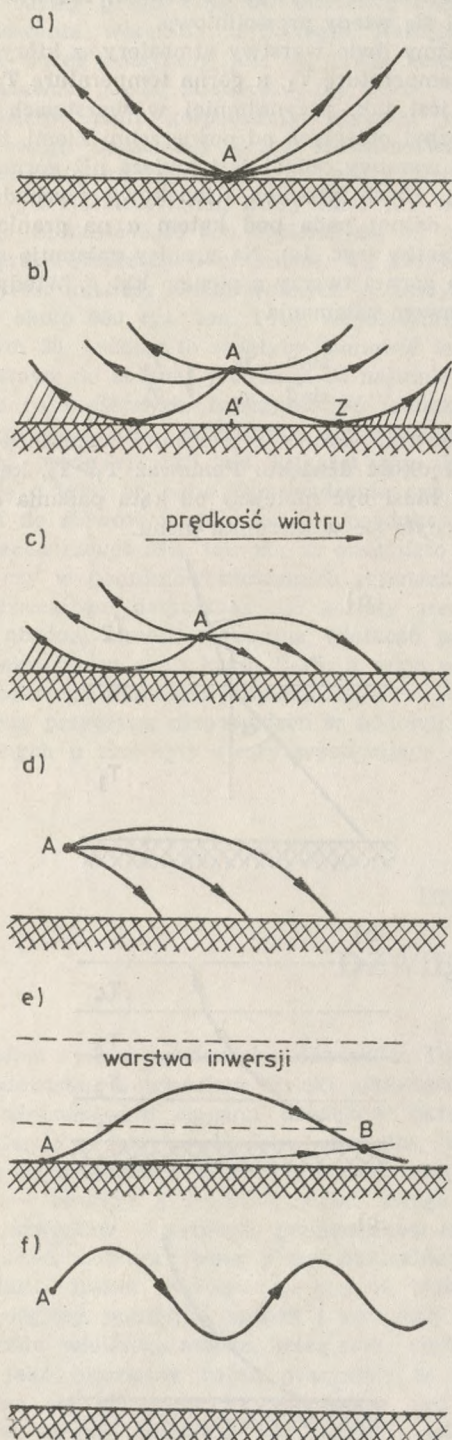
Dwie jednorodne termicznie warstwy takie jak na rys. 1a rozdzielone powierzchnią, na której temperatura zmienia się skokowo to sytuacja wyłącznie teoretyczna. Bardziej realny model rzeczywistego stanu rzeczy przedstawia rys. 1b. Promień przechodzi przez kilka warstw powietrza o różnych temperaturach ulegając wielokrotnemu załamaniu. Jego obrazem jest linia łamana. W rzeczywistości temperatura zmienia się w sposób ciągły i promień dźwiękowy jest gładką linią krzywą (ryc. 1c). Zauważmy, że promień dźwiękowy ma wypukłość skierowaną do dołu, a więc odwrotnie niż dla promienia świetlnego. Promień świetlny miałby w warunkach przez nas omawianych — temperatura maleje z wysokością — wypukłość skierowaną do góry. Oprócz tego krzywizna promienia

światelnego jest, na ogół, znacznie mniejsza niż dźwiękowego.

Obniżanie się temperatury z wysokością jest typowe dla atmosfery, ale nie bezwyjątkowe. Na niektórych wysokościach i w niektórych okolicznościach sytuacja jest odwrotna — temperatura wzrasta wraz z wysokością. Warstwy atmosfery, w których występuje taka sytuacja nazywają się warstwami inwersji.

Jedna z takich warstw znajduje się w stratosferze na wysokości ok. 30–50 km, druga — powyżej górnego krańca mezofery (mezopauzy), czyli powyżej 80–82 km. Obok tych stałych obszarów inwersji występują inwersje zmienne, np. w obszarze frontów atmosferycznych. Inwersjami nietrwałymi są także inwersje tworzące się w przyziemnej warstwie atmosfery. Inwersje przyziemne występują najczęściej nocą na skutek oziębienia się powierzchni Ziemi poprzez promieniowanie. Wraz z powierzchnią Ziemi oziębia się wówczas będąca z nią w kontakcie termicznym dolna warstwa atmosfery. Warstwa inwersji w ten sposób powstała osiąga grubość od kilkunastu do kilkuset metrów. W ziemie inwersja powstaje nocą może nie zniknąć w ciągu krótkiego dnia, gdy śnieg silnie promieniuje i jednocześnie nie przepuszcza ciepła z gruntu. W takim przypadku inwersja narasta z doby na dobę i osiąga niekiedy wysokość ponad 1 km przy różnicy temperatur kilkunastu stopni. W obszarach inwersji bieg promienia dźwiękowego ulega oczywiście zmianie w stosunku do obszarów normalnych: jego wypukłość skierowana jest do dołu.

Rozpatrzmy teraz kilka przypadków rozchodzenia się dźwięku w różnych sytuacjach termicznych. Ryc. 2a przedstawia sytuację, gdy źródło dźwięku znajduje się na powierzchni Ziemi i temperatura maleje z wysokością. Zasięg słyszalności dźwięku na powierzchni Ziemi jest wówczas niewielki. Gdy źródło dźwięku znajduje się na pewnej wysokości (ryc. 2b), dźwięk może dojść tylko do tych punktów, które znajdują się w kole o promieniu ZA. Poza tym kołem rozciąga się cień akustyczny, gdzie dźwięk nie dochodzi, chociaż źródło dźwięku może być dobrze widoczne z tej odległości. Z pewnością zdarzyło nam się obserwować o zmierzchu błyskawice tak silne, że przez moment dobrze oświetlały otaczający nas teren nie słysząc jednocześnie odgłosu grzmotu. Byliśmy wtedy właśnie świadkami sytuacji przedstawionej na ryc. 2b. Nasilający się wraz z wysokością wiatr może zmodyfikować opisany tu bieg promieni dźwiękowych. Dostatecznie duża prędkość wiatru sumując się z prędkością dźwięku niweluje, z tej strony źródła dźwięku, w którą wiatr wieje, ubytek prędkości dźwięku spowodowany obniżaniem się temperatury i wygina promień wypukłością do góry. Obszar cienia znika (prawa strona ryc. 2c). Jednocześnie po drugiej stronie źródła dźwięku wiatr powoduje silniejsze niż w spokojnej atmosferze zagięcie promieni do góry (lewa strona ryc. 2c). Obszar cienia zbliża się do źródła dźwięku, zasięg słyszalności maleje. Rozchodzenie się dźwięku w przyziemnej warstwie inwersji temperatury przedstawia ryc. 2d. Oczywiście w tym przypadku cień nie występuje. Zasięg słyszalności ograniczony jest jedynie naturalnym słabnięciem dźwięku wraz z odległością. W przyziemnym obszarze inwersji syreny fabryczne i sygnały pojazdów mechanicznych słychać niekiedy z odległości 25–45 km. Słabe dźwięki np. skrzypienie butów o śnieg w mro-

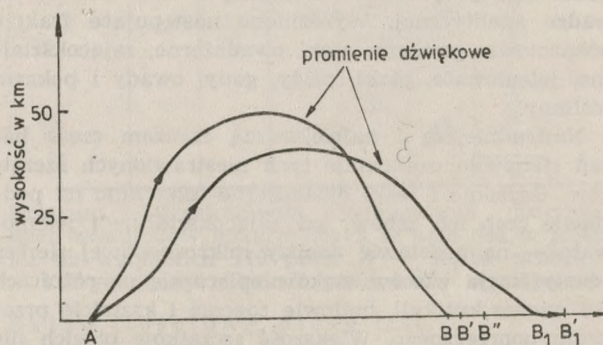


Ryc. 2

zną noc księżycową też rozchodzą się niezwykle daleko. Warstwa inwersji znajdująca się nie w strefie przyziemnej, a na pewnej wysokości może spowodować zjawisko mirażu akustycznego (ryc. 2e). Dźwięk wychodzący z punktu A dochodzi do punktu B na dwu różnych drogach: przechodząc wyłącznie poprzez warstwę przyziemną (promień 1), lub wychodząc z warstwy przyziemnej wchodzi do warstwy inwersji, tam ulega zagięciu wypukłością do góry i wchodzi ponownie do warstwy przyziemnej (promień 2). W punkcie B otrzymuje się dwa akustyczne „obrazy” źródła dźwięku.

W brzegowych warstwach tropopauzy (na granicy troposfery i tropopauzy oraz tropopauzy i stratosfery) rozkład temperatury umożliwia powstanie „falowodów dźwiękowych”. Promień dźwiękowy wielokrotnie się zginając nie wychodzi poza warstwę (ryc. 2f), przypominając bieg promienia świetlnego w światłowodzie, tyle tylko, że zmiana kierunku promienia w światłowodzie odbywa się skokowo w czasie całkowitego wewnętrznego odbicia, natomiast w falowodzie akustycznym zmiana kierunku odbywa się w sposób ciągły i jest wynikiem załamania się promienia dźwiękowego.

Krzywoliniowy kształt promienia dźwiękowego i powrót wysłanego do atmosfery dźwięku z powrotem na ziemię wykorzystywano niejednokrotnie do wyznaczania rozkładu temperatury w atmosferze. W czasie Międzynarodowego Roku Geofizycznego (1957—



Ryc. 3

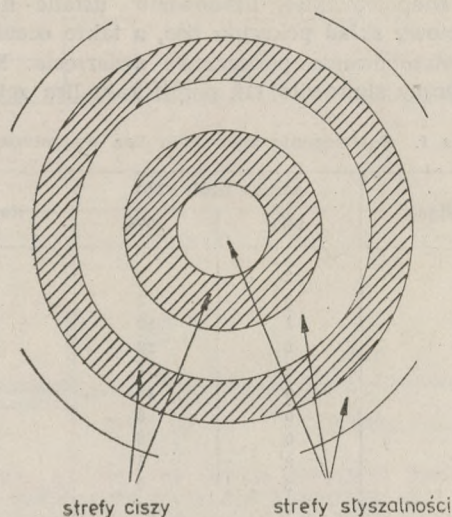
59 r.) wykonano np. we Francji następujący eksperyment. Z punktu A (ryc. 3) wysłano silny dźwięk wywołany wybuchem. W punktach B, B', B''... położonych w odległości ok. 200 km od punktu A mierzono przy pomocy czułych mikrofonów czas dojścia sygnału dźwiękowego do tych punktów. Dysponując kilkoma seriami punktów obserwacji (B, B', B'', ...), (B₁, B'₁, B''₁ ...) można było przy pomocy maszyn matematycznych wyznaczyć z dużą dokładnością rozkład temperatury w tych warstwach, przez które przeszła fala głosowa.

Wspomnijmy jeszcze o jednym ciekawym zjawisku związanym z bardzo silnymi dźwiękami rozchodzącymi się na odległość kilkuset km. Chodzi o zjawisko tzw. anomalnej słyszalności. Przy silnych źródłach dźwięku (wybuchy wulkanów, wybuchy składów amunicji) zauważono kilka koncentrycznych stref wysokiej słyszalności porozielanych strefami milczenia (rys. 4). Wyjaśnienia zjawiska, jak to wynika z dotychczasowych naszych rozważań należy szukać w przyczynach powodujących narastanie szybkości dźwięku wraz z wysokością. Jedną z przyczyn może być nasilający się wraz z wysokością wiatr, drugą — warstwa inwersji temperatury. Pierwsza przyczyna nie

wyjaśnia kołowego kształtu stref, choć tłumaczy zaobserwowany efekt zależności natężenia słyszalności od kierunku wiatru w wyższych warstwach atmosfery. Druga natomiast w naturalny sposób wyjaśnia kołisty kształt stref. Łącznie obie przyczyny tłumaczyłyby obserwowane prawidłowości zjawiska. Jednakże w grę wchodzić może jeszcze możliwość trzecia: przekształcanie się w rzadszych (wyższych) warstwach atmosfery fali dźwiękowej w falę uderzeniową.

Fala głosowa rozchodząc się zanika. Gdy fala rozchodzi się w kierunku pionowym, jej amplituda, czyli przyrost ciśnienia Δp w miejscu zagęszczeń powietrza, maleje znacznie wolniej niż ogólne ciśnienie atmosfery p . W wyniku tego stosunek $\Delta p/p$ wzrasta wraz z wysokością i na pewnej wysokości może przekroczyć wartość 1. Oznacza to, że przyrost ciśnienia w miejscach zagęszczeń staje się większy od ubytku ciśnienia w miejscach rozrzedzeń, gdyż ubytek nie może przekraczać ogólnego ciśnienia p istniejącego w atmosferze na danej wysokości. Podobnie wzrost temperatury w miejscach zagęszczeń przewyższa jej ubytek w rozrzedzeniach. Fala staje się asymetryczna. Asymetria ta powoduje, że zagęszczenia poruszają się szybciej niż rozrzedzenia. Następuje deformacja fali. Jej efektem końcowym jest przekształcanie się fali w ciekłą warstwę nieciągłości: na niewielkiej odległości gęstość, ciśnienie i temperatura powietrza zmieniają się niemalże skokowo. Ten skok stanowi właśnie falę uderzeniową. Fala uderzeniowa porusza się znacznie szybciej niż zwykły dźwięk i jej prędkość wzrasta wraz z wielkością skoku ciśnienia w fali. W efekcie kierunek rozchodzenia się fali odchyła się, przy wzroście wysokości, coraz bardziej od pionu. W końcu fala zawraca w kierunku Ziemi. W niższych warstwach atmosfery fala uderzeniowa przekształca się z powrotem w falę dźwiękową. Opisany tu — bardzo pobieżnie — mechanizm działa więc podobnie jak silna warstwa inwersji temperatury i może być również przyczyną anomalnej słyszalności dźwięku.

Na koniec kilka słów o zanikaniu dźwięków. Fala dźwiękowa będąc ciągiem następujących po sobie zagęszczeń i rozrzedzeń powietrza jest jednocześnie ciągiem kolejnych zmian temperatury. Dzięki przewodnictwu cieplnemu tworzy się w fali strumień ciepła skierowany od cieplejszych do zimniejszych porcji powietrza. „Miejsca” zimniejsze ogrzewają się, bardziej ciepłe — oziębiają. W rezultacie zmiany temperatury



Ryc. 4

maleją, fala dźwiękowa zanika. Strumień ciepła jest tym większy, im większy jest gradient temperatury (zmiana temperatury przypadająca na jednostkę długości), a ten z kolei jest odwrotnie proporcjonalny do długości fali, czyli wprost proporcjonalny do częstości. Tym samym zanikanie fali wzrasta wraz z częstością fali. Podobny efekt charakteryzujący się taką samą, jak w przypadku przewodnictwa cieplnego, zależnością od częstości wywołuje lepkość powietrza, powodująca hamowanie szybkich i przyspieszanie powolnych porcji gazu. Tak więc dźwięki wyższe zanikają silniej niż dźwięki niższe. Najślabiej tłumi-

mione są fale o częstości bardzo niskiej (niesłyszalne), mniejszej niż 16 drgań na sekundę, tzw. infradźwięki. Fale takie o częstości rzędu 0,1/sek powstają np. przy tworzeniu się cyklonów. Istnieją projekty, żeby wykorzystać je do lokalizacji cyklonów nad otwartym morzem.

Stopień zanikania fali dźwiękowej zależy także od gęstości powietrza i jest tym większy, im mniejsza jest gęstość gazu. Z tego powodu dźwięk wysłany z powierzchni Ziemi nie wydostaje się poza mezosferę (60–80 km). Warstwa atmosfery leżąca nad mezosferą (termosfera) tłumi wszystkie fale dźwiękowe.

EWA CIUŁA (Kraków)

CZYM SIĘ ŻYWIĄ LISY?

Badania ekologiczne mają na celu poznanie bardzo złożonych współzależności, jakie istnieją między żywymi organizmami a nieożywionym środowiskiem ich bytowania, oraz pomiędzy gatunkami tworzącymi określoną biocenozę. Sledzi się drogi przepływu materii i energii w ekosystemach. Producentami materii organicznej są w każdym ekosystemie rośliny. Kolejne ogniwa łańcucha pokarmowego to konsumenci I, II i dalszych rzędów. Ostatnim ogniwem są reducenty — drobne bezkręgowce i bakterie; ich dziełem jest rozkład materii organicznej i uwolnienie prostszych związków nieorganicznych, które dzięki temu z powrotem wchodzi do kolejnego cyklu obiegu. Wśród konsumentów ważną rolę odgrywają drapieżniki. Przypuszczalna ich funkcja w ekosystemie polega na regulacji liczebności ofiar, niekiedy stają się „uzdrowicielami” populacji ofiar, jako że łupem ich padają w pierwszej kolejności zwierzęta słabsze i chore. Chcąc się przekonać o tym, jakie jest faktyczne znaczenie drapieżnika dla ekosystemu leśnego bada się skład jego pokarmu. W lasach mieszanych naszej szerokości geograficznej najważniejsze ssaki drapieżne to: kuna leśna, łasica, gronostaj, borsuk i lis. W Polsce badania diety lisa przeprowadzali Rzebik-Kowalska (1972) i Goszczyński (1974). Żadna z tych prac nie dotyczyła jednak konkretnego ekosystemu leśnego. W pracy prowadzonej przeze mnie w Zakładzie Ekologii Zwierząt UJ skoncentrowano się na Puszczy Niepołomickiej. Próbowano ustalić ilościowy i jakościowy skład pokarmu lisa, a także ocenić roczne zapotrzebowanie pokarmowe zwierzęcia. Materiał w tej pracy stanowiło 119 porcji kału lisa zebranych

w latach 1977–78 na terenie Puszczy (p. tab. 1). Rozmieszczenie materiału na terenie Puszczy było dość równomierne. Metoda pracy polegała na przemianiu każdej porcji kału pod silnym strumieniem wody na odpowiednio gęstym sicie, które umożliwiało odpływ ziarenek piasku itp. przy równoczesnym zatrzymaniu zębów drobnych gryzoni. Pozostałe na sicie niestrawione szczątki pokarmu suszono w temp. 60°C do suchej masy, a potem rozdzielano poszczególne frakcje pokarmowe. Każdą z nich ważono na wadze analitycznej. Wyróżniono następujące frakcje pokarmowe: gryzonie, ssaki owadożerne, zającokształtne, jeleniowate, ptaki, płazy, gady, owady i pokarm roślinny.

Najtrudniejszą i najciekawszą zarazem część badań stanowiło oznaczanie tych niestrawionych szczątków. Gryzonie i ssaki owadożerne oznaczano na podstawie cech ich zębów, zaś zającokształtne i jeleniowate — na podstawie analizy mikroskopowej sierści. Identyfikacja włosów ssaków opiera się na różnicach we wzorze kutikuli, budowie rdzenia i kształcie przekroju poprzecznego. Większość szczątków ptasich nie została zidentyfikowana — uniemożliwiły to mocno nadtrawione pióra. Chitynowe szczątki owadów oraz nasiona oznaczano makroskopowo i na ogół bardzo dokładnie dzięki trwałości struktur i charakterystycznym cechom kluczowym. Sporadycznie znajdowane resztki płazów i gadów analizowano makroskopowo.

Skład jakościowy diety lisa.

Ssaki wystąpiły w przeważającej liczbie prób. W tym reprezentowane były 4 rzędy: gryzonie (*Rodentia*), zającokształtne (*Lagomorpha*), parzystokopytne (*Artiodactyla*), i owadożerne (*Insectivora*). Spośród gryzoni rozpoznano przedstawicieli dwóch rodzin: polnikowatych (*Microtidae*) i myszowatych (*Muridae*). Znacznie częściej padały łupem lisa polniki niż myszy. Zającokształtne i jeleniowate występowały w badanym materiale rzadziej niż gryzonie. Jeśli chodzi o jeleniowate należy przypuszczać, że lis nie atakował tak dużych zwierząt, lecz zjadał tylko ich padlinę. Ssaki owadożerne znajdowano w kale sporadycznie. Oznaczono kilku przedstawicieli rodziny ryjówkowatych (*Soricidae*). Oprócz ssaków licznie reprezentowaną grupę zwierząt stanowiły w pokarmie lisa ptaki. Oznaczono kilka osobników z rzędu kuraków (*Galliformes*) i wróblowatych (*Passeriformes*). Osobną kategorią w analizowanym materiale były owady, ozna-

Tabela 1. Pochodzenie prób kału lisa wg miesięcy i lat

Miesiące	Liczba prób kału		Razem
	1977	1978	
I	2	4	6
II	5	3	8
III	1	19	20
IV	8	26	34
V	1	4	5
VI	0	12	12
VII	0	8	8
VIII	0	6	6
IX	2	5	7
X	3	0	3
XI	4	0	4
XII	6	0	6

Razem

119

czono ich 14 gatunków. W większości należały do rodziny biegaczowatych (*Carabidae*).

Pokarm roślinny obejmował nasiona i owoce następujących gatunków: jabłoń, śliwa, grusza, pszenica, kruszyna, jeżyna, len, jemiola, włośnica sina, rdest powojowy. Ogółem rozpoznano 33 gatunki roślin i zwierząt.

Diagram 1 przedstawia dokładniej, jaka była częstotliwość występowania poszczególnych składników pokarmowych w kale lisa w stosunku do sumy prób.

$$\frac{N}{119} \cdot 100\%$$

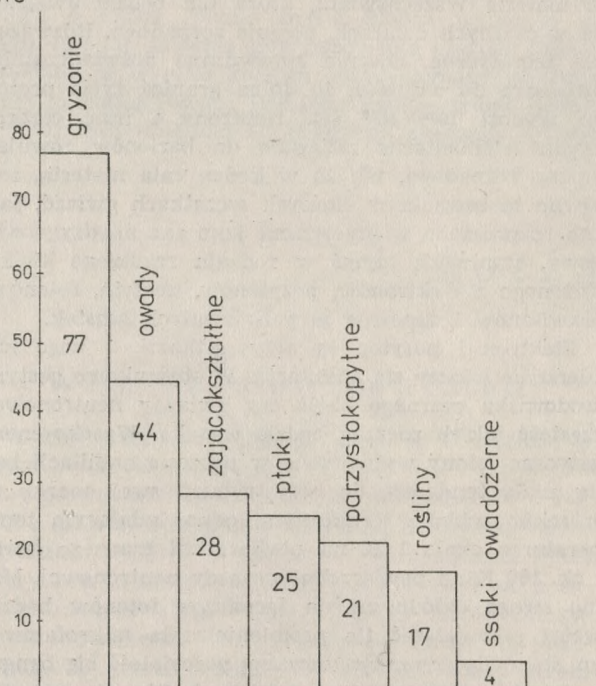


Diagram 1. Częstotliwość występowania poszczególnych składników pokarmowych w kale lisa w stosunku do wszystkich 119 prób. N — liczba próbek, w których dany składnik pokarmowy występował

Skład ilościowy diety lisa.

Faktyczne znaczenie danego pokarmu w diecie lisa o wiele lepiej ilustruje nie tylko sama częstość pojawień w sumie prób, lecz jego udział w suchej masie. Przedstawia to diagram 2. Pozycja „inne” kumuluje dla uproszczenia mniej ważne składniki diety lisa (ssaki owadożerne, owady, płazy, gady, rośliny).

Aby lepiej ocenić rolę lisa w ekosystemie leśnym Puszczy Niepołomickiej, należałoby poznany skład diety szacunkowo przeliczyć na ilość biomasy zjadanej w ciągu roku, dla każdego typu pokarmu. Oczywiście podkreślić należy, że wynik końcowy byłby tylko przybliżony. Punktem wyjścia dla tego oszacowania są dane bioenergetyczne uzyskane dla lisów hodowlanych. Pomijając skomplikowane obliczenia bioenergetyczne, idea rozumowania jest następująca: znając przeciętny skład diety lisa, wartości kaloryczne grama biomasy gryzoni, zająca i sarny oraz dobowe zapotrzebowanie kaloryczne lisa oblicza się, że lis w Puszczy Niepołomickiej w przeciętnym dniu życia powinien zjeść 400 g biomasy gryzoni, zajacokształtnych i jeleniowatych. Daje to 146 kg biomasy rocznie. Na podstawie oznaczenia składu procentowego diety lisa można przypuszczać, że w ciągu roku zjada on 1720 drobnych gryzoni, około 11 zające, około 320 ptaków wielkości wróbla oraz ok. 53 kg innych pokarmów.

Szereg prac z różnych części Polski wykazało, że skład diety lisa może być bardzo rozmaity. Oprócz gryzoni, zające, jeleniowatych, ptaków znajdowano w żołądkach lub kale lisów szczątki ryb, płazów, gadów, jeży, owiec, kóz. Były to jednak wypadki sporadyczne. Jednakże z pewnością można stwierdzić, że skład pokarmu lisa zależy od siedliska, w jakim zwierzę żyje. W ekosystemach łąk i pól uprawnych dominują w diecie gryzonie. W lesie lis zjada mniej gryzoni, za to łupem jego padają młode sarnięta lub żywi się padliną jeleniowatych. Zarówno na polach jak i obrzeżach lasów bywają kryjówki zające — i to powoduje bardzo zbliżony poziom konsumpcji zajęco-kształtnych w obu tych ekosystemach. Duży wpływ na proporcje różnych składników pokarmu mają sezonowe warunki pogodowe, np. w materiale z Puszczy Niepołomickiej wyjątkowo duży udział owadów w diecie lisa można wiązać z bardzo deszczowym latem przypadającym na czas zbierania prób. Innym czynnikiem mającym tu znaczenie może być tzw. masowy pojaw norników. Odnosi się to do pól i łąk. W czasie masowego pojawu drobne gryzonie są bardzo łatwo dostępne dla lisa i mają wówczas największy udział w zaspokojeniu potrzeb pokarmowych zwierzęcia.

Rośliny w pokarmie lisa są zapewne zjadane bezpośrednio, bądź mogą pochodzić z przewodu pokarmowego zjedzonych zwierząt.

Na podstawie tych badań można wywnioskować, że główna rola lisa w ekosystemie polega na przyspieszaniu obiegu materii (a specjalnie azotu), mimo że jego rola energetyczna jest stosunkowo niewielka.

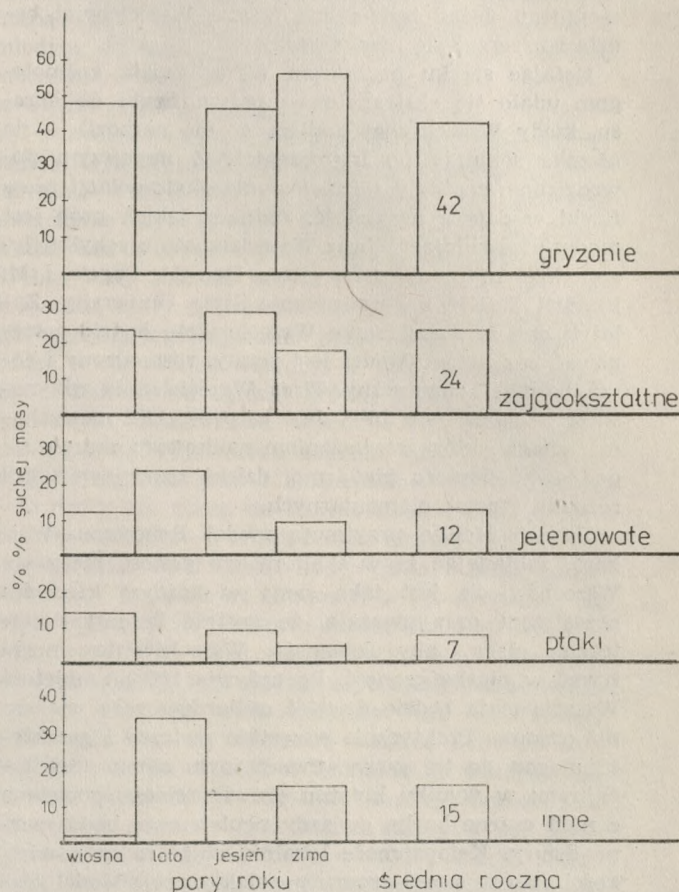


Diagram 2. Ilościowy udział głównych pokarmów w diecie lisów w Puszczy Niepołomickiej w l. 1977—78. Podano udział % wyliczony w stosunku do suchej masy szczątków niestrawionych w kale

SCHYLEK WSZECHŚWIATA: ROK 10^{116}

Fizyka XIX wieku zakładała, że Wszechświat istnieje stale i jest niezmienny. Zgodnie z zasadami termodynamiki energia cząstek we Wszechświecie miała się wyrównywać w wyniku zderzeń, i ostatecznie przewidywano, że końcem Wszechświata będzie stadium śmierci termicznej, w którym rozmieszczenie i energia cząstek będą jednorodne. Odkrycie przez Hubble'a ucieczki galaktyk spowodowało stworzenie modelu rozszerzającego się Wszechświata. Najbardziej prawdopodobne modele Wszechświata, modele typu Robertsona-Walkera, zakładają jednorodność i izotropowość Wszechświata w makroskali: pomijając lokalne zaburzenia, typu gwiazd i galaktyk, a uśredniając pomiary na wielkich obszarach można założyć, że gęstość materii we Wszechświecie jest w każdym kierunku jednakowa.

Modele ewolucyjne Wszechświata zakładają, że początkowo Wszechświat tworzył niesłychanie gęste i gorące jądro pierwotne. W wyniku wielkiego wybuchu (big bang), który miał miejsce około 10^{10} lat temu Wszechświat zaczął się rozszerzać i proces ten trwa po dziś dzień. Nie ma zgody co do tego, jakie będą dalsze jego losy, gdyż nie potrafimy powiedzieć, jak wielka jest masa Wszechświata. Jeżeli przewyższy ona pewną wartość graniczną, po okresie ekspansji zaczną przeważać siły grawitacyjne, prowadząc do kontrakcji całego Wszechświata i kolapsu grawitacyjnego. Jeżeli będzie ona niższa, Wszechświat będzie rozszerzać się nieskończenie.

Cofając się ku początkom Wszechświata kosmologom udało się ekstrapolować prawa fizyki do okresu, kiedy Wszechświat dopiero co się narodził — do ułamka sekundy po big bang*. Z mniejszym powodzeniem spotkały się usiłowania ekstrapolacji praw fizyki w daleką przyszłość. Jedną z takich prób jest model przewidujący obraz Wszechświata u schyłku jego istnienia, opracowany przez Don M. Page'a i M. Randall McKee z Pennsylvania State University. Założyli oni, że rozszerzanie Wszechświata będzie postępować bez końca. Model jest zimny, rozrzedzony i coraz bardziej chaotyczny. Kres Wszechświata nie nastąpi przed rokiem 10^{116} . Jest to przyszłość niesłychanie odległa, która rozważaniom naukowym zaczęła się poddawać dopiero niedawno, dzięki rozwojowi teorii rozpadu cząstek elementarnych.

Page i McKee przyjmują model Robertsona-Walkera, zakładając że w skali makro gęstość masy we Wszechświecie jest taka sama w każdym kierunku przestrzeni oraz uważają, że gęstość ta jest dostatecznie niska, aby ekspansja Wszechświata mogła trwać w nieskończoność. Po upływie 10^{20} lat objętość Wszechświata będzie dziesięć miliardów razy większa niż obecnie. Praktycznie wszystkie gwiazdy i galaktyki ulegną do tej pory wewnętrznym siłom grawitacyjnym: w wyniku kolapsu grawitacyjnego powstaną z nich czarne karły, gwiazdy neutronowe, bądź czarne dziury. Kolaps może lokalnie objąć masy o wielkości nawet super-gromady galaktycznej. Model Page'a i McKee, zgodnie z założeniem o jednorodności

masy w makroskali, zakłada, że nie będą się tworzyć czarne dziury większe od takich super-gromad. Związane ze sobą grawitacyjnie bryły materii mogą być olbrzymie, ale ich masa nie przekroczy masy stu bilionów mas słonecznych.

Przypuszcza się, że na początku tej dziwnej epoki ta materia Wszechświata, która nie będzie uwięziona w czarnych dziurach, ulegnie rozpadowi. Różważania teoretyczne, obecnie sprawdzane doświadczalnie, prowadzą do wniosku, że dolna granica życia protonu wynosi 10^{29} — 10^{30} lat. Neutrony i inne ciężkie cząstki elementarne zaliczane do barionów również ulegną rozpadowi, tak że w końcu cała materia, zarówno ta zawarta w zimnych szczątkach gwiazd, jak i ta rozproszona w przestrzeni jako gaz międzygwiazdowy, stanie się czymś w rodzaju rzadkiego kleiku złożonego z elektronów, pozytonów, neutrino, fotonów, grawitonów i zapewne innych trwałych cząstek.

Elektron i pozyton są antycząstkami, a więc ich zderzenie kończy się anihilacją. W stosunkowo gęstym środowisku czarnego karła czy gwiazdy neutronowej częstość takich zderzeń będzie wysoka. Wysoko-energetyczne fotony wytworzone w procesie anihilacji będą miały tendencję do redystrybucji swej energii w szerokim widmie termicznym, odpowiadającym temperaturze około 1 K na powierzchni czarnego karła i ok. 100 K na powierzchni gwiazdy neutronowej. Mimo swego chłodu emisja termiczna fotonów będzie wciąż przewyższać tło promieniowania mikrofalowego, stanowiącego przypuszczalną pozostałość big bang, podobnie jak przewyższa je dzisiaj. Obecnie promieniowanie szczątkowe ma temperaturę 3 K, ale w roku 10^{30} jego temperatura spadnie do 10^{-13} K.

Szansa wzajemnego spotkania elektronu i pozytonu powstałych po rozpadzie barionów w ogromnie rozrzedzonym gazie międzygwiazdowym będzie znacznie mniejsza. Przeciętna odległość między takimi cząstkami będzie rzędu jednostki astronomicznej (odległości pomiędzy Słońcem a Ziemią). Jednakże, ze względu na posiadanie przeciwnych ładunków, elektron i pozyton mogą ulec powiązaniu, jeżeli ich energia kinetyczna spadnie poniżej poziomu energii wiązania. Taki stan powiązania przypominać będzie atom wodoru, w którym rolę protonu pełni pozyton. Tego rodzaju atom nazywamy pozytonium.

W miarę poszerzania się Wszechświata siły przyciągania pomiędzy sąsiednimi cząstkami będą się zmniejszać, lecz nieco szybciej będzie się zmniejszać energia kinetyczna cząstek. Po upływie 10^{71} lat siły przyciągania przewyższą w końcu energię kinetyczną i rozpocznie się tworzenie pozytonium międzygwiazdowego. W epoce tej Wszechświat będzie 10^{40} razy większy niż obecnie, tak że atomy pozytonium będą prawie niewyobrażalnie rozrzedzonymi stanami materii: pojedynczy atom będzie zajmował taką objętość, jak cały dzisiaj dostrzegalny Wszechświat.

Od chwili gdy elektrony i pozytony zaczną tworzyć pozytonium, ich zbliżenie się wzajemne po spiralnym torze i końcowa anihilacja staje się tylko sprawą czasu. Jednakże nie jest to czas krótki: jest on 10^{45} razy dłuższy od wieku Wszechświata, w którym nastąpi wytworzenie pozytonium. Stąd więc czas ten wynie-

* Patrz artykuł J. Rayskiego „Wielka unifikacja w fizyce” w tym numerze.

sie $10^{45} \cdot 10^{71} = 10^{116}$ lat. W tym czasie nastąpi anihilacja większej części elektronów i pozytonów w gazie międzygwiazdowym. W wyniku anihilacji powstawać będą wysoko energetyczne fotony, które zapewne nie będą napotykać innych fotonów dostatecznie często, aby doprowadzić do dystrybucji termicznej pomiędzy wiele stanów energetycznych.

W tym okresie może też zacząć dochodzić do zrostania się między sobą czarnych dziur powstałych w wyniku kolapsu gwiazdowego i galaktycznego. Jednakże mechanika kwantowa pozwala równie dobrze przewidywać możliwości ich „wyparowania”. Czarna dziura o masie równej masie Słońca wyparuje w ciągu 10^{66} lat, podczas gdy parowanie czarnej dziury powstałej w wyniku kolapsu super-gromady galaktycznej, o masie równej 10^{14} mas Słońca, trwać będzie 10^{103} lat. Nie wiadomo który proces: zrostanie się czy

wyparowanie, w końcu weźmie górę, ale w każdym razie wyparowanie czarnych dziur u schyłku historii Wszechświata również dostarczy wysoko-energetycznych fotonów, które nie będą miały wielkich szans, aby ich energia uległa termicznej redystrybucji.

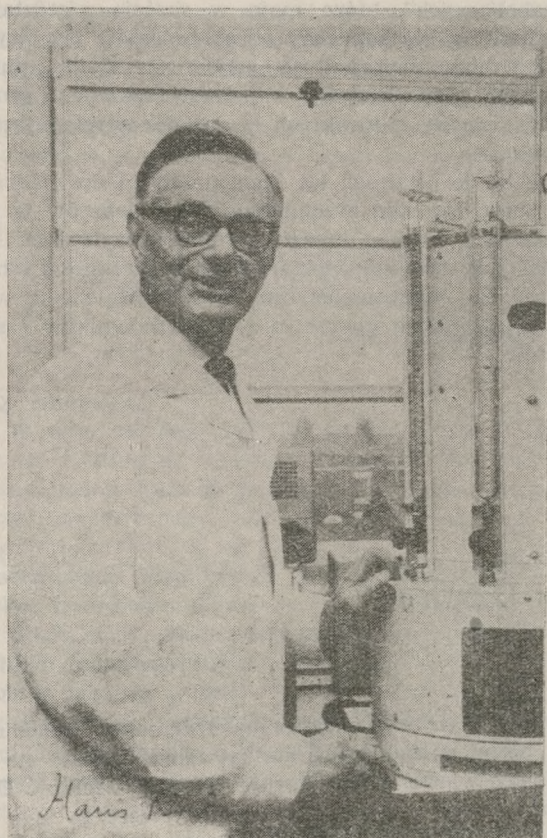
Tak więc, mimo tego że promieniowanie szczątkowe w roku 10^{116} będzie bardzo chłodne (jego temperatura będzie wynosić zaledwie 10^{-70} K), rozpad pozytonium i wyparowywanie czarnych dziur nie pozwoli nigdy na to, aby całkowita energia Wszechświata osiągnęła losowy rozkład termiczny możliwy do opisu statystycznego. Śmierć ciepła, która miała nastąpić u schyłku Wszechświata zgodnie z teoriami fizyków XIX wieku, nie nastąpi nigdy. Pozostanie rozrzedzony, zimny chaos.

Oprac. wg *Scientific American* 1982, 246 1: 69

ROZNICE 1982

W rocznicę śmierci Hansa Krebsa

W końcu listopada 1981 r. zmarł w Oksfordzie w wieku ponad 80 lat Sir Hans Krebs, jeden z twórców nowoczesnej biochemii dynamicznej. Urodził się w rodzinie lekarskiej w Hildesheim koło Hanoweru i podtrzymując tradycję ukończył studia medyczne. Przez cztery lata „terminował” biochemię w Berlinie u samego „mistrza” Otto Warburga, który jednak nie rokował mu sukcesu i radził zająć się medycyną praktyczną. W poszukiwaniu odpowiedniej pracy Krebs przeniósł się do Freiburga, gdzie dostał posadę leka-

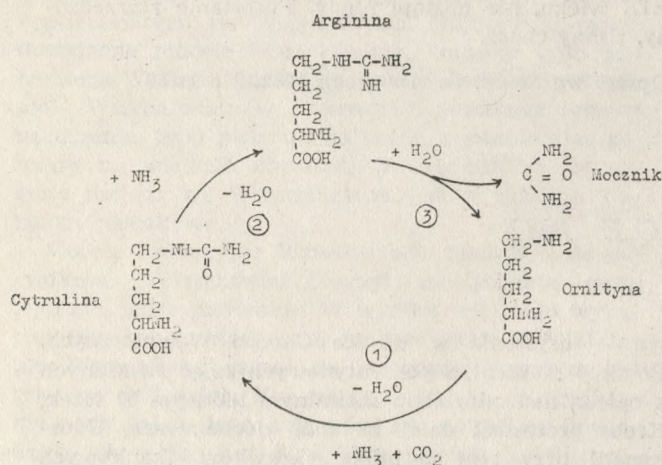


Hans Krebs

rza — asystenta w Klinice Chorób Wewnętrznych. Pomimo czasochłonnych rutynowych zajęć związanych z opieką nad oddziałem szpitalnym liczącym 40 łóżek, Krebs prowadził dalej badania biochemiczne. Udoskonalił przy tym technikę skrawków tkankowych stosowaną w laboratorium Warburga i zaproponował zmieniony skład medium inkubacyjnego, w którym skrawki wykazywały wyższą aktywność metaboliczną (płyn Krebsa-Ringera). Badając, wspólnie z młodym doktorantem Kurtem Henseleitem, syntezę mocznika w skrawkach wątroby szczura Krebs zaobserwował katalityczny efekt ornityny. Ale w jaki sposób z ornityny może powstać właściwy prekursor mocznika, czyli arginina? Rozważania strukturalne (patrz schemat) wskazywały na cytrulinę, świeżo odkryty aminokwas wyizolowany z arbuza (*Citrullus*) przez Wada oraz z bakterii przez Ackermanna. Na prośbę Krebsa obaj badacze przysłali po kilka miligramów preparatu, który spełnił pokładane nadzieje: podobnie jak ornityna także cytrulina przyspieszała syntezę mocznika w skrawkach wątroby. W 1932 r. Krebs wspólnie z Henseleitem ogłosili krótką pracę o cyklu moczniowym. Przełomowe znaczenie tej pracy polega nie tylko na wyjaśnieniu zagadki, nad którą pracowały rzesze fizjologów i biochemików (m. in. Nencki i Pawłow), ale także na sformułowaniu pojęcia cyklu metabolicznego i praktycznym ukazaniu jego funkcjonowania. Cykl moczniowy został szybko zaakceptowany przez świat naukowy, a występowanie lub brak tego cyklu w tkankach rozmaitych zwierząt uzasadnił podział na zwierzęta ureoteliczne i urykoteliczne. Trzeba przy tym dodać, że bezpośrednich dowodów na przebieg cyklu moczniowego w wątrobie dostarczyły dopiero izotopowe badania Schoenheimeira i Rittenberga w 1940 r. Jednakże to odkrycie nie pomogło Krebsowi w zrobieniu kariery naukowej w Niemczech, gdzie w tym czasie rozpętała się hitlerowska nagonka na Żydów i w 1933 r. Krebs stracił swoją posadę asystenta we Freiburgu. Ale wówczas był już znany i gdy o jego kłopotach dowiedział się czołowy biochemik brytyjski Hopkins, natychmiast zaprosił Krebsa do Cambridge. Anglia stała się dla Krebsa prawdziwą ojczyzną, która odwzajemniła uczu-

cia i oceniła jego osiągnięcia przyznając mu tytuł szlachecki. A sam Krebs wychował całe pokolenie brytyjskich biochemików pracując najpierw na uniwersytecie w Sheffield, a następnie — do końca życia — w Oxford.

Samo wyjaśnienie mechanizmu biosyntezy mocznika w wątrobie mogłoby wystarczyć do uzyskania nagrody Nobla, a przecież Krebs dopiero rozpoczynał swoją drogę naukową. Jedno z najbardziej frapujących zagadnień ówczesnej biochemii dotyczyło mechanizmu utleniania metabolitów pośrednich cukrów — kwasu mlekowego i pirogronowego. Szereg badaczy



Schemat cyklu mocznikowego według Krebsa i Henseleita. Dziś wiemy, że przebieg cyklu jest nieco bardziej skomplikowany, gdyż w reakcji (1) powstaje jako pośrednik karbamioilofosforan, a w reakcji (2) — arginylbursztynian

(Szent-Györgyi, Thunberg, Knoop, Wieland) zwróciło uwagę na katalityczną rolę w tych reakcjach kwasów dwukarboksylowych, takich jak kwas bursztynowy, fumarowy, jabłkowy i szczawiooctowy. Dopiero jednak Krebs powiązał rozmaite obserwacje w logiczną całość i przeprowadził krytyczne doświadczenia (wspólnie z Johnsonem), które wykazały udział kwasu cytrynowego w tym procesie. W 1937 r. sformułował Krebs schemat końcowej drogi utleniania tkanekowych jako tzw. cykl kwasu cytrynowego lub cykl kwasów trójkarboksylowych (obecnie nazywany po prostu cyklem Krebsa). Tym razem hipoteza Krebsa wyprzedziła epokę i nie znalazła szybkiego uznania. Najpierw praca została odrzucona przez redakcję słynnego londyńskiego czasopisma przyrodniczego *Nature* jako zbyt wąsko specjalistyczna, a następnie podniosły się rozmaite głosy krytyczne. Nawet doświad-

czenia izotopowe początkowo przemawiały przeciw teorii Krebsa, gdy okazało się, że kwas α-ketoglutaryny powstający ze znakowanego kwasu pirogronowego zawierał zawsze piętno izotopowe tylko w jednej ze swych grup karboksylowych (γ-karboksyl). Tymczasem kwas cytrynowy ma budowę symetryczną, co według wielu ówczesnych badaczy wykluczało jego udział jako pośrednika w utlenianiu pirogronianu. Dopiero Ogston w 1948 r. wykazał, że cząsteczka kwasu cytrynowego łącząc się trójpunktowo z enzymem może dać asymetryczne produkty. Ostateczne zaakceptowanie cyklu Krebsa nastąpiło z chwilą wyjaśnienia struktury aktywnego octanu (acetylokoenzym A) oraz mechanizmu enzymatycznej syntezy kwasu cytrynowego (badania Lipmanna, Ochoa'y i Lynena w latach 1948-1952). Doprowadziło to wreszcie do przyznania Krebsowi w 1953 r. nagrody Nobla z zakresu fizjologii i medycyny.

Znaczenie cyklu kwasu cytrynowego znacznie wykracza poza pierwotne obserwacje Krebsa i Johnsona wykonane na rozdrobnionym mięśni piersiowym gołębia. Obecnie wiadomo, że cykl ten jest rzeczywiście uniwersalny: we wszystkich tkankach zwierząt wyższych, wielu tkankach roślinnych i większości mikroorganizmów aerobowych reprezentuje on główną drogę utleniania kwasu octowego powstającego z węglowodanów, kwasów tłuszczowych i niektórych aminokwasów. W komórkach eukariotycznych enzymy tego cyklu zlokalizowane są w mitochondriach i pozostają w bezpośrednim kontakcie z łańcuchem oddechowym przenoszącym elektrony z substratów na tlen, dzięki czemu uwolniona energia swobodna magazynuje się w postaci ATP. Jednakże rola cyklu kwasu cytrynowego nie ogranicza się tylko do katabolizmu: większość reakcji cyklu jest odwracalna i może służyć procesom syntezy rozmaitych metabolitów pośrednich. Na drukowanych przez różne firmy „mapach metabolicznych”, które mają w skrócie przedstawić współczesny biochemiczny obraz procesów życiowych, cykl Krebsa reprezentuje zwykle centralny punkt przemian, gdzie krzyżują się drogi rozkładu i syntezy większości naturalnych związków występujących w komórce.

Krebs do ostatnich lat życia pracował doświadczałnie, zwłaszcza nad przemianami aminokwasów w powiązaniu z cyklem kwasów trójkarboksylowych. Pozostał przy tym człowiekiem bardzo skromnym i bezpośrednim, który nieustannie dzielił całą swoją wiedzę z otaczającą go rzeszą współpracowników i studentów.

Aleksander K o j

W stulecie śmierci Darwina

19 kwietnia 1982 r. minęło 100 lat od śmierci Karola Roberta Darwina. Rocznica ta została uczczona na całym świecie, w najróżnorodniejsze sposoby: od sympozjów naukowych począwszy, a na serialach telewizyjnych skończywszy. Darwinowi i teorii ewolucji poświęcimy w przyszłości obszerne opracowanie,

obecnie natomiast zacytujemy fragmenty wspomnienia pośmiertnego, które sto lat temu ukazało się we „Wszechświecie”. Jak okazuje się zeń, wielkość Darwina została w pełni dostrzeżona jeszcze za jego życia. Cykl czterech artykułów rozpoczęto drukować w zeszytach nr 5, z 1 maja 1882, a więc niespełna dwa

tygodnie po śmierci twórcy teorii ewolucji. Autorem był członek Komitetu Redakcyjnego, prof. August Wrześniowski.

Karol Darwin obszernym i głębokim swym poglądem na istoty ożywione zmienił nasze zapatrywanie się na wzajemny stosunek tych istot i przedstawił je w nowym zupełnie świetle, jednym słowem z gruntu zreformował nauki bijologiczne, wlewając w nie nowe życie i otwierając nowe dziedziny badania. Daleko sięgające pomysły Darwina niesłychany wpływ wywarły na nauki bijologiczne, oraz w wysokim stopniu zajęły umysł nie tylko fachowych przyrodników, ale nadto całego, można powiedzieć, ogółu, chociażby nieco myślących ludzi.

Jedni starają się bronić sztandaru Darwinizmu, inni usiłują go obalić, ale rzadko kto pozostaje obojętnym widzem walki, która zagrzewając strony wojujące, niekiedy zbyt daleko je porywała. Pomiędzy stronnikami teorii Darwina spotykamy wielu, conajmniej znakomitą większość, wybitniejszych bijologów i myślicieli, oraz liczne zastępy mniej znakomitych badaczy. Należy jednak przyznać, że pomiędzy stronnikami Darwina zdarzają się także egzaltowani fanatycy, którzy w zbytku żarliwości przenoszą teorię do obcych jej krain, starają się służyć jej ukrywaniem i przekręcaniem prawdziwego znaczenia mniej dogodnych dla nich faktów, oraz odsądzają od czci i wiary ludzi innego przekonania. Tacy zanadto gorliwi przyjaciele, zbyt wiele posiadający krewkości i stancowości, dużo szkodzą powodzeniu głębokich pomysłów Darwina, albowiem mniej z rzeczą obeznani mniemają, jakoby teoria zasadzała się na takich i tym podobnych frazesach, wykrzyknikach i innych nadużyciach słowa. Zbyt uczona żarliwość stronników nieco zachwiała zimną krew samego nawet wodza, który jednak wkrótce odzyskał panowanie nad wyobraźnią. Jeżeli zwolennicy Darwina niezawsze umieli panować nad sobą i dawali unosić się namiętności, która nigdy nie powinna zamącić czystego źródła nauki, to z drugiej strony należy przyznać, że przeciwnicy niemniej często wojowali niewłaściwą bronią przekręcania prawdy, potokami nieuzasadnionych a gwałtownych, niekiedy żelźwych fra-

zesów, oraz sofistycznymi dowodzeniami. Pośród tego gorącego, często namiętnie i zjadliwie prowadzonego sporu najzimniejszym pozostał sam Darwin, który nie przekroczył granic prawdy naukowej polemiki, a napaści osobiste pozostawiał bez odpowiedzi, pokrywając je zupełnym milczeniem. Bądźco bądź sumienna krytyka przeciwników niemniejsze posiada zasługi od sumiennych studyjów życzliwego Darwinowi obozu, gdy tymczasem namiętne wycieczki z obu stron szkodziły samej tylko niewłaściwie bronionej sprawie

Teoryja, która zdołała tak dalece zająć i poruszyć umysły nawet ludzi niemających bezpośredniego zetknięcia z naukami, która obudziła niesłychany zapal przeciwników i zwolenników, może być należycie oceniona dopiero po długich i sumiennych studyjach, któreby pozwoliły dobrze rozpatrzyć ją we wszelkich szczegółach i dały możność rozebrać wszystko, co na jej korzyść przemawia, oraz wszystko, co przeciwko niej przytoczone.

Wrześniowski omawia następnie szczegółowo różne aspekty teorii Darwina i jego wkład w zoologię, botanikę i geologię.

Następnie przedstawia całą dostępną bibliografię Darwina, tłumacząc na język polski tytuły prac, a niektóre pokrótce omawiając.

Najważniejszą datą w teorii ewolucji był bez wątpienia dzień 1 lipca 1858, kiedy to Lyell i Hooker przedstawili Towarzystwu Linneuszowemu w Londynie rozprawy Darwina i Wallacea, rozwijające teorię naturalnego wyboru...

Cykl artykułów zamyka obszerne wspomnienie biograficzne, kończące się w taki sposób:

Darwin doczekał się tej wielkiej pociechy, że teoria naturalnego wyboru przed jego śmiercią bardzo szybko zyskała prawie powszechne uznanie w świecie naukowym.

Karol Darwin pracowity swój żywot zakończył we środę dnia 19 kwietnia r. b. Pochowano go w katedrze Westmisterskiej, wyznaczając miejsce obok Newtona, na co genialnością pomysłów swoich zupełnie zasłużył.

Jerzy Vetulani

150 rocznica pierwszego pomiaru bezwzględnej wartości składowej poziomej ziemskiego pola magnetycznego

W dniu 26 maja 1832 w Getyndze Carl Friedrich Gauss i Wilhelm Weber po raz pierwszy zmierzili bezwzględną wartość poziomej składowej ziemskiego pola magnetycznego, ustalając że wynosiła ona $1,7820 \text{ mg}^{1/2} \text{ mm}^{-1/2} \text{ s}^{-1}$. Z tej okazji S. R. C. Malin i D. R. Barraclough opublikowali w czasopiśmie *Nature* artykuł poświęcony Gaussowi i jego doświadczeniom.

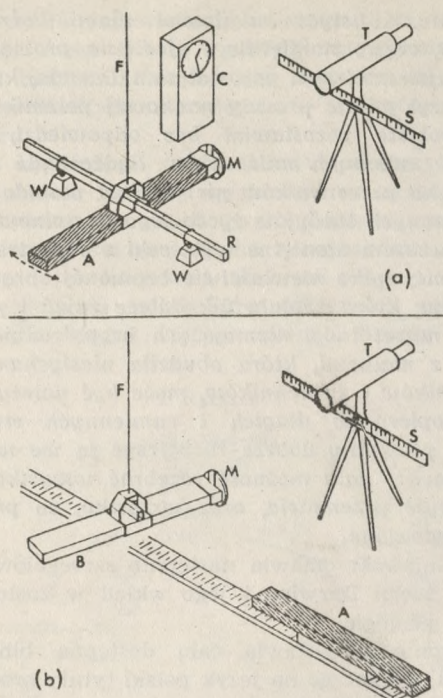
Gauss (1777—1855) odznaczał się od dzieciństwa talentem matematycznym i lingwistycznym; prawdopodobnie fakt, że w wieku lat 19 udowodnił, że można skonstruować regularny siedemnastobok posługując się linijką i cyrklem zdecydował o wybraniu matematyki jako swego powołania. Chociaż głównie interesował się czystą matematyką (jego teza doktorska była dowodem „podstawowego teoremu algebry”), stopniowo interesował się coraz bardziej również mate-

matyką stosowaną, astronomią, geodezją, optyką, telegrafią i magnetyzmem ziemskim.

Z początkiem lat trzydziestych ubiegłego stulecia Gauss zaczął się interesować możliwością stworzenia uniwersalnego systemu jednostek w fizyce i doszedł do wniosku, że nawet natężenie magnetyczne może być wyrażone w jednostkach masy, długości i czasu. (Jest to możliwe w układzie, w którym przyjmiemy, że przenikliwość magnetyczna w próżni jest liczbą bezwymiarową, równą jedności).

W lutym 1832 w liście do astronoma Olbersa pisał: „Zajmuję się obecnie magnetyzmem ziemskim, zwłaszcza bezwzględną wartością jego natężenia. Mój przyjaciel, Weber, prowadzi doświadczenia według moich wskazówek”.

Doświadczenie wymagało bardzo prostego oprzy-



Doświadczenie Gaussa. a) Doświadczenie oscylacyjne. Magnes A, zawieszony na nici jedwabnej F, drga w płaszczyźnie poziomej. Jego moment bezwładności można zmieniać przez zawieszenie ciężarków, W, na pręcie R. Okres drgań wyznacza się obserwując odbicie skali, S, w lusterku M przez lunetkę T, mierząc czas pełnej liczby wahań przy pomocy zegara C. b) Doświadczenie deflekcyjne. Na nitce zawieszają się magnes B i obserwuje się jego odchylenie od kierunku północy magnetycznej przez magnes A umieszczony w różnych, znanych odległościach. Podobnie jak w poprzednim wypadku odchylenie mierzy się obserwując odbicie skali S w lusterku M przez lunetkę T.

rzędowania: dwa magnesy sztabkowe A i B, urządzenie do zawieszenia magnesu na pojedynczej nici, linijka, stoper i dwa ciężarki. Metoda też jest w zasadzie prosta, chociaż uzyskanie dokładnych wyników wymaga pewnych udoskonaleń.

W pierwszej części doświadczeń, doświadczeniu oscylacyjnemu, zawieszają się magnes A na nitce. Magnes ustawiając się w kierunku północy magnetycznej waha się wokół położenia dokładnie zgodnego z ziemskim polem magnetycznym, a okres wahań można opisać wzorem $T = 2\pi \sqrt{I/MH}$, gdzie T oznacza okres wahań, I — moment bezwładności magnesu, M — jego moment magnetyczny, a H — składową poziomą natężenia pola magnetycznego. Znając I można obliczyć iloczyn MH .

Gauss obliczył moment bezwładności zawieszając na magnesie ciężarki w różnych odległościach od punktu zawieszenia i obserwując, w jaki sposób po-

łożenie ciężarków zmienia okres wahań. Obliczając wartość inercji z wielu pomiarów T i różnic inercji (wywołanej różnym położeniem ciężarków) zastosował stworzoną przez siebie metodę najmniejszych kwadratów, używaną dzisiaj zawsze, gdy chcemy w prawidłowy sposób przeprowadzić prostą przez zbiór punktów doświadczalnych.

Drugą część pomiaru stanowiło doświadczenie deflekcyjne, w którym na zawieszeniu umieszcza się magnes B i oznacza się jego odchylenie wówczas, gdy magnes A umieszczony jest w określonej odległości prostopadle do magnesu B, na wschodzie lub na zachodzie. Jeżeli wiadomo, w jaki sposób zmienia się siła oddziaływania magnetycznego z odległością, można wyznaczyć stosunek M/H .

Gauss wykazał, że siła oddziaływania magnetycznego spada wraz z sześcianną odległości, oraz że wystarczy dodać do równania tylko jedno wyrażenie, aby wzór uwzględnił, że magnesy mają skończoną długość.

Stosując znowu metodę najmniejszych kwadratów Gauss obliczył z zależności pomiędzy odległością magnesu A i wielkością odchylenia magnesu B wyrażenie M/H ; mając podane wartości MH i M/H można z łatwością obliczyć wartości każdego z parametrów osobno.

Ze względu na zmiany w wartościach natężenia ziemskiego pola magnetycznego trudno jest stwierdzić z jaką dokładnością zmierzono po raz pierwszy składową poziomą natężenia ziemskiego pola magnetycznego, ale ekstrapolacja sugeruje, że błąd popełniony przez Gaussa nie przekraczał 1%.

Metoda Gaussa była używana z bardzo niewielkimi zmianami do wyznaczania wartości natężenia ziemskiego pola magnetycznego w laboratoriach i warunkach polowych prawie przez sto lat, a i dzisiaj jest jeszcze czasem stosowana, chociaż chętniej stosuje się magnetometr protonowy, dający w ciągu kilku sekund odpowiedź z dokładnością do jednej milionowej (jednej dziesięciotysięcznej procentu).

Zainteresowania Gaussa magnetyzmem ziemskim nie ograniczyły się jedynie do wyznaczenia natężenia jego składowej poziomej. Stosując swój inny matematyczny wynalazek, sferyczną analizę harmoniczną, do ziemskiego pola magnetycznego wykazał, że pochodzi ono niemal w całości ze środka ziemi. Wraz z innym niemieckim uczonym, Humboldtem, stworzył on też „Getyńską Unię Magnetyczną”: międzynarodowy projekt badawczy polegający na równoczesnej obserwacji ziemskiego pola magnetycznego w cztery określone dni w roku w różnych punktach na całym świecie. Z tego projektu wywodzi się dzisiejsza sieć obserwatoriów magnetycznych, obejmująca cały świat.

J. Latini

Postępy spektroskopii i nagroda Nobla z zakresu fizyki w roku 1981

Nagroda Nobla z zakresu fizyki w 1981 roku została przyznana trzem uczonym, którzy przyczynili się istotnie do rozwoju różnych aspektów spektroskopii. Połowę nagrody uzyskał Kai Siegbahn, 63, z Uniwersytetu w Uppsali, drugą połowę podzielili się dwaj Amerykanie: pochodzący z Holandii Nicolaas Bloembergen, 61 (Harvard University) oraz Arthur Schawlow, 60 (Stanford University).

Spektroskopia jest podstawową metodą analizy atomów i molekuł. Każde ciało odpowiednio nagrzane emituje swoje charakterystyczne widmo promieniowania — tak charakterystyczne, że można na jego podstawie identyfikować rozgrzany materiał. Na podstawie widma gwiazd astronomowie określają ich skład chemiczny, ruch, temperaturę i pole magnetyczne.

Zamiast ogrzewać badane ciało do świecenia można je również badać kierując na nie wiązkę światła lub innego rodzaju energii, np. promieni rentgenowskich. Gdy energia promienista trafia na atomy, elektrony zmieniają poziomy energetyczne, bądź przenosząc się na wyższe orbity, bądź odlatując od jądra całkowicie. W czasie tych procesów elektrony absorbują lub emitują określone ilości (kwanty) energii, na podstawie których można identyfikować atom. Nagrody Nobla z fizyki w 1981 r. zostały przyznane głównie za prace prowadzące do zwiększenia czułości i rozdzielczości metod spektroskopowych.

Siegbahn, syn laureata nagrody Nobla z zakresu fizyki w 1925 r., Manne Siegbahna, otrzymał nagrodę za „wkład w rozwój wysokorozdzielczej spektroskopii elektronowej”. Metoda ta, poprawnie nazywana spektroskopią fotoelektronową, wykorzystuje odkryty przez Hertza sto lat temu, w 1883 r. efekt fotoelektryczny. Polega on na wyrzucaniu elektronów przez wiązkę światła padającą na odpowiedni materiał, a naturę tego zjawiska wyjaśnił Einstein. Spektroskopia elektronowa polega na wysokorozdzielczej analizie dystrybucji energii kinetycznej elektronów wyrzuconych z substancji stałych, ciekłych lub gazowych po napromieniowaniu wiązką monoenergetycznego promieniowania rentgenowskiego lub nadfioletowego. Znając energię kinetyczną fotoelektronu, K , oraz energię fotonu, $h\nu$ (gdzie h — stała Plancka, a ν — częstotliwość promieniowania), ze wzoru $h\nu = B + K$ można obliczyć wartość B , będącą wartością energii wiązania elektronu. Wyznaczając energie wiązania przed i po reakcji chemicznej można z różnicy tych wartości wyciągnąć wnioski dotyczące reakcji chemicznych i budowy związków. Z tego też powodu metodyka analityczna opierająca się na spektroskopii fotoelektronowej wypracowana przez Siegbahna została nazwana „spektroskopią elektronową dla analizy chemicznej” (ESCA).

Chociaż podstawy teoretyczne spektroskopii elektronowej były wypracowane już w latach dwudziestych, droga do praktyki była długa. Główną przeszkodą było rozmycie widma, spowodowane tym, że elektrony po opuszczeniu atomów ulegają liczным kolizjom, w wyniku czego mogą tracić lub zyskiwać kwanty energii. Jeżeli instrument badawczy ma niezbyt wielką

moc rozdzielczą, przy jego pomocy notuje się obecność szerokiego pasma energetycznego, na podstawie którego nie można wnioskować o tym, jaka była pierwotna energia elektronów opuszczających próbkę.

Elektrony ulegające kolizjom tracą energię nie w sposób ciągły, ale kwantowo, i istnieje grupa elektronów, która nie utraciła energii. Wobec tego w widmie powinno występować, poza licznymi liniami energetycznymi pochodzącymi od elektronów, które utraciły część energii, ostre pasmo odpowiadające energii elektronów, którym udało się unieść całą energię początkową, $K = h\nu - B$.

W tym krótkim szkicu nie ma miejsca na dokładny opis skonstruowanego przez Siegbahna spektrometru. Urządzenie to, wykorzystujące opracowaną przez Siegbahna zasadę dwuwymiarowego ogniskowania, zostało nazwane spektroskopem dwuogniskującym. Pierwsze urządzenie zbudowane na tej zasadzie i skonstruowane z wyeliminowaniem żelaznych biegunów cewek kształtujących pole magnetyczne, rozpoczęło pracę w Uppsali w 1954 r. Miało ono moc rozdzielczą dziesięciokrotnie wyższą od dotychczasowych spektroskopów. Przy jego użyciu dokonano dwóch ważnych odkryć — wykrycia linii widmowych odpowiadających zerowej utracie energii, pozwalających na precyzyjne wyliczenie wartości energii wiązania, oraz wykrycie tzw. „przesunięcia chemicznego”. To drugie odkrycie polegało na stwierdzeniu, że w widmach niektórych substancji, w których spodziewano się pojedynczej linii fotoelektronowej pochodzącej od danego atomu, występowało więcej linii. To właśnie stwierdzono dla tiosiarczanu sodowego ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$). Wyjaśniono to w ten sposób, że — jak wiadomo — atomy siarki w tiosiarczanie nie są sobie równoważne — jeden znajduje się formalnie w stanie utlenienia -2 , drugi zaś w $+6$. Okazuje się, że gęstości elektronowe w sąsiedztwie tych dwóch atomów są różne. Po tym odkryciu zaczęto korelować energie wiązania elektronów ze stanem utlenienia. Dzięki temu metodami ESCA można nie tylko oznaczać atom, ale także i jego otoczenie chemiczne.

Spektroskopia elektronowa stała się dzisiaj potężnym narzędziem badawczym, zarówno w badaniach podstawowych, jak i w praktyce, przede wszystkim do badania składu pierwiastkowego i stanu chemicznego powierzchni materiałów o znaczeniu przemysłowym.

Bloembergen i Schawlow podzielili się swoją połową nagrody Nobla za prace w dziedzinie spektroskopii laserowej, zarówno opracowując jej podstawy teoretyczne, jak i przeprowadzając podstawowe prace doświadczalne.

Schawlow rozpoczął swą karierę naukową badaniami nad maserami, urządzeniami wzmacniającymi energię elektromagnetyczną fal długich (mikrofal) przez wzbudzaną emisję promieniowania. Nazwa „maser” jest akronimem pełnej angielskiej nazwy urządzenia (microwave amplification by stimulated emission of radiation). Prace te prowadził on wspólnie ze swym już nieżyjącym szwagrem, Charlesem H. Townesem. W 1958 roku zaproponowali oni metodę skrócenia długości fal w maserze, aby uzyskać bardzo wąskie pasmo fal świetlnych wzajemnie oscylujących w fazie.

Doprowadziło to do stworzenia lasera (light amplification by stimulated emission of radiation). Prace nad laserami i maserami prowadzono niezależnie od siebie w Stanach Zjednoczonych i w Związku Radzieckim, a jednym z efektów tych badań było przyznanie nagrody Nobla w dziedzinie fizyki w 1964 r. Townesowi i uczonemu radzieckiemu, N. G. Basowowi i A. M. Prokhorowowi za podstawowe prace w tej dziedzinie.

W latach sześćdziesiątych Schawlow przestał pracować nad udoskonaleniem laserów, koncentrując się nad poprawą rozdzielczości i czułości spektroskopów laserowych. Zmieniając długość fali światła laserowego Schawlow był w stanie identyfikować określone atomy i molekuly na tle ich otoczenia. Podobnie jak Siegbahn, Schawlow stanął przed problemem uzyskania ostrego, czystego widma z rozmytego obrazu. Metoda, którą zastosował polegała na napromieniowywaniu próbki wiązkami laserowymi z przeciwnych kierunków, tak że rozmycie powodowane przez jedną wiązkę było znoszone przez rozmycie powodowane przez wiązkę przeciwną.

Jednym z najwyższych cenionych osiągnięć Schawlowa było wyznaczenie dokładnej wartości jednej z fundamentalnych własności materii, a mianowicie stałej Rydberga: wartości energii wiązania elektronu z protonem w atomie wodoru.

Podobnie jak Schawlow, Bloembergen również pracował nad poprawą rozdzielczości spektroskopu laserowego przez eliminację rozmycia widma. Jeżeli jednak Schawlow zajmował się stanami energetycznymi poszczególnych atomów i molekuł, Bloembergen badał własności spektroskopowe dużych próbek.

Zasadnicza i największa część prac Bloembergena wiąże się z zagadnieniem optyki nieliniowej. Optyczne efekty nieliniowe zachodzą wówczas, gdy natężenie promienia laserowego padającego na próbkę jest tak wielkie, że cząsteczki materii nie odpowiadają już w sposób proporcjonalny (liniowy) do energii wiązki. Prace Bloembergena w tej dziedzinie doprowadziły do licznych zastosowań praktycznych, takich jak monitorowanie optycznych systemów komunikacyjnych czy spektroskopowa analiza spalin silników odrzutowych.

Inną zasługą Bloembergena było wyprowadzenie laserów poza obręb światła widzialnego. Jest on twórcą lasera czterofalowego, urządzenia w którym w wyniku mieszania trzech wiązek światła laserowego powstaje czwarta, o bardzo dużym natężeniu. Takie lasery czterofalowe zastosowane zostały do badania procesów spalania w komorach silników samochodowych, a także do śledzenia transportu pierwiastków w żywych tkankach.

Ostatnio Bloembergen pracuje nad zagadnieniami katalizy laserowej: metody sterowania kierunkiem i szybkością reakcji chemicznej poprzez wybiórcze pobudzanie promieniowaniem laserowym swoistych stanów w substratach reakcji lub wybiórcze niszczenie jej produktów.

Podobnie jak w innych dziedzinach, Nagrody Nobla w roku 1981 przypadły uczonemu starszemu, za odkrycia dokonane 10–20 lat temu, dobrze sprawdzone w praktyce. Tym samym, po roku 1980, kiedy niektóre nagrody przypadły za prace w najbardziej aktualnej, pierwszej linii frontu, powrócono do dawnej tradycji. Jednakże, przynajmniej w dziedzinie fizyki, nagrody te przypadły uczonemu, którzy aktywnie pracują po dziś dzień.

Przyrodnicze nagrody Nobla 1982

W dziedzinie fizjologii i medycyny: John R. Vane (55), dyrektor Wellcome Research Laboratories (Londyn), Sune Bergström (66) i Bengt Samuelson (48) z Karolinska Institutet w Sztokholmie za prace nad prostaglandynami i związkami pokrewnymi. 50 lat po odkryciu prostaglandyn przez innego noblistę Ulfę Sвена von Eulera, przyniosły one nagrodę Nobla badaczom, którzy ustalili ich strukturę, a przede wszystkim, dzięki nim, odkryli mechanizm procesów zapalnych oraz naturę działania leków przeciwbólowych i przeciwzapalnych typu aspiryny, hamujących syntezę prostaglandyn, substancji, których uwalnianie odgrywa kluczową rolę w procesach bólu, zapalenia i gorączki. Dalsze badania grupy Vane'a doprowadziły do odkrycia prostacykliny, substancji o olbrzymich możliwościach zastosowania praktycznego. Numer 5–6/82 Wszechświata, który w zamierzeniach miał otworzyć drugie stulecie naszego czasopisma, rozpoczyna się artykułem współodkrywcy prostacykliny, współpracownika Vane'a, Ryszarda Gryglewskiego, na temat tych substancji.

W dziedzinie chemii: Aaron Klug (56), University of Cambridge, za prace nad wyznaczaniem trójwymiarowej struktury makromolekuł metodami mikroskopii elektronowej. Mikroskopia elektronowa jest najpotężniejszą techniką fizyczną badania makromolekuł i innych struktur biologicznych, ale obrazy uzyskane w ten sposób są „cieniami” badanego obiektu. Klug opracował metody matematyczne rekonstrukcji kształtu struktury na podstawie tych cieni (transformacje w przestrzeni fourierowskiej): stosując je można przy pomocy komputera uzyskać obraz przestrzenny (a nawet obracać go na ekranie telewizora). Metoda Kluga znalazła zastosowanie również poza biochemią: w radioastronomii, radiografii medycznej (tomografia), analizie obrazów itp.

W dziedzinie fizyki: Kenneth G. Wilson, z Cornell University w Ithaca (New York), za prace nad teorią renormalizacji grup. Zjawiska fizyczne odbywające się w różnych skalach (np. oddziaływania między dwiema cząsteczkami wody i falowanie oceanu) zazwyczaj nie przeszkadzają sobie, ale w pewnych sytuacjach, w stanie krytycznym, zaczynają na siebie oddziaływać. Stany krytyczne, to np. punkt, w którym już nie da się uzyskać płynnej wody (647 K, 217 atm) lub punkt Curie, w którym znikają własności ferromagnetyczne (dla Fe 1044 K). Opis tych zjawisk dotychczas był praktycznie niemożliwy: teoria renormalizacji grup jest metodą konstrukcji teorii pozwalających na opis tych zjawisk. W większości wypadków przy pomocy tej teorii bada się stany krytyczne związane z temperaturami krytycznymi (stąd nagroda została przyznana „za wyjaśnienie zmian w ciałach przy podwyższaniu temperatury”), ale Wilson próbuje zastosować ją również do wyjaśnienia zagadnień fizyki cząstek elementarnych — do opisu interakcji między kwarkami.

Tak szybko, jak na to pozwolą nam warunki i cykl wydawniczy, zamieścimy obszerniejsze artykuły na temat prac laureatów. Na razie należy tylko zakończyć tę notkę (pisaną 19. 11. 1982, w dzień po ogłoszeniu ostatnich dwóch nagród) wyrazami radości z sukcesu dr Vane'a, któremu serdecznie gratuluję. O ile wśród poprzednich laureatów nagrody Nobla

znajdowali się czasem uczeni polskiego pochodzenia, nie specjalnie związani z krajem, w którym się urodzili, Vane jest ich przeciwieństwem — jest cudzoziemcem blisko związanym z Polską. Przez jego pracę, początkowo w Royal College of Surgeons of England, a potem w Wellcome Research Laboratories przewinęło się wielu Polaków: wspólne z nim prace publikowali jako pierwsi autorzy Janina Barczak-Staszewska, Ryszard Gryglewski, Krystyna Herbaczewska-Cedro, Emilia Mikoś i Stefan Pojda. Vane publikuje też w polskiej prasie: doskonały artykuł Gryglewskiego i Vane'a „Evolution of ideas in prostaglandin research” — Rozwój idei w badaniach

prostaglandyn — ukazał się w *Bateria Medica Polona* (1980, 12: 156—168).

Przyjaciół Polski i Polaków, Vane, wielokrotnie odwiedzał nasz kraj. Jest członkiem zagranicznym PAN, doktorem *hc* krakowskiej Akademii Medycznej, członkiem honorowym Polskiego Towarzystwa Farmakologicznego.

Oczywiście wolelibyśmy, aby tegoroczna nagroda Nobla nie ominęła Polaka, ale jeżeli tak już się stało, to sukces Vane'a był najlepszą następną rzeczą, jaka mogła się zdarzyć.

Jerzy Vetulani

PRZEGLĄD NAUK NEUROBIOLOGICZNYCH

Przeptyw sygnałów

Warunkiem sprawnego działania każdego systemu nerwowego jest komunikacja pomiędzy neuronami. Niezależnie od tego, czy sposób komunikacji jest czyisto elektryczny (polegający na ruchu jonów poprzez połączenie szczelinowe), czy chemiczny (polegający na wyzwoleniu neuromediatorów), bezpośrednią konsekwencją sygnału jest wzrost przepuszczalności błony komórki dla której sygnał jest przeznaczony. Błona staje się łatwiej przepuszczalna dla jonów najbardziej zaangażowanych w komunikację: Na^+ i K^+ .

W komórkach, w których komunikacja odbywa się wyłącznie na drodze elektrycznej, zwiększona przepuszczalność następuje w wyniku aktywacji normalnych kanałów jonowych, wykorzystywanych również w stanie spoczynkowym dla utrzymywania odpowiedniej różnicy potencjałów. W przypadku sygnałów chemicznych występują specjalne, dodatkowe kanały jonowe. Najlepiej znamy obecnie stosunki panujące w obszarze łączącym nerw i mięsień — w płytce neuromotorycznej.

Neuromediatozem w płytce neuromotorycznej jest acetylocholina. Po jej zadziałaniu w błonie postsynaptycznej otwierają się kanały sodowe i potasowe i pozostają one otwarte przez dziesiątki milisekund. Gdy stosuje się sztuczne analogi acetylocholiny okres ten może być jeszcze dłuższy.

Konsekwencją podniesienia przepuszczalności błony komórkowej dla jonów będzie tendencja do pobudzenia komórki. Nawet bowiem częściowa depolaryzacja (wyrównanie potencjałów) prowadzić będzie do dalszego wzrostu przepływu jonów Na^+ i K^+ zgodnie z gradientem stężeń. W ten sposób działanie neuromediatora na komórkę postsynaptyczną powoduje efekt podobny do efektu depolaryzacji uzyskanej przez przyłożenie odpowiedniego potencjału elektrycznego. Jeżeli tylko przepuszczalność zwiększy się na tyle, że stanie się równoważna potencjałowi progowemu, przy którym komórka spontanicznie wytworzy (i wysśle wzdłuż swego ciała) potencjał czynnościowy (iglicę potencjału, impuls elektryczny), sygnał chemiczny wysłany przez komórkę presynaptyczną powoduje „zaiskrzenie” komórki postsynaptycznej.

Interakcje pomiędzy komórkami mogą być niesłychanie zróżnicowane, gdyż różne neuromediatory mogą z różną siłą wpływać na różne kanały jonowe. Jeżeli, na przykład, neuromediator będzie wywoływać wybiórczy wzrost przepuszczalności kanałów potasowych, skutkiem będzie nie pobudzenie, ale zahamowanie przewodnictwa w komórce postsynaptycznej: potencjał na błonie postsynaptycznej będzie zwiększony (bardziej ujemny) i szansa komórki na osiągnięcie stanu progowego, powodującego samoczynne wyzwolenie potencjału czynnościowego, jest zmniejszona.

Kanały sodowe i potasowe otwierane w błonie przez neuromediatory są różne od kanałów normalnie odpowiadających za przepuszczalność błony dla tych jonów w stanie spoczynku. Przede wszystkim kanały uruchamiane przez neuromediatory nie są zależne od zmiany potencjału błonowego. Poza tym w wielu komórkach napływ sodu i wypływ potasu następują równocześnie i z grubsza są sobie równoważne stechiometrycznie. Wskutek tego efekt działania neuromediatorów przypomina działanie pompy sodowo-potasowej zmuszanej do pracy wstecz (patrz poprzedni odcinek cyklu). Jednakże mechanizm ten nie ma nic wspólnego z klasyczną pompą błonową, gdyż ta jest zbyt powolna.

Jaki będzie ostateczny efekt zadziałania neuromediatora, jak wpłynie on na zdolność komórki do wytworzenia potencjału czynnościowego — to zależy od fizycznego rozmieszczenia różnych typów kanałów jonowych w wypustkach komórki postsynaptycznej, dookoła synaps.

Osoby zainteresowane konstrukcją komputerów dostrzegą od razu, że własności synapsy chemicznej pozwalają na konstrukcję fizjologicznego analogu normalnych obwodów komputerowych. Neurony na każdym wyrostku (np. na dendrycie zbierającym sygnały) posiadają zazwyczaj wiele synaps, i niosą wiele wyrostków biegnących do kadłuba komórki. Wobec tego pojawienie się na drugim, „nadawczym” biegunie komórki sygnału prowadzącego do kolejnego neuronu zależy nie tylko od siły sygnału nadchodzącego, ale również od rozłożenia w czasie innych sygnałów napływających do neuronu. Łatwo więc dostrzec, że w każdym pojedynczym neuronie istnieją odpowiedniki układów „I” bądź „LUB”. Funkcje, do których ko-

mórka jest zdolna, są wyznaczane przez układ dendrytów prowadzących do kadłuba komórki. Zadziałanie pewnych funkcji „I” bądź „LUB” może nastąpić tylko wówczas, gdy braknie pewnych sygnałów wchodzących.

Biorąc pod uwagę złożoność przeciętnego neuronu — a znamy w układzie motorycznym kręgowców motoneurony zaopatrywane nawet przez 1000 doprowadzeń — ilość możliwych kombinacji jest olbrzymia. Dowiedziono jednak ostatnio, że odpowiedź na zasadnicze pytanie: czy neuron przekaże dalej otrzymany sygnał, czy nie? rozstrzyga się w okolicy przy podstawie wypustki osiowej (aksonu). Jeżeli w tej okolicy dojdzie do lokalnej depolaryzacji, stosunkowo zresztą niewielkiej, wynoszącej raczej 15 niż 30 mV, potencjał czynnościowy zostanie wysłany wzdłuż aksonu.

Przedstawiony tutaj opis jest opisem bardzo uproszczonym. Pominęto w nim np. rolę jonów wapnia. Tymczasem pobudzenie komórki postsynaptycznej wymaga dopływu Ca^{2+} , i chociaż ilości tych jonów są stukrotnie mniejsze niż ilości Na^+ i K^+ (przynajmniej w zbadanych pod tym względem płytkach neuronotorycznych żaby i mątwy), z całą pewnością wapń ma istotne znaczenie fizjologiczne.

Nie znamy też odpowiedzi na wiele ważnych pytań. W tej chwili badania koncentrują się nad charakterystyką struktury molekularnej obu typów kanałów jonowych: aktywowanych przez neuromediatory oraz normalnych składników błony komórkowej. Badania nad receptorem acetylocholinowym (patrz niżej: „Co robią neuromediatory?”) dają szansę na rozwiązanie pierwszego problemu, natomiast poznanie mechanizmu działania kanałów błonowych, otwieranych i zamykanych przez zmiany potencjału, jest sprawą odleglejszą. Nie znamy jeszcze technik pozwalających na izolację tych kanałów w ilościach nadających się do badania. Być może uda się do tego celu wykorzystać techniki klonowania.

Interesującym problemem, obecnie wciąż niejasnym, jest też rozmieszczenie receptorów wrażliwych na neuromediatory w obszarach odległych od synapsy. W odnerwionych płytkach neuronotorycznych wykazano istnienie kanałów Na^+ i K^+ aktywowanych przez acetylocholinę na całej powierzchni komórki postsynaptycznej. Może zresztą nie należało się spodziewać, że receptory białkowe tego typu znajdują się tylko w obszarach synaptycznych? Wobec tego może należy przypuszczać, że neurony mogą być pobudzane nie tylko w wyniku wysoce ukierunkowanych procesów komunikacyjnych w synapsach, ale również przez oddziaływania bardziej uogólnione? Prawdopodobnie tak, ale nikt jeszcze nie wie, jak to się dzieje.

Co robią neuromediatory?

Na wiele sposobów można zapobiec iskrzeniu neuronów, wysyłaniu przez nie potencjałów czynnościowych. Stwierdzono to, m. in., badając mechanizm działania hamującego neuromediatora, kwasu gamma-aminomasłowego (GABA), prostego aminokwasu, spokrewnionego z kwasem glutaminowym (uboższym odcień o grupę $-\text{COOH}$).

Wykazano na różne sposoby, że bezpośrednim skutkiem działania GABA na neurony jest wzrost przepuszczalności błony komórkowej dla jonów Cl^- , które

zazwyczaj znajdują się w wyższych stężeniach w płynie międzykomórkowym niż we wnętrzu neuronu. Najbardziej przekonujące wyniki uzyskano prowadząc badania w systemach modelowych, takich jak pojedyncze neurony rdzenia kręgowego zarodków szczura, hodowane w kulturze tkankowej. Na takich modelowych neuronach można przeprowadzać badania techniką „voltage clamp” lub „latek”, omówionymi na początku cyklu.

Zwiększenie napływu jonów Cl^- do wnętrza neuronu zwiększa wartość ujemnego potencjału cytoplazmy neuronalnej czyli wywołuje hiperpolaryzację. To powoduje, że komórkę jest trudniej pobudzić — wyższy potencjał jest potrzebny do wywołania depolaryzacji.

Badania wykazały, że poszczególne neurony z hodowli rdzenia kręgowego różniły się między sobą w odpowiedzi na GABA. Świadczy to o tym, że hamujące działanie GABA zależy od ilości kanałów chlorokowych, których gęstość w różnych komórkach może być różna, bądź nawet od stopnia agregacji tych kanałów w pewnych regionach. Przypuszcza się, że takie agregacje występują w synapsach.

Hamowanie odpowiedzi synaptycznych przez GABA potwierdzili ostatnio Alger i Nicoll, na modelu bardziej zbliżonym do sytuacji fizjologicznej, używając skrawków tkankowych, a nie izolowanych neuronów. Badania te wykazały, że mechanizmu działania GABA nie można wyjaśnić wyłącznie jego wpływem na kanały Cl^- . Zapewne w mechanizmie hamującego działania GABA biorą również udział kanały wapniowe.

Inne neuromediatory hamujące, aminokwasy glicyna i beta-alanina, również działają poprzez otwarcie kanałów Cl^- . Wydaje się zresztą, że wszystkie trzy aminokwasy działają na ten sam typ kanałów. Jednakże istnieją neuromediatory, których działanie hamujące nie wynika z wpływu na kanały Cl^- . Tak np. neuromediator serotonina hamuje komórki postsynaptyczne w hipokampie zwiększając przepuszczalność błonową dla K^+ . Na podobnej zasadzie wydaje się działać neuromediator peptydowy, enkefalina, na komórki miejsca sinawego (*locus coeruleus*) w mózgu ssaków.

Badania nad mechanizmem działania neuromediatorów zaczynają nam rozjaśniać zasady działania niektórych leków psychotropowych. Tak np. pentobarbital (lek do wywołania krótkotrwałej narkozy chirurgicznej) może działać mechanizmem zbliżonym do GABA: powoduje on długo utrzymujący się napływ jonów Cl^- do wnętrza neuronów, powodując w ten sposób ich unieczynnienie. Podobnie przewodnictwo kanałów Cl^- jest zaburzane przez leki uspokajające z grupy benzodwiazepin (relanium, nitrazepam). Niezależnie jednak od tego, w mózgu wykazano również obecność swoistych receptorów benzodwiazepinowych, co wskazuje na fakt, że i działanie tych leków ma mechanizm złożony.

Trudności badań nad mechanizmem działania neuromediatorów polegają na tym, że komórki nerwowe odpowiadają na neuromediatory w sposób złożony. Przede wszystkim prądy transmembranowe, które determinują odpowiedź, nie składają się wyłącznie z przepływu jonów dodatnich, takich jak Na^+ i K^+ , a w mniejszych ilościach Ca^{2+} , ale również i z przepływu jonów ujemnych, Cl^- . Poza tym tylko niektóre receptory, o których wiemy że są zaangażo-



III. LIS *Vulpes vulpes* L. Fot. J. Zembrzusi



IVa. GNIAZDO i ŁĘG łabędzia niemego *Cygnus olor* L. Fot. S. Czyż



IVb. ŁABĘDZIE przy gniazdach. Fot. W. Puchalski

wane w regulację przepływu jonów, są równocześnie receptorami swoistymi dla pewnych neuromediatorów. Inne receptory mają działania własne tylko nieco modyfikowane przez neuromediatory. Na tej ostatniej zasadzie odbywa się np. wpływ neuromediatorów peptydowych na kanały K^+ wrażliwe na kwas glutaminowy.

Badania nad neuromediatorami uzyskano w sytuacjach modelowych, i należy ostrożnie podchodzić do możliwości ich uogólnienia na cały, nienaruszony system nerwowy. W obecnej chwili najpilniejszą potrzebą wydaje się zbadanie bardziej szczegółowe kanałów Cl^- , oraz dokładne poznanie interakcji dwóch różnych neuromediatorów oddziałujących na ten sam receptor. Wreszcie interesującym problemem jest badanie rozmieszczenia receptorów na neuronie gdyż, jak wykazały to badania nad wpływem peptydów morfinopodobnych (opiatowych) na odpowiedzi hamujące komórek postsynaptycznych, właśnie dystrybucja, a nie całkowita ilość receptorów może mieć zasadnicze znaczenie.

Synapsy elektryczne

Fascynujące poszukiwania nowych związków chemicznych, przy pomocy których dokonuje się komunikacja między neuronami przysłoniły nieco doniosłość czysto elektrycznego sposobu porozumiewania międzyneuronalnego. Tymczasem spór, prowadzony w latach dwudziestych pomiędzy Sir Henrym Dale'm, który twierdził, że komunikacja w synapsie (miejscu najściślejszego połączenia neuronów) dokonuje się za pośrednictwem neurotransmiterów, oraz Sir Johnem Ecclesem, według którego medium komunikacyjnym jest prąd elektryczny, zakończył się kompromisem. (Spór ten początkowo zakończył się pozornym zwycięstwem Dale'go: Eccles wycofał się ze swego stanowiska mniej więcej w tym czasie w którym Fatt i Katz dostarczyli niezbitych dowodów na to, że pomiędzy neuronami może istnieć komunikacja elektryczna.)

Obie metody komunikacji są powszechne. Z wielkim zdumieniem przekonano się w ostatnich latach, że komunikację elektryczną można wykazać u ssaków w takich obszarach mózgu, jak hipokamp, podwzgórze i kora węchowa. Synapsy elektryczne wykryte przede wszystkim technikami mikroskopii elektronowej, ale w niektórych pracach ich istnienie potwierdzono badaniami funkcjonalnymi.

Synapsy elektryczne posiadają dwie wyróżniające je cechy morfologiczne. Po pierwsze, odległość pomiędzy zewnętrznymi powierzchniami neuronów w takiej synapsie jest niewielka, o około rząd wielkości mniejsza niż w synapsach chemicznych, często wynosząc zaledwie 2 nm. Po drugie, obraz w mikroskopie elektronowym sugeruje, że w błonie obu neuronów znajduje się dostrzegalna „dziura”, a „dziury” te są umieszczone w taki sposób względem siebie,

że wydaje się iż obie komórki mogą się komunikować bezpośrednio.

Nie można jednak sądzić, że synapsy elektryczne to po prostu leżące mniej lub bardziej naprzeciwko dziury w sąsiadujących neuronach. Badania w mikroskopie elektronowym wykazały, że przestrzeń „dziury” jest wypełniona wysoce uporządkowanymi strukturami heksagonalnymi utworzonymi z cząstek białka nazwanego (z braku lepszej nazwy) koneksyną.

Podstawowym składnikiem koneksyny jest cząsteczka białka o masie ok. 27 000 daltonów. Badania nad ustalaniem jej składu aminokwasowego są w toku. Heksamery koneksyny tworzą struktury w kształcie hantli, które łącząc się z końcami tworzą „koneksyny”, rozciągające się między neuronami. Koneksyny są również ułożone w wzór złożony z sześcioboków.

Zaletą synapsy elektrycznej jest szybkość przenoszenia sygnału. Sygnał w komórce presynaptycznej jest falą ładunku dodatniego przesuwającego się wzdłuż wypustki z szybkością determinowaną głównie opornością pojemnościową błony komórkowej i przewodnictwem elektrycznym wypustki. W synapsie elektrycznej, gdzie przypuszcza się że przewodnictwo między komórkami jest wyższe niż przewodnictwo w poprzek błony, fala depolaryzacji może przejść bezpośrednio do sąsiadującej komórki. Proces ten jest szybki, a sygnał może być przeniesiony z komórki do komórki bez rozciągnięcia w czasie i utraty ostrości.

W wielu wypadkach istnienie synaps elektrycznych może być istotne ze względu na dwukierunkowość ich działania. Taka sygnalizacja wzajemna może być konieczna kiedy chodzi o zgraną odpowiedź grupy neuronów. Większa częstość występowania komunikacji elektrycznej u zwierząt zmiennocieplnych zwłaszcza ryb, sugeruje, że ten typ porozumiewania się między neuronami może być adaptacją do warunków niskich temperatur, w których zmniejsza się tempo metabolizmu komórkowego, od którego uzależniona jest sygnalizacja chemiczna. Nie wydaje się jednak, aby sygnalizacja elektryczna była filogenetycznie prymitywna.

Efektywność sygnalizacji poprzez „dziurę” w synapsie elektrycznej (zwanej też synapsą szczelinową) nie zależy jedynie od wymiaru i kształtu szczeliny, ale może być regulowana przez zmiany w środowisku komórki, zwłaszcza przez zmiany pH i — mniej drastycznie — przez zmiany stężenia Ca^{2+} .

Stwierdzenie powszechności występowania przekazywania elektrycznego między neuronami wydaje się, zdaniem wielu, równie ważne jak odkrycie nowych klas neurotransmiterów. Rzeczywiście, komunikacja elektryczna okazała się zadziwiająco powszechna: jak już wspomniano stwierdzono ją ostatnio w wyższych piętach mózgu ssaków, podczas gdy dotychczas opisywano ją tylko w rdzeniu kręgowym, siatkówce i innych obszarach pozamózgowych.

Oprac. J.G.V.

Mysz — pramatka

Mysz laboratoryjna jest jednym z najpopularniejszych zwierząt w biologii eksperymentalnej. W laboratoriach na całym świecie prowadzi się prace zwłaszcza na szczepach myszy hodowanych wsobnie, dokładnie określonych genetycznie. Szczepy te różnią się między sobą pod wielu względami: budową, fizjologią, zachowaniem. Hodowlę szczepów wsobnych rozpoczęto na początku XX stulecia (głównie w związku z badaniami nad nowotworami): w 1909 r. w Bussey Institute w Cambridge, Massachusetts rozpoczęto hodowlę myszy DBA, w r. 1913 wyprowadzono szczep BALB/c (w Ohio), przed r. 1920 w Instytucie Pasteura w Paryżu rozpoczęto hodowlę myszy SWR, przed r. 1922 — myszy PL (New Jersey), a w 1921 r. — myszy C57 i C58 (Massachusetts).

Ostatnie badania wykazały, że wszystkie myszy należące do tych starych szczepów myszy laboratoryjnych mogą pochodzić od jednej jedynej samicy — pramatki myszy laboratoryjnych.

Zanim szczegółowo omówimy wyniki kalifornijskich uczonych: Stephena Ferrisa, Richarda Sage'a i Allana Willsona, które doprowadziły do tego wniosku, warto wspomnieć że zwyczajna mysz domowa i jej laboratoryjni krewni sprawili wiele kłopotów taksonomom. Pojawiły się one w związku z faktem, że myszy domowej *Mus musculus*, którą opisał Linneusz, nie można utożsamiać z myszą domową występującą w Europie poza Skandynawią. Mysz typu wschodniego, opisana przez Linneusza, została uznana więc za podgatunek *M. musculus musculus*, a mysz europejska — za podgatunek *M. musculus domesticus*. Różnice jednak pomiędzy oboma podgatunkami są bardzo wielkie, dotyczą anatomii, fizjologii, zachowania; podgatunki te mają praktycznie rozłączne występowanie geograficzne i oddzielnie są barierami sterility, tak że faktycznie są od siebie oddzielone genetycznie. Sytuację ostatecznie wyjaśniono niedawno, pozostawiając dla myszy opisanej przez Linneusza oryginalną nazwę *M. musculus*, natomiast europejską mysz domową *M. musculus domesticus*, oraz dalsze podgatunki: *M. m. brevisrostris* i *M. m. praterus*, uznano za odrębny gatunek *M. domesticus*. Do tego też gatunku zaliczają się myszy laboratoryjne.

Myszy szczepów wsobnych różnią się od siebie fenotypowo i genotypowo, ale różnice ich DNA dotyczą wyłącznie DNA jądrowego. Okazało się natomiast, że wszystkie stare szczepy myszy laboratoryjnych mają identyczny DNA zawarty w mitochondriach. Otóż jeżeli DNA jądrowy pochodzi od obojga rodziców, o tyle DNA mitochondrialny pochodzi wyłącznie od matki, która dostarcza mitochondriów w komórce jajowej. Badania Ferrisa, Sage'a i Willsona wskazują więc, że cytoplazma starych szczepów myszy laboratoryjnych pochodzi od jednej samicy.

Badania nad mitochondrialnym DNA u myszy objęły poza starymi szczepami również szczepy nowo wyprowadzone od myszy dzikich (MOR, PAC, IS, SF, SK) oraz myszy dzikie z różnych stanowisk naturalnych Ameryki Płn., Europy, Afryki i Bliskiego

Wschodu. Okazało się, że poza nielicznymi wyjątkami, skład DNA mitochondrialnego różnił się bardzo znacznie. Gdyby ograniczono się wyłącznie do badań myszy starych szczepów, wysnuto by zapewne wniosek, że myszy są monomorficzne pod względem ich genomów mitochondrialnego DNA.

Kiedy żyła pramatka myszy? Mogło to być kilka tysięcy lat temu. Już cztery — pięć tysięcy lat temu hodowano niekiedy myszy w celach kultowych i wróżebnych w świątyniach. Przeważa opinia, że nasze myszy laboratoryjne pochodzą od myszy hodowanych w Chinach od co najmniej 1100 r. pne. skąd przeniesione zostały do Japonii, a następnie do Europy. W końcu XIX wieku hodowla myszy jako zwierząt domowych była bardzo popularna, np. w Anglii. Równie dobrze jednak, jak w zamierzonych czasach, wspólna matka myszy mogła żyć w latach dwudziestych bieżącego stulecia.

Badania nad jednorodnością mitochondrialnego DNA u myszy laboratoryjnych z różnych szczepów mogłyby wskazywać również na możliwości zanieczyszczenia linii. Można przypuszczać, że do takich skażeń rasy doszło w latach 1919 — 1921, kiedy Strong i Little hodowali trzy podstawowe stada najważniejszych szczepów mysich: DBA, BALB/c i C57-C58. Być może identyczność mitochondrialnego DNA myszy szczepu SWR i innych starych szczepów jest wynikiem kontaminacji. Myszy te, wywodzące się z tzw. myszy szwajcarskich (Albino Swiss) do Stanów Zjednoczonych zostały importowane dopiero w r. 1926.

Trzeba jednakże dodać, że mitochondrialny DNA identyczny z DNA u myszy szczepowych znaleziono u dwóch egzemplarzy myszy dzikich: jednej złapanej w Buellton w Kalifornii, a drugiej w Vejrumbo w Danii. Ta ostatnia należała do gatunku *M. musculus*, a nie *M. domesticus*!

Fakt pochodzenia wszystkich starych szczepów laboratoryjnych od jednej samicy zwraca uwagę na możliwość skażenia czystości linii wsobnych myszy hodowlanych. Okazuje się, że nie jest to, niestety, zjawisko niespotykane, nawet obecnie, gdy warunki hodowli są rygorystycznie przestrzegane. Tak np. wykazano, że szczepy C3H i AKR są wzajemnie skażone. Nowy szczep wsobny, MOR, wprowadzony w Ohio i posiadający mitochondrialny DNA identyczny z DNA starych szczepów mysich jest prawdopodobnie skażony materiałem genetycznym myszy C57BL/6: wynikiem tego jest czarna sierść, charakterystyczna dla C57BL/6, a niespotykana wśród dzikich myszy domowych w Ameryce. Dwa nowe szczepy wsobne, SK(Cam)EiJ i SF(Cam)J wyprowadzone niezależnie od siebie w Anglii i w USA, mają identyczny mitochondrialny DNA (różniący się w 198 miejscach od DNA myszy ze szczepów starych): najprawdopodobniej jest to efekt skażenia, gdyż myszy szczepu SK otrzymane z innego źródła mają bardzo odmienny mitochondrialny DNA. Jeszcze inny przykład to mysz japońska, *M. molossinus*. Mysz tę hoduje w USA Potter: jej mitochondrialny DNA różni się w ok 4% od DNA w mitochondriach starych szczepów myszy laboratoryjnych. Z tych właśnie myszy wyprowadzono szczep wsobny, KL/oci, który hodowano przez ponad 10 lat w różnych laboratoriach. Obecnie KL/oci

charakteryzuje się mitochondrialnym DNA identycznym z DNA starych szczepów mysich, chociaż charakterystyka jego białek odpowiada *M. molossinus*, a nie *M. domesticus*. Szeroko zakrojone badania w Japonii nie wykazały mitochondrialnego DNA typu *M. domesticus* wśród populacji dzikich myszy, mamy więc do czynienia z klasycznym przykładem skażenia laboratoryjnego.

Fakt pochodzenia większości używanych na świecie myszy laboratoryjnych od jednej samicy nie świadczy jednak o tym, jakoby pula genetyczna myszy laboratoryjnych była wąska: tylko niewiele genów jądrowych może pochodzić od „pramatki”, a pewne szczepy mogą w ogóle ich nie posiadać. Nowego materiału genetycznego mogły dostarczać samce dziko żyjących myszy, wślizgujące się do niezbyt dokładnie strzeżonych kolonii myszy hodowanych wsobnie.

Niezwykle interesujące wyniki Ferrisa i współpracowników stanowią dla nas ostrzeżenie, że nie zawsze mamy do czynienia z materiałem tak genetycznie czystym, jak myślimy. Ponadto wyniki te zwracają uwagę na celowość badania dzikich populacji mysich i wyprowadzania z nich nowych szczepów wsobnych, aby zwiększyć zmienność genetyczną myszy laboratoryjnych. Badania prowadzone na różnych szczepach myszy wykazały, że stanowią one doskonały materiał do badań zależności pomiędzy charakterystyką neurochemiczną a zachowaniem i reaktywnością na leki psychotropowe: im większe różnicowanie materiału, tym łatwiej wyciągnąć wnioski i odkrywać nowe zależności.

J.G.V.

Nature 1982, 295: 94 i 163

Co się wydarzyło na Ziemi przed 65 mln lat?

W kopalnych dokumentach świadczących o przeszłości istot żywych od dawna zwracały uwagę ślady zasadniczych przełomów, gdy obszerne grupy systematyczne organizmów znikaly, a ich miejsce zostawało zajęte przez istoty w starszych skałach nieobecne, lub też bardzo mieliczne. Obserwacja ta doprowadziła biologów do przekonania, że na Ziemi zdarzały się katastrofy, po których życie tworzyło się od nowa. Najwybitniejszym zwolennikiem teorii katastrof był Georges Cuvier (1769-1832). Teorię tę nauka porzuciła głównie pod wpływem Charlesa Lyella (1797-1875), który wprowadził do geologii zasadę aktualizmu. Twierdzi ona, że całość dostrzegalnej budowy skorupy ziemskiej można i powinno się wyjaśnić działaniem tych samych procesów, które są dostępne naszej obecnej obserwacji, a więc erozją rzeczniczną i lodowcową, wybuchami wulkanów, trzęsieniami ziemi itd. Karol Darwin był gorącym zwolennikiem Lyella, a sformułowana przez niego teoria ewolucji wyraźnie uwzględnia zasadę aktualizmu.

Istniał jednak zawsze problem zakresu zasady. Tak na przykład istnieją obecnie na Ziemi wielkie lodowce, jednak zapewne ich zasięg w epoce lodowej przekraczał znacznie stan obecny, tak że wpływ tego okresu na florę i faunę holarktyki miał w istocie rozmiary katastrofy. We wschodnim basenie Morza Śródziemnego występują ślady gigantycznego trzęsienia ziemi, którego siła przewyższała wszystkie

trzęsienia znane z historii. Wiadomo, że na Ziemi spadają meteory — większe i mniejsze. Można by postawić retoryczne pytanie: jakie są górne granice ciężaru meteoru dopuszczalne dla zasady aktualizmu?

Jedna z najgwałtowniejszych zmian we florze i faunie wystąpiła na granicy kredy i trzeciorzędu, a więc przed 65 milionami lat. Szereg wielkich grup systematycznych znika wówczas definitywnie: oba rzędy dinozaurów, ichtiozaury, plezjozaury, mozazauiry, gady latające, amonity i belemnity. Wśród grup, które ten okres przeżyły, jak np. wśród żółwi, giną rodzaje, rodziny, lub gatunki. Ocenia się, że spośród gatunków żyjących pod koniec kredy 75% nie pojawia się więcej w trzeciorzędzie. Najmniejsze zmiany nastąpiły wśród organizmów słodkowodnych, mało ucierpiały np. krokodyle, będące grupą siostrzaną dinozaurów, natomiast najradykałniejsze zmiany obserwuje się w planktonie morskim.

Granica kredy i trzeciorzędu jest w kilku miejscach bardzo wyraźna, np. we Włoszech i w Hiszpanii. Stanowi ją cienka warstewka gliny, o grubości od 2 do 10 mm, oddzielająca od siebie warstwy wapieni. Glina nie zawiera szczątków organicznych, w leżących pod nią wapieniach występują masowo skorupki otwornic, typowych dla kredy, natomiast w wapieniach górnych pojawiają się i wzrastają w liczbę otwornice trzeciorzędowe. Nic więc dziwnego, że niejednokrotnie przypuszczano, że koniec okresu kredowego został wywołany jakimś gwałtownym zjawiskiem. Tak np. jedna z hipotez zakłada, że w mezozoiku ocean arktyczny nie miał połączeń z oceanami leżącymi bliżej równika, wskutek tego woda w nim zawarta uległa wysłodzeniu, podczas gdy oceany pozostałe miały zasolenie wyższe od obecnego. Powstanie północnego Atlantyku wywołało wymieszanie się wód. Wówczas wiele organizmów nie zdołało się przystosować do zmienionej koncentracji soli i uginęło.

Hipoteza ta nie znalazła szerszego poparcia. Znacznie większe powodzenie zyskuje obecnie hipoteza zakładająca zderzenie się Ziemi pod koniec kredy z jakimś ciałem niebieskim. Hipoteza ta opiera się przede wszystkim na stwierdzeniu, że wspomniana warstewka gliny ma bardzo osobliwy skład. Znajduje się w niej około 30 razy więcej irydu niż w innych glinach, znacznie podniesiony jest także udział osmu, kobaltu, niklu, cynku, arsenu i cyny. Iryd występuje w skorupie ziemskiej w bardzo niewielkich ilościach, obfity jest natomiast w meteorytach, w których występują również pozostałe wymienione metale. Nasuwa się przypuszczenie, że warstwa gliny jest śladem katastrofy, po której liczba organizmów zmniejszyła się gwałtownie, zaś powtórne tworzenie się pokładów wapienia rozpoczęło się po powstaniu nowych organizmów planktonowych. Natura ciała niebieskiego, które miało uderzyć w Ziemię jest sporna. Jedni badacze przypuszczają, że był to asteroid o średnicy ok. 10 km. Inni sądzą, że było to raczej jądro komety, składające się z brył skalnych i lodu. Uderzenie asteroidu powinno by pozostawić widoczny, ogromny ślad na powierzchni Ziemi. Nic nie wskazuje na jego obecność. Asteroid mógł jednak uderzyć w morze, stąd śladów nie dostrzegamy. Wiemy też, że dno morskie stale wsuwa się pod płyty kontynentalne. W ciągu 65 milionów lat krater mógł ewentualnie zniknąć.

Zderzenie z jądrem komety mogło nie zostawić tak widocznej blizny na obliczu Ziemi. Wskutek swej niejednorodności jądro mogło zostać rozerwane przed osiągnięciem Ziemi, a liczne drobne zderzenia nie pozostawiły śladów na powierzchni naszej planety. Sceptycy, niechętni hipotezie katastrofy kosmicznej, przypuszczają, że warstwa gliny bogatej w metale może być efektem serii wybuchów wulkanicznych, wyjątkowo gwałtownych, wyrzucających lawę o nietypowym składzie. Dyskusja o przebiegu i naturze wydarzenia, które zakończyło okres kredy, a wraz z nią całą erę mezozoiczną jest bardzo ożywiona i zapewne nieprędko wygaśnie. Niezależnie od jej wyniku dziś już można stwierdzić odwrót od ortodoksyjnego aktualizmu. Wydaje się bowiem niewątpliwe, że pod koniec mezozoiku zdarzyło się coś szczególnego. Trudno też obecnie byłoby się upierać przy twierdzeniu, że zjawisk takich nie powinno się uwzględniać w rozważaniach poświęconych ewolucji organizmów.

H. Szarski

Tajemnica stali damasceńskiej

Biała broń ze stali damasceńskiej przez wieki uważana była za królową broni ze względu na jej wyjątkową wytrzymałość i odporność ostrza na stępienie. Przez wieki też stanowiła zagadkę nie do rozwiązania dla płatnerzy i uczonych europejskich.

Stal damasceńska, według podań, była używana już przez Aleksandra Wielkiego, a z całą pewnością była znana od początków islamu. Metal, z którego wyrabiano stal damasceńską, nie pochodził z Bliskiego Wschodu, ale wyrabiany był w Indiach. Bloki tego metalu, nazwane „luc”, były następnie eksportowane na Bliski Wschód i do Rosji, gdzie wyrabiano z nich broń. Miecze i inne wyroby z „luc” charakteryzowały się specyficznym wzorkiem na powierzchni (jednym z takich wzorków była tzw. drabina Mahometa), którego nie można było podrobić.

W rzeczy samej płatnerze europejscy nie tylko nie mogli uzyskać metalu o własnościach podobnych do stali damasceńskiej używając żelaza rodzimego, ale nawet nie odkryli tajemnicy pracy z „lucem”: w ich rękach materiał ten kruszył się. Ponieważ „barbarzyńcom” udało się stworzyć coś, czego Europejczycy powtórzyć nie byli w stanie, stal damasceńska stała się przedmiotem wielu mitów.

W XVIII i XIX wieku uczyniono wiele prób celem uzyskania stali damasceńskiej w Europie. Faraday przypuszczał, że własności „luc” związane są z obecnością glinu i krzemu i o mało nie wynalazł stali nierdzewnej. Jeant Robert Breant, inspektor Mennicy Paryskiej, usiłował uzyskać odpowiedni metal dodając złoto, platynę, srebro, uran, arsen i inne pierwiastki, wykonując bezowocnie ponad 300 doświadczeń. Stwierdził on jednak, że charakterystyczną cechą stali damasceńskiej była duża zawartość węgla, pomiędzy 1 a 2%. W Rosji P. Anosoff próbował dodać do stali diamenty: pierwiastek był właściwy, ale proces technologiczny — nie. Ze względu na coraz większe zastosowanie broni palnej zainteresowanie stalą damasceńską powoli malało, praktycznie do zera.

Tajemnicę stali damasceńskiej odkryli dopiero w 1981 r. uczeni amerykańscy, Oleg D. Sherby i Jeffrey Wadsworth, pracując nad metalami superplastycznymi. Celem ich było opracowanie technologii produkcji stali o bardzo wysokiej zawartości węgla, w której węgiel nie występowałby w postaci ziaren. Stal tego rodzaju byłaby superformowalna (superplastyczna), tzn. łatwa do odlewania i kształtowania w wysokich temperaturach, natomiast w temperaturach pokojowych byłaby twarda i wytrzymała. Początkowo nie zdawali sobie sprawy z tego, że próbują uzyskać stal o własnościach stali damasceńskiej.

Jak się okazuje, wysoka zawartość węgla w „luc” była powodem niepowodzeń płatnerzy europejskich, którzy używali pieców o temperaturze ok. 1300° C. W tej temperaturze niskowęglowa stal europejska prawie ulegała stopieniu i nadawała się doskonale do obróbki; wysokowęglowy „luc” był w tej temperaturze częściowo płynny, częściowo stały i wskutek tego kruszył się przy uderzeniu. Tajemnica obróbki „luc” polegała na niskiej temperaturze pieca — 700—900° C.

Każdy metal ma strukturę ziarnistą, i w oryginalnym „luc” stosunkowo duże cząstki węgla układały się na brzegach ziaren, osłabiając strukturę stali. Długotrwałe wyklepywanie ostrza w wysokiej temperaturze powodowało rozbicie cząsteczek węgla na coraz mniejsze i wzmacniało strukturę stali. Charakterystyczny wzorek na powierzchni stali damasceńskiej był spowodowany drobnymi cząstkami węgla żelaza.

Dla uzyskania dobrej stali damasceńskiej istotny też był sposób jej chłodzenia. Oryginalne mahomekańskie przepisy niewątpliwie też przyczyniały się do tajemniczości wyrobu. Jeden z tekstów zaleca chłodzenie przez zanurzenie rozgrzanego do czerwoności ostrza w brzuch atletycznie zbudowanego Murzyna. Inne, mniej okrutne przepisy zalecają chłodzenie ostrza w moczu rudego chłopca lub w moczu kóz karmionych przez trzy dni wyłącznie paprociami. Sherby i Wadsworth podali dokładnie przepisy obróbki i chłodzenia stali, bez użycia metod biologicznych.

Najdoskonalszy materiał, jaki Sherby i Wadsworth uzyskali, posiada znacznie mniejsze cząstki węgla żelaza niż oryginalna stal damasceńska, w wyniku czego jest jeszcze twardszy, wytrzymalszy i nie posiada charakterystycznego wzorku na powierzchni. Metale superplastyczne są bardzo cennym tworzywem do produkcji elementów o bardzo złożonym kształcie: odlewanie zastąpić może obróbkę maszynową. Pozwala to na osiągnięcie znacznych oszczędności materiałowych i nakładu pracy. Jednym z możliwych zastosowań stali „neodamasceńskiej” mogą być stożkowe przekładnie zębate w samochodach. Części turbin w wojskowych samolotach odrzutowych produkowanych przez zakłady Pratt i Whitney są już produkowane z superplastycznych stopów niklowych, a osłony utrzymujące silniki na skrzydłach bombowca B-1 są produkowane z superplastycznego stopu tytanu. Należy jednak mieć nadzieję, że w XX wieku stal damasceńska będzie używana przede wszystkim do celów pokojowych.

J. Latini

Upadek szamanów samojedzkich (tadibejów)

O dawniejszych tadibejach mówiono, że latali po powietrzu, pływali pod wodą, zanurzali się w głębie ziemi, przyjmowali na siebie rozmaite postaci. Pewna samojedka opowiadała Castrenowi, iż znakomity szaman Urier pojechał żywcem na saniach do nieba. Nowocześni szamani utracili już te własności, a szczególnie wiara w ich zmartwychwstanie i nietykliwość miała ponieść cios srogi, z powodu wypadku następującego. Szaman dokonywał czarodziejstwa w namiocie w obecności dwu Samojedów i Rosyjanina. W ekstazie kazał strzelać do siebie. Rozpoczęli samojedzi i kule ich nie zaszkodziły mu, lecz niewierny Rosyjanin nie poprzestał na tem, strzelił i zabił cudotwórcę na miejscu. Opowiadano o tem powszechnie w chwili pobytu Castrena na tundrze, a nawet uczony ten spotkał urzędników, którzy jechali w tej sprawie na śledztwo. Rezultat śledztwa niewiadomy.

(B. Rejchman „Samojedzi. Studium etnologiczne”, *Wszechświat* 1882, 1, 485 (30 października)).

Jubileusz prof. D-ra Szokalskiego

W dniu 18-ym Listopada r. b. z inicjatywy Towarzystwa Lekarskiego obchodzono w gronie lekarzy i przyrodników tutejszych 25-tą rocznicę objęcia sekretaryjatu stałego w tem Towarzystwie przez uczonego, którego imię, tysiącami niemi związane z dziejami naszej nauki, ze czcią jest wspominane wszędzie, gdzie brzmi nasza mowa.

...Jakkolwiek zatem projekt prof. Szokalskiego co do Muzeum fizyograficznego do skutku nie przyszedł, posłane wszakże przez niego ziarno wzeszło szczęśliwie i wyrosło w krótkim przeciągu czasu w piękne drzewo, obecnie o dwu już konarach, z których rozwoju można wnosić, że i dalej pomyślnie rozwijać się będzie. Ludzie, którym wola kolegów powierzyła pielegnowanie tego drzewa, przez pamięć na niedoszte do skutku Muzeum fizyograficzne, jednemu z konarów nadali miano „Pamiętnika fizyograficznego”.

Drugi konar tego drzewa, pismo „Wszechświat”, poświęcone popularyzowaniu nauk przyrodniczych, nikomu innemu, tylko profesorowi Szokalskiemu początek swój zawdzięcza. Gdy bowiem podobne co do treści pismo „Przyroda i Przemysł” dla braków materialnych środków, przy niedostatecznej liczbie prenumeratorów, swój żywot zakończyło, kółko przyrodników ożywione duchem dzielnego do pięknych czynów inicjatora, postanowiło niedopuszczyć aby kraj, przy tak słabem uwzględnieniu nauk przyrodniczych w programatach publicznego wychowania miał być pozbawiony organu, ułatwiającego chociaż częściowe przyswojenie wiedzy przyrodniczej. Aczkolwiek w ogólności ludzie niezamożni, zdolali jednak zbiorowymi siłami utworzyć niezbędny na wydawnictwo tego pisma fundusz, w czym na początek bardzo im pomógł zacny inicjator dzieła, przez wynalezienie źródła skromnej wprawdzie, lecz zawsze ważnej pomocy materialnej jednego mecenasów nauki.

Wszechświat 1882, 1, 545 (27 listopada).

Skolopendra

...spomiędzy szpar wysuwa się stworzenie kasztanowatego koloru, długie na 8 cali i opatrzone mnóstwem nóżek. Jest to straszny krocionóg (*Scolopendra*), niemal najbardziej niebezpieczne żyjątko z całego świata zwierzęcego tych okolic. Każdy dom kryje ich dziesiątki w szparach ścian i w zagłębieniach wszelkiego rodzaju. Dzień cały spędzają tam spokojnie i dopiero za nadejściem nocy opuszczają swe kryjówki. Jakżeż często wstrętne to stworzenie spada z belek pulapu wśród siedzących na ziemi właścicieli domu, sprawiając między niemi usprawiedliwiony przestрах. Nieraz skolopendra bystra w swych ruchach, kryje się w faldach spodnicy, sprowadzając na jej właścicielkę rodzaj paniki. Lub wystawmy sobie, co za nie-

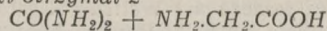
mile uczucie być musi, gdy się w nocy czuje chodzące po naszym ciełe to niemile stworzenie, niemogące się go dotknąć, wówczas bowiem kąsa straszliwie.

Skolopendra posiada parę ostrych, haczykowatych szczęk, opatrzonych jadowitemi gruczołami. Uklócie zadane temi szczękami sprowadza conajmniej szalony ból i rodzaj paraliżu, trwającego do miesiąca czasu, niekiedy zaś jest powodem śmierci, jak zdarzyło się w Gwajanie w czasie pobytu tam p. Jelskiego. Ktoś, chcąc użyć lewarka, przyłożył doń usta, niewiedząc, że się wewnątrz skolopendra ukrywa. Zakłóty przez to jadowite stworzenie, życie postradał.

(J. Sztolcman: Wspomnienia z podróży po Peru. *Wszechświat* 1882, 1, 538 (20 listopada)).

Polak syntetyzuje kwas moczowy

Prof. Radziszewski zawiadomił Towarzystwo o odkryciu, dokonaniem przez pana Horbaczewskiego, asystenta prof. Ludwiga w Wiedniu. Odkrycie to polega na syntetycznem otrzymaniu kwasu moczowego, co dotychczas pomimo wielokrotnych usiłowań nie zostało uwieńczone pomyślnem skutkiem. Kwas ten p. Horbaczewski otrzymał z



przez ogrzewanie tych ciał.
(Korespondencyja *Wszechświata*. Posiedzenie Tow. Przyrodników polskich im. Kopernika we Lwowie (z dnia 14 listopada). *Wszechświat* 1882, 1, 558 (27 listopada)).

Edukacja kobiet w Krakowie przed wiekiem

Zarząd Muzeum techniczno-przemysłowego w Krakowie (D-ra Adryjana Baranieckiego) zawiadamia, że w roku bieżącym wykładac będą dla kobiet na wydziale nauk przyrodniczych: Adjunkt obserwatorium astronomicznego krakow. D-r D. Wierzbicki astronomią popularną; prof. uniwers. Jagiell. D-r Alth mineralogiją i geologiją; prof. uniwers. Jagiell. D-r Rostafiński botanikę; pan Konst. Jelski zoologiją; prof. gimnaz. S. Anny Fr. Tomaszewski fizykę doświadczalną; prof. b. Instytut. techn. Wł. Rozwadowski chemiją; docent uniwers. Jagiell. D-r Kaz. Grabowski higienę popularną.

Szczegółowe rozkłady godzin wykładowych i drukowane programy podają bliższe objaśnienia i warunki zapisów.

(Wiadomości bieżące, *Wszechświat* 1882, 1, 560 (27 listopada)).

Dybowski przewozi renifery na Wyspy Komandorskie

Po pierwszej zaraz bytności na wyspach Komandorskich, nabrałem przekonania, że obie te wyspy przedstawiają wszystkie warunki potrzebne do egzystencji ogromnych stad reniferowych. Przekonanie to pobudziło mnie do przedsięwzięcia starań, aby myśl przesiedlenia renów z Kamczatki na wyspy w czyn zamienić. Zaraz więc rozpoczęłem stosowne kroki i powoli, lecz stale dążyłem do celu, który dopiero po trzech latach zabiegów przed miesiącem osiągnięty został. 15-go Lipca wprowadziliśmy reny (10 samicy i 5 samców) na statek.

Po dwu dobach podróży stanęliśmy szczęśliwie u wybrzeży Behringa. Wysadziliśmy natychmiast na brzeg nasze reny, zdjawszy im arkany, puściliśmy swobodnie. Zabrały się chwile do bodiaków i liści gieranii, szczypały inne trawy i po półgodzinem takim śniadaniu oddały się na wzgórze i znikły nam z oczu. Żyćcie i rozmnażajcie się jak piasek w morzu na pożytek pocziwych Aleutów i stawcie tego, który was tu przywiózł do tej ziemi obiecanej, gdzie niema ani bąków ani komarów, gdzie niema wilka ani niedźwiedzia, gdzie rzadki dzień upalny, gdzie cały rok śnieg zalega miejsca ocienione i gór wierz-

chołki, gdzie macie do syta mech reniferowy. Tak je pożegnawszy i pobłogosławiwszy z doktorem Steinerem, który nam towarzyszył w tej podróży, podążyliśmy do nowych zajęć i do przeprowadzenia nowych projektów.

„Wyjątek z listu D-ra Dybowskiego” „Wszechświat” 1882, 1, 561 (4 grudnia).

Komety sto lat temu

Pierwsza z komet tegorocznych, kometa Wellsa przeszła przez punkt swój przysłoneczny 10 Czerwca, a była wtedy od słońca odległą tylko na 11/5 miliona mil geograficznych, wskutek tak znacznego zbliżenia kometa ta dostrzeżoną została nawet w dzień w Atenach i Greenwich, o 3°3' oddalona od najbliższego brzegu słonecznego.

Za drugą należy uważać komętę, którą zdołano dojrzeć zupełnie przypadkowo i to tylko przez krótką chwilę. Mówimy przypadkowo, gdyż dostrzeżono ją w czasie zaćmienia całkowitego 17-go Maja r. b. i gdyby nie ono, kometa ta zapewne przeszłaby niepostrzeżenie. Komętę tę można widzieć na trzech fotografiach zaćmienia, które zdjęła wyprawa angielska w Egipcie. Kometa tedy, która dotąd na niebie naszym bliższy, dostrzeżona po raz pierwszy przez Crulsa 11-go Września, jest właściwie trzecią 1882 r. Przez punkt przysłoneczny przeszła ona 16-go Września i bardziej jeszcze niż Wellsa zbliżała się do słońca, bo w punkcie przysłonecznym była od niego oddalona niewielej jak na 2/3 miliona mil.

Obie komety tegoroczne biegą po drodze identycznej, niemniej jednak trudno przypuścić, aby to zjawienie się dwu komet tak zbliżonych do słońca i w tak nieznaczym odstępie czasu, było jedynie objawem przypadkowym. Jest to znów zagadka, na rozwiązanie której napróżnoby teraz było się silić. Wogóle przyznać należy, że sprawa komet w ostatnich czasach tak się najeżyła trudnościami, że są one jeszcze ciałami również zagadkowymi, jak w czasach gdy ukazywanie się ich było uważane za oznakę gniewu bożego.

S. Kramsztyk „Komety tegoroczne” „Wszechświat” 1882, 1, 563 (4 grudnia).

Wylęg komarów

Gdy chwila wylęgu komarów się zbliża, małe nimfy gromadnie cisną się ku powierzchni wody i stają się prawie nieruchomymi; powłoka zewnętrzna ich ciała, (okrywa poczwarcza, Puparium), w okolicy grzbietowej wystawiona na powietrze, zsycha się i pęka pośrodku (tak samo u ważek i jętek) i gotowy komar ostrożnie z niej wylazi. Naprzód wystawia głowę, następnie tułów, zwolna wspiera się na swych długich nogach; poczwarcza okrywa stałe się dla niego łódeczką, — mimowolny żeglarz czyni nieskończone usiłowania, ażeby się jego wątły statek nie

chybnął; zwolna wyprostowywa się, skrzydła rozciągają się i gładzą, a gdy się dostatecznie pokrzepi, co następuje szybko jeżeli powietrze jest ciepłe, wzlatuje w powietrze i — jest ocalony. Jeżeli powietrze jest spokojne, wtedy wszystko odbywa się bez żadnego przypadku; jeżeli jednak w czasie wykluwania się komarów atmosfera jest wzburzona, wtedy zdarzają się liczne rozbitcia drobnych statków; komary niewzmocniwszy się jeszcze dostatecznie, padają, słabe ich łódeczki przechylają się i przewracają i owady całymi tysiącami topią się, niemogąc wzlecieć w powietrze z powodu zamokniętych skrzydeł.

J. Sznabl „O przemianach owadów” „Wszechświat” 1882, 1, 568 (4 grudnia).

Pogoda 100 lat temu

Zastanawiając się nad przebiegiem całego roku, — od Grudnia r. 1881 do tegoż miesiąca r. 1882, — nie można nie przyznać, że pod wielu względami wyrzaje on się w naszej pamięci, jako nadzwyczajny i może jedyny w ciągu długiego lat szeregu. Nie mieliśmy w nim zimy w ścisłym znaczeniu tego słowa, rzeki nasze nie pokryły się lodem, ziemia kiedy niekiedy zaledwie przypruszoną była warstewką śniegu, który prawie zaraz zniknął. Wiosna rozpoczęła się w początku Marca, w okolicach Warszawy fijołki zakwitły około 20-go Marca; taki Marzec zdarzył się dopiero drugi raz w bieżącym wieku. Sprzyjające roślinności warunki obiecywały urodzaj nad miarę obfity i zaiste byłby taki dopisał, gdyby jego zbiorom nie były przeszkodziły sloty, które na całym podgórzu karpackiem zniweczyły nadzieje rolnika, a dalej na północ znacznie spodziewany plon umniejszły.

Po burzach majowych, które w wielu miejscach u nas były z gradem połączone, nastąpiły wylewy rzek na Śląsku i w wschodniej części Galicji. W Czerwcu było u nas dosyć chłodno, w Lipcu i Sierpniu burze i sloty były codziennem prawie zjawiskiem. Nastąpił pogodny i ciepły czas zaraz w początku Września, około połowy Września panowały na całej przestrzeni kraju dosyć mocne wiatry.

Pomiędzy 13-ym a 16-ym Października spadły w tym roku pierwsze śniegi w różnych okolicach kraju i były jak na początek bardzo znaczne, osobliwie w nocy z 15-go na 16-y. Zastugują także na wzmiankę dni 14 i 15 Października; w nich bowiem wskutek dość silnego przymrozka pokryło się wszystko lodem, pod którego ciężarem łamały się gałęzie a nawet całe drzewa. Listopad tegoroczny był słotny i pochmurny, śnieg padał w drugiej połowie miesiąca dosyć często.

O roku 1882 możemy w krótkości powiedzieć, że był on rokiem najwcześniejszej wiosny, wielkiego rodzaju i wielkich powodzi; a jeżeli jeszcze wyżej sięgniemy, znajdziemy w nim zjawiska, które do najrzadszych zaliczyć potrzeba, a mianowicie pojawienie się komet w jasny dzień, ba, nawet w samo południe widzianych.

K. „Z meteorologii” Wszechświat 1882, 1, 623 (25 grudnia).

ROZMAITOŚCI

Wysiłek fizyczny powoduje wahania poziomu jonów wapnia w tkankach. Wzmógłszy wysiłek fizyczny powoduje wzrost zawartości CO₂ i mleczanów w krwi, a tym samym obniżenie jej pH (zakwaszenie). Szczegółowe badania przedstawicieli wszystkich gromad kręgowców wykazały, że po znacznym wysiłku fizycznym u zwierząt posiadających szkielet kostny — znacznie podnosi się poziom jonów wapnia w krwi; efektu tego nie stwierdzono u zwierząt chrzęstnoszkieletowych. I tak u pstrąga po wysiłku pH spada z 7,5 do 7,1, a poziom jonów wapnia wzrasta z 2,31 do 3,97 mM; u grzechotnika pH obniża się z 7,45 do

6,82, a poziom wapnia wzrasta z 2,58 do 4,08; u szczura pH zmienia się z 7,5 do 7,3, a zawartość Ca z 2,6 do 3,02 i wreszcie u człowieka pH spada z 7,42 do 7,19, a zawartość jonów wapnia wzrasta z 2,65 do 2,88. Natomiast u minoga morskiego pH spada z 7,9 do 7,2 ale spada również poziom wapnia — z 2,6 do 2,4 mMol/litr. Odpowiednie badania pozwoliły ustalić, że źródłem szybko uruchamianych jonów Ca nie są mięsne, ani wątroba, ani łuski ryb, ale zawsze kości. Pod wpływem obniżonego pH część hydroksyapatytu w kościach rozpuszcza się. Tkanka chrzęstna — mimo że nierzadko silnie zmineralizowana — jest nieunaczyn-

niona i dlatego nawet przy znacznym obniżeniu pH krwi nie może być źródłem dodatkowych jonów wapnia i przejściowej hiperkalcemii.

W. B.-S.

Nature 1981 (4 June)

Nowy, skuteczny lek przeciwko wirusom z grupy herpes. Wirusy z grupy herpes wywołują między innymi opryszczkę na wargach, opryszczkowe owrzodzenie rogówki oka, zakażne zapalenie śluzówki nosa i tchawicy u bydła, opryszczkę narządów rozrodczych. Mogą się one rozwijać w dowolnym miejscu na skórze lub śluzówce. Na opryszczkę narządów rozrodczych (przenoszoną drogą płciową) zapada w USA rocznie około 300 000 osób. Nowy lek, o nazwie acyklowir (acykloguanina) przechodzi już próby kliniczne w USA. Ponieważ wirusy żyją wewnątrz zakażonych komórek — lek działający na wirusy musi wpływać również na zakażoną komórkę. Tylko bardzo krótkie odcinki szlaków metabolicznych przebiegają oddzielnie dla wirusa, oddzielnie dla komórki. W przypadku acyklowiru sytuacja jest niezwykle interesująca i korzystna, ponieważ lek ten działa właśnie wyłącznie na szlak metaboliczny samego wirusa, a więc jest to lek działający swoiście, specyficznie przeciwko samemu wirusom. Acyklowir ulega fosforylacji przez kinazę tymidyny — swoisty enzym wirusów z grupy herpes. Po zastosowaniu acyklowiru w komórkach zakażonych wirusami stwierdza się wysoki poziom trójfosforanowych pochodnych tego leku. Maść zawierająca acyklowir działa skutecznie w przypadkach wirusowego owrzodzenia rogówki; prawdopodobnie dożylnie stosowanie tego leku będzie miało jeszcze szersze i skuteczniejsze działanie. Szczególnie duże nadzieje wiąże się z dożylnym stosowaniem acyklowiru u noworodków zakażonych przy urodzeniu (od matki) wirusami z grupy herpes. Jeśli wirusy te dostaną się do mózgu noworodka — mogą nawet spowodować jego śmierć, wywołując wirusowe zapalenie mózgu.

W. B.-S.

Nature 1981 (30 April)

Ssaki również orientują się w polu magnetycznym Ziemi. Dotychczas orientację według pola magnetycznego Ziemi stwierdzono u bakterii, wyplawków, mięczaków, owadów, ryb spodoustych, salamander i ptaków. Ostatnio wykazano istnienie zmysłu magnetycznego również u ssaków. Doświadczenia przeprowadzano na myszach leśnych (*Apodemus sylvaticus*), przetrzymywanych w warunkach sztucznie zmienianego pola magnetycznego. Wykazano, że w warunkach naturalnego pola magnetycznego zwierzęta wyraźnie ustawiały się w kierunku miejsca jego pochodzenia. Po zmianie bieguna magnetycznego zwierzęta również przemieszczały się w klatkach, ustawiając się odpo-

wiednio do bieguna. Ponieważ u gołębi stwierdzono w czasie obecności magnetytu, odpowiedzialnego za ich magnetyczną orientację — pod tym kątem widzenia przebadano głowy różnych gryzoni i wykryto w nich, w przedniej części głowy, w sąsiedztwie narządu węchu, ale nie bezpośrednio przy mózgu — obecność materiału o właściwościach magnetycznych. Siła magnetyczna tego materiału jest podobna jak u pszczoł i ptaków, ale słabsza niż u delfinów. Tak więc gryzonie posiadają zmysł magnetyczny, posługują się nim podczas wędrówek, a jeśli otrzymują kilka różnych, specjalnie mylących informacji — decydującą rolę może spełniać właśnie orientacja magnetyczna.

W. B.-S.

Nature 1981 (14 May)

Odkrywamy różnice metaboliczne między komórką zdrową i nowotworową. Swoiste działanie leków przeciwbakteryjnych opiera się przede wszystkim na różnicach biochemicznych, między komórkami bakterii i ssaków. Znacznie trudniej znaleźć takie różnice między komórkami zdrowymi i nowotworowo transformowanymi tego samego osobnika. Stąd też niezadowalające jeszcze wyniki chemoterapii nowotworów. Ostatnio udało się wykryć bardzo istotne różnice metaboliczne między komórkami pobranymi ze zdrowych płuc i z raka płuc. Bardzo ważne szlaki metaboliczne wielu leków związane są ze sprzężaniem tych preparatów z kwasem glukuronowym lub siarczanami. Stosując 1-naftol jako substrat dla chirurgicznie pobranych tkanek — stwierdzono, że wycinki zdrowej części płuca przerabiały go prawie wyłącznie na siarcezan naftylu, podczas gdy pobrane od tego samego pacjenta wycinki z części płuca objętej rakiem płaskokomórkowym przerabiały ten substrat przede wszystkim na naftylopochoďną kwasu glukuronowego. Różnice są uderzające: zdrowe tkanki wytwarzały od 2,5 do 24-krotnie więcej siarczanu naftylu niż pochodnych kwasu glukuronowego, tkanki chore od 2,5 do 1000-krotnie więcej pochodnych kwasu glukuronowego niż siarczanów naftylu. Stwierdzono przy tym olbrzymie różnice indywidualne u poszczególnych pacjentów. Podobne przedstawienie metabolizmu ze szlaku siarczanowego na glukuronowy stwierdzono również u komórek nowotworu okrężnicy i wątroby. Na ogół wiązanie leku z kwasem glukuronowym w procesie biotransformacji unieczynnia ten lek, ale niektóre produkty tego procesu są jeszcze bardziej aktywne metabolicznie. Istnieje nadzieja, że uwzględniając wykryte różnice biochemiczne można będzie stosować takie leki, które będą ulegały aktywacji w wyniku sprzężenia z kwasem glukuronowym i równocześnie będą toksyczne tylko w stosunku do komórek nowotworowych.

W. B.-S.

Nature 1981 (25 June)

RECENZJE

A. S. Monin: **Popularnaja istoria Ziemli.** Wyd. Nauka, Moskwa 1980, 223 str., 70 il., 7 tbl.

Książka jest drugim, poprawionym i uzupełnionym wydaniem *Historii Ziemi* tego autora, wydanej w 1977 r. składa się ona ze wstępu, który jest wprowadzeniem do problematyki zawartej w książce oraz 10 rozdziałów, z których każdy stanowi zamkniętą całość.

W rozdziale „Współczesna Ziemia” omówiono kształt i rozmiary Ziemi, pole siły ciężkości i ziemskie pole magnetyczne. Pokróćce scharakteryzowano poszczególne sfery Ziemi: atmosferę, hydrosferę, sko-

rupę ziemską (kontynentalną i oceaniczną), płaszcz i jądro. W krótkim następnym rozdziale autor podaje główne epoki tektoniczno-magmatyczne w dziejach Ziemi, przedstawia ogólny schemat dziejów Ziemi oraz omawia główne etapy formowania się skorupy ziemskiej. W rozdziale „Ewolucja wnętrza Ziemi” autor omawia grawitacyjną dyferencjację materii wnętrza Ziemi, charakteryzuje jej energię, omawia ciepło wydzielane w wyniku rozpadu pierwiastków promieniotwórczych oraz przedstawia ciepłą historię Ziemi. Charakteryzuje również prądy konwekcyjne w płaszczu Ziemi oraz ewolucję jego składu chemicznego.

W kolejnym rozdziale omówiono tworzenie się atmosfery i hydrosfery jako rezultat procesów magmatycznych. Scharakteryzowano pierwotną atmosferę i hydrosferę, omówiono pochodzenie soli rozpuszczonych w wodzie morskiej. W rozdziale „Ewolucja skorupy ziemskiej” autor omawia rolę skał osadowych, magmowych i metamorficznych w skorupie ziemskiej. Przedstawia proces tworzenia się skorupy oceanicznej w strefach ryftowych oraz proces podsuwania się skorupy oceanicznej pod kontynentalną w strefach Benioffa; przedstawia w nim również geochemiczną ewolucję skorupy ziemskiej. Następny rozdział poświęcony jest krótkiemu omówieniu dziejów Ziemi począwszy od ery paleozoicznej, wraz z omówieniem ruchów górotwórczych, historii kontynentów i oceanów, powstania i rozpadu Gondwany i Laurazji.

W rozdziale „Historia życia na Ziemi” autor przedstawił różne aspekty związane z tym zagadnieniem. Omówił powstanie życia, pierwotne mikroorganizmy i najstarsze ślady życia. Omówił ewolucję roślin, problem pochodzenia różnych typów zwierzęcych, zagadnienia ewolucji i związanych z nimi mutacji i adaptacji. Scharakteryzował też pokrótce „żywe skamieniałości”, omówił zagadnienie gigantyzmu zwierząt i wymierania różnych grup zwierzęcych oraz problem pochodzenia człowieka. Rozdział „Paleomagnetyzm” poświęcony jest magnetyzmowi szczątkowemu skał, zagadnieniom zwrotu pola magnetycznego, paleomagnetycznej geochronologii. Omówiono tu też pasowe anomalie magnetyczne na dnie oceanów i związane z tym problem wieku dna oceanicznego. Przedstawiono też teorię dynama oraz znaczenie paleomagnetyzmu dla teorii ruchu kontynentów.

W rozdziale „Ruch kontynentów” zaprezentowane zostały różnorakie aspekty dryftu kontynentów w nawiązaniu do teorii tektoniki płyt litosfery. Autor omówił mezo-kenozoiczną historię Pacyfiku i taką samą historię Morza Śródziemnego. Szczegółowo omówił on położenie kontynentów i oceanów w przeszłości geologicznej, ilustrując je licznymi mapami. Ostatni rozdział poświęcony jest historii klimatów. Scharakteryzowano w nim klimat i czynniki klimatotwórcze. Omówiono też zmiany klimatyczne zachodzące w wyniku geochemicznej ewolucji atmosfery i hydrosfery; ruch kontynentów i biegunów oraz metody rekonstrukcji paleoklimatów.

Książka napisana jest bardzo przystępnym językiem, a zawarte w niej informacje oparte są na najnowszych osiągnięciach światowej geologii. Na podkreślenie zasługuje fakt, że na początku każdego rozdziału przedstawiono hasłowy zarys poruszanej w nim problematyki. Jeśli jeszcze do tego dodamy ciekawe i na ogół niebanalne ilustracje, to otrzymamy obraz ciekawej książki, po którą sięgnąć może każdy, który interesuje się historią naszej planety.

Wł. Mizerski

Eva-Maria Bursche: **Wasserpflanzen**. Kleine Botanik der Wassergewächse, Neumann Verlag, Leipzig-Radebeul 1980, str. 148, cena zł 38,50

Licząca 148 stron książka dr Evy-Marii Bursche stanowi cenne, ciekawie opracowane kompendium wiedzy o roślinach wodnych dla nauczycieli i uczniów szkół licealnych. W naszej literaturze nie ma zbyt wielu pozycji poświęconych tej ciekawej grupie roślin, z których mogliby korzystać uczniowie. Dla nauczycieli będzie ona pomocna w nauczaniu biologii, zważywszy na to, iż w programie nauczania przedmiot ekologii zajmuje ważką pozycję.

Książka składa się z trzech części. W krótkiej części wstępnej autorka omawia rolę hydrofitów w krajeźniu materii w zbiornikach wodnych. Zwraca tutaj szczególną uwagę na strefowość roślinności wodnej, którą charakteryzuje na dobrze dobranym przykładzie eutroficznego jeziora. Następnie omawia poszczególne zbiorowiska hydrofitów, a więc wilgotne łąki, zespoły nymfeidów i eloidów. Podaje również warunki ekologiczne, w jakich one się tworzą oraz gatunki hydrofitów najczęstszymi w nich spotykane. Z mikrohydrofitów omawia glony bytujące jako plankton i peryfiton (niem. *Aufwuchs*). W sposób zwięzły charakte-

ryzuje sinice, wiciowce, okrzemki i zieleńce najczęściej spotykane w akwenach.

W części drugiej podaje klucz do oznaczania hydrofitów. Klucz ten poprzedzają rysunki ilustrujące cechy morfologiczne liści służące za podstawę do odróżnienia 88 rodzajów i gatunków roślin wodnych. Trafne jest konstruowanie klucza w oparciu o cechy vegetatywne, ponieważ niektóre rośliny wodne rzadko u nas występują lub nigdy nie kwitną.

Najobszerniejsza część trzecia zawiera dokładny opis gatunku oraz jego znaczenie ze szczególnym uwzględnieniem roli w gospodarce rybackiej. Charakterystyce danego gatunku towarzyszy udana, dydaktyczna rycina przedstawiająca opisywany gatunek. Autorka w tej części książki opisuje łącznie 115 gatunków roślin wodnych, w tym 14 gatunków mikrohydrofitów. Makrohydrofity dzieli na trzy grupy — rośliny szuwarowe, rośliny o liściach pływających (nymfeidy) i pływające po powierzchni wody, oraz na rośliny całkowicie zanurzone w wodzie (eloidy). Z pierwszej grupy omawia 57 gatunków, 16 z drugiej, a 28 z trzeciej. Omawiane gatunki są reprezentatywne i często spotykane w zbiornikach wodnych.

Nie sposób również pominąć barwnych fotografii, które zachowują pełną wartość przyrodniczą, tj. wierny portret rośliny i jej biotopu, a jednocześnie mają wysokie walory artystyczne, są piękne. Książka może być wzorem edytorskim dla naszych wydawnictw tego typu.

Ze względu na duże walory dydaktyczne książki można ją polecić jako lekturę uzupełniającą wiedzę botaniczną uczniów szkół licealnych, a także studentom.

Bogumiła Prędoła

Włodzimierz Sedlak: **Bioelektronika 1967—1977**. Wprowadzenie Julian Aleksandrowicz, Instytut Wyd. Pax, Warszawa 1979, str. 1—528.

Bioelektronika prof. Włodzimierza Sedlaka należy do bestsellerów naukowych, których 5000 egzemplarzy nakładu znikło natychmiast po ukazaniu się drukiem, często zanim zdążyła dotrzeć do księgarni. Oczekiwano tej książki z niecierpliwością i zainteresowaniem wzbudzoną szeregiem referatów autora oraz gorącymi dyskusjami podczas dwóch sympozjów specjalnych na temat bioelektroniki w 1975 r., w Lublinie i 1977 r. w Warszawie, zwłaszcza na temat wprowadzonego przez Sedlaka pojęcia bioplazmy, którą uważa za 5 stan materii. Treść recenzowanej książki nie jest bynajmniej łatwa do czytania i wymaga orientowania się w szeregu dyscyplin, m. in. biochemii, elektroniki, biologii molekularnej itp. W najmniejszym skrócie można powiedzieć, że poglądy autora na istotę życia stanowią pewnego rodzaju przeciwieństwo w stosunku do rozpowszechnionych dotąd w biologii. O ile jako podstawę życia przyjmowano dotąd zasadniczo chemiczną budowę organizmów i przemiany chemiczne zachodzące podczas metabolizmu, to według prof. Sedlaka istoty życia należy szukać w procesach fizycznych i bioelektrycznych zachodzących w obrębie materii żywej. Promieniowanie elektromagnetyczne, wysyłane przez różne części organizmów, komórki a nawet ich części stanowią źródło informacji dla materii żywej na poziomie molekularnym i submolekularnym. Poglądy prof. Sedlaka i jego elektromagnetyczna teoria życia stoją na pograniczu kilku nauk: biologii, fizyki, elektroniki, biochemii i in., przy czym ta ostatnia zajmuje raczej dalsze miejsce.

Do książki prof. Sedlaka napisał obszernie wprowadzenie (18 stron druku) prof. Julian Aleksandrowicz, lekarz-hematolog, znany ze swych wystąpień z pogranicza medycyny, biologii oraz nauk humanistycznych i społecznych. Już tak obszernie wprowadzenie świadczy, że książka jest na wskroś oryginalna i przedstawia nową naukę, która musi sobie dopiero wyrobić miejsce wśród innych nauk. Według Sedlaka, bioelektronika, której podstawą jest elektromagnetyczna teoria życia, umożliwia zrozumienie zarówno procesów życiowych, jak i kontaktów między organizmami a środowiskiem oraz tłumaczyć ma genezę

życia, a nawet świadomość człowieka. *Bioelektronika* wydana w 1979 r. obejmuje 10-letni okres działalności autora, zamknięty latami 1967-1977. Autor pracuje jednak nadal nad swoją teorią i już po 1977 r. wygłosił szereg referatów z tej dziedziny, jak np. „O biolaczkach” w ramach Sympozjum PAN „Kryzys ekologiczny środowisk”, lub „Wpływ degradacji elektromagnetycznego środowiska geofizycznego na organizm ludzki”. We Wprowadzeniu prof. Aleksandrowicz zwraca uwagę na pionierskie prace prof. Sedlaka w kierunku znalezienia nowej syntezy w biologii w oparciu o elektroniczny model żywego ustroju i polowe określenie życia. Książka zawiera 27 rozdziałów, które są powtórzeniem pasjonujących referatów, jakie autor wygłosił i opublikował w poszczególnych latach w „Rocznikach Filozoficznych”, „Zeszytach Naukowych KUL”, „Kosmosie” na tematy sformułowane w nagłówkach. Trudno byłoby zreferować ich bo-

gatą treść w krótkiej recenzji, natomiast nie od rzeczy będzie zestawienie tytułów niektórych z nich, jak: Pole biologiczne a nowa wizja życia (2), Elektrostatyka i ewolucja organiczna (3), ABC elektronicznej teorii życia (5), Laserowe procesy biologiczne (7), Bioplasma — problemy i możliwości (12), Dynamika bioplasmy i metabolizm (13), Hipnoza — telepatia — biofizyka (17), Joga w świetle współczesnej biofizyki (19), Bioelektronika — informacja — holografia (21), Człowiek — biosfera — kosmosfera (24), Homo elektronicus (27) itp. Po każdym rozdziale podane jest streszczenie w języku angielskim oraz bogata literatura. Część rozdziałów zilustrowana jest rycinami oryginalnymi autora oraz fotografiami z mikroskopu elektronowego. Książka prof. W. Sedlaka zainteresuje każdego śledzącego rozwój nauk biologicznych i szukającego ich syntezy.

Roman J. Wojtusiak

KRONIKA NAUKOWA

Program krakowskich obchodów 510 rocznicy urodzin M. Kopernika w r. akad. 1982/83

W 1983 r. przypada 510 rocznica urodzin M. Kopernika, która będzie uroczystie obchodzona w całym kraju. Kraków jest drugim po Toruniu miastem szczególnie silnie związanym tradycją z postacią Astronoma, toteż kopernikowskie rocznice są tutaj nadzwyczaj godnie obchodzone. Mając to na uwadze już w październiku 1982 r. z inicjatywy Krakowskiego Oddziału Polskiego Towarzystwa Astronautycznego, przy współudziale Krakowskiego Oddziału Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii i Krakowskiego Oddziału Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. M. Kopernika, powstał zespół, który przy pomocy szerszego grona współpracowników podjął się zorganizowania w Krakowie uroczystych obchodów ku uczczeniu wielkiego Polaka. Oto skład Środowiskowego Krakowskiego Zespołu Koordynacyjnego Obchodów 510 Rocznicy Urodzin Mikołaja Kopernika:

Przewodniczący: dr Bolesław Gomółka
Wiceprzewodniczący: inż. Jacek Burda
Sekretarz: mgr Alicja Siuta
Członkowie: red. Lesław Peters, Jerzy Sokół

Jako podstawowy problem przyjęto spopularyzowanie osoby M. Kopernika i jego bogatego dorobku naukowego wśród społeczeństwa Krakowa. W tym celu postanowiono włączyć do uczestniczenia w organizacji obchodów wszystkie krakowskie instytucje związane z M. Kopernikiem, bądź to tradycją, bądź też mające go za patrona. Podejmując realizację tego zamierzenia przygotowano całoroczny (II/1983—II/1984) cykl comiesięcznych imprez zlokalizowanych w coraz to innej instytucji. W ramach tych obchodów przewidziano m. in. spotkania lub uroczyste zebrania członków ww. towarzystw naukowych połączone ze zwiedzaniem miejsc tradycyjnie związanych z M. Kopernikiem lub innych obiektów będących formą jego uczczenia. Zaplanowano również okolicznościowe wykłady oraz wystawy itp.

Oto szczegóły programu obchodów do września 1983 r.

So 19. 02.

g. 14.00

Złożenie kwiatów pod pomnikiem Mikołaja Kopernika przed Collegium Physicum na Plantach. Inauguracja obchodów 510 rocznicy urodzin Mikołaja Kopernika z udziałem nestora polskich astronomów prof. dr Eugeniusza Rybki w Auli Collegium Maius Uniwersytetu Jagiellońskiego. Zwiedzanie Muzeum Uni-

wersytetu. Zapoznanie się z przedmiotami upamiętniającymi pobyt M. Kopernika w Akademii Krakowskiej, oraz zabytkami muzealnymi związanymi z rozwojem wiedzy o Wszechświecie.

So 19. 03

godz. 14.00

Zapoznanie się z obiektami i pracą Zespołu Szkół Ekonomicznych im. Mikołaja Kopernika w Krakowie w roku stulecia jego istnienia. Wprowadzenie dyr. mgr Wiesława Chowańca. Wykład mgr Adama Foltyna „Rola Kopernika i jego odkrycie w ekonomii”. Program słowno-muzyczny przygotowany przez mgr Adama Kochanika w wykonaniu młodzieży Zespołu Szkół Ekonomicznych.

Wt 19. 04.

g. 17.00

Zapoznanie się z zabytkowymi obiektami przy ul. M. Kopernika oraz zwiedzanie dawnego Obserwatorium Astronomicznego UJ przy tej ulicy z wykładem dra Jana Mielęckiego pt. „Z dziejów Obserwatorium Astronomicznego UJ”.

Cz. 19. 05.

g. 12.00

Wykład dra Bolesława Gomółki pt. „Cenniejsze kopernicana w zbiorach Biblioteki Jagiellońskiej”. Otwarcie wystawy historyczno-astronomicznej (Wystawa okresowa 19. 05.—24. 05. w pomieszczeniach wystawowych Biblioteki Jagiellońskiej). Złożenie kwiatów pod pomnikiem M. Kopernika w Parku im. dra Henryka Jordana.

Ni 19. 06.

godz. 10.00

Zwiedzanie obiektów Planetarium i Obserwatorium Astronomicznego im. Mikołaja Kopernika w Chorzowie. Wykład dra Henryka Chrupały pt. „Rola planetariów i obserwatoriów w dydaktyce i popularyzacji astronomii”.

Lipiec—Sierpień

Wyprawa szlakiem Kopernika i myśli kopernikowskiej po Ziemiach Zachodnich od Kopernikow do Szczecinka.

Po 19. 09.

g. 18.00

Zapoznanie się z obiektami Obserwatorium Astronomicznego im. Mikołaja Kopernika na Forcie Skała (nowego obserwatorium Uniwersytetu Jagiellońskiego). Wykład dra Macieja Winiarskiego pt. „Obiekty zainteresowań badawczych nowoczesnej astronomii”. W przypadku dobrej pogody pokaz nieba.

Bolesław Gomółka

Apel o wsparcie inicjatywy utworzenia Muzeum Dydaktyki Biologii

W konsekwencji podyktowanego wieloma koniecznościami wdrożenia do systemu kształcenia nauczycieli studiów o wąskich specjalnościach przedmiotowych, z dotychczasowych dydaktyk ogólnych wyłonione zostały dydaktyki szczegółowe, adekwatne do poszczególnych przedmiotów szkolnych. Każda z tych dydaktyk ma swoją własną kartę historyczną, często jeszcze nie znaną lub zapomnianą, którą nieraz dopiero żmudne badania archiwalne odkrywają i należyce oceniają.

Na historię dydaktyk niektórych przedmiotów szkolnych — zwłaszcza przyrodniczych — złożyły się nie tylko przekazy i opisy słowne, ale w dużym stopniu również stosowane w nich środki dydaktyczne, które z wielu względów miały w ich rozwoju znaczenie zasadnicze.

W odtwarzaniu genezy i rozwoju dydaktyki biologii nie wystarcza więc zrekonstruowanie samych tylko opisów jej przeszłości, ale koniecznym jest zebranie i zachowanie związanych z jej rozwojem wszelkich wytworów rzeczowych o charakterze archiwalno-muzealnym.

O potrzebie i znaczeniu gromadzenia i trwałego zachowywania narodowych pamiątek po przeszłości pisało już wielu wielkich pisarzy i filozofów, zwłaszcza epoki romantycznej. Jednym z naszych współczesnych argumentów niech więc będą zapatrywania na ten problem wielkiego poety Victora Hugo, który już w 1832 r. w jednym ze swych poematów domagał się usilnie: „prawa dla pamiątek, prawa dla wielkich dzieł umysłu ludzkiego, prawa do zbiorowego dzieła ojców, prawa dla historii, prawa dla wszystkiego, co się burzy, a co się niczym nie da zastąpić, prawa dla tego, co najświętszego ma naród oprócz swej przyszłości — prawa dla przeszłości”.

W podsumowaniu obrad III Ogólnopolskiego Seminarium Dydaktyki Biologii, odbytego w dniach 20 — 22. IX. 1976 r. w Łodzi, Komisja Wnioskowa pod przewodnictwem doc. dr Sylwestra Frejlaka — mając na uwadze powyższe argumenty — przedłożyła m. in. wniosek o utworzenie centralnego muzeum dydaktyki biologii. Wniosek otrzymał pełną aprobatę uczestników Seminarium, a Zarząd Sekcji Dydaktyki Biologii przy Polskim Towarzystwie Przyrodników im. Kopernika funkcję tę powierzył powołanemu przez Walne Zebranie zespołowi specjalistycznemu d/s historii dydaktyki biologii w składzie osobowym: doc. dr hab. Wiesław Stawiński, dr Maria Piotrowicz, mgr Jerzy Płachta i mgr Bronisław Kochmański. Zespół zaś na swego koordynatora wyłonił mgra Bronisława Kochmańskiego, autora niniejszego apelu.

W związku z powyższym, Sekcja Dydaktyki Biologii przy Polskim Towarzystwie Przyrodników im. Kopernika apeluje do Dyrektorów Szkół wszystkich stopni i kierunków kształcenia, Nauczycieli i Bibliotekarzy Pedagogicznych oraz wszystkich Polaków dobrej woli, aby zechcieli swoimi — nawet najskromniejszymi możliwościami — wesprzeć jej zamiary, wskazywać źródła, gdzie można szukać zabytków z dziejów dydaktyki biologii, tj. jakichkolwiek środków mających związek z nauczaniem biologii, aby je uchronić od zaprzepaszczenia i przekazać je potomności.

Powstające Polskie Muzeum Dydaktyki Biologii o charakterze wyłącznie historycznym dążyć będzie z pomocą pogłównego poznawania przeszłości narodowych systemów nauczania i struktur przedmiotów biologii oraz do nawiązywania poprzerywanych przez wojny i niepomysłne wypadki polityczne nici narodowej tradycji w szkole, równocześnie zwracać uwagę na wszelkie ulepszenia nauczania i urządzeń szkolnych, informować o nich i wskazywać im drogę do ciągłego postępu.

Wszyscy ofiarodawcy wspierający zasoby Muzeum — instytucjonalni i indywidualni — za każdy zdeklarowany eksponat będą bieżąco i na zasadach ścisłego zarachowania inwentaryzacyjnego otrzymywać podziękowania i skwitowania przyjęcia — z wpisem do księgi ofiarodawców, a raz do roku (w ostatnich numerach roku) będą dodatkowo honorowani otwartymi upamiętnieniami w czasopiśmie „Biologia

w Szkole”. Również tą samą drogą Zarząd Muzeum będzie informował wszystkich zainteresowanych o wszelkim postępie i zmianach w strukturze tej instytucji.

Wszelkie korespondencje związane z apelem o wspieranie inicjatywy utworzenia Muzeum Dydaktyki Biologii uprasza się kierować pod adresami:

Doc. dr hab. Wiesław Stawiński
ul. Podbrzezie 3, WSP, 31-054 Kraków
lub:
Mgr Bronisław Kochmański
Os. II Armii LWP, bl. 4a/7, 37—500 Jarosław

W 80-lecie pierwszej polskiej inicjatywy utworzenia muzeum szkolnego

Obce rzeczy wiedzieć dobrze jest, — swoje obowiązek

Zygmunt Gloger, *Encyklopedia Staropolska* 1900

Dzieje szkolnictwa polskiego mają swoje bardzo piękne karty. Co zaś zasługuje na baczną uwagę, doła i niedola naszej szkoły łączyła się bardzo ściśle z dołą i niedolą narodu.

Gdy byliśmy moralnie zdrowi i państwowo mocni lub gdy bodaj jeden z tych czynników był silny, szkoła polska stała na wyżynie. Upadek myśli państwowej i zdrowia moralnego łączył się zawsze z upadkiem szkolnictwa. Próbowano odrodzenia ducha państwowego i narodowego zawsze towarzyszą skuteczne usiłowania wokół odrodzenia szkoły narodowej.

To zespolenie się bytu narodowego z bytem szkolnym ojczyzny najostrejszych rysów nabierało szczególnie w chwilach upadku. Kiedy naród nasz pozbawiony był więzby państwowej i utrzymywał się przy życiu więzba czysto duchowa, poczuciem jedności, jedynym z ogniw najsilniejszych tej więzby zawsze było patriotyczne przywiązanie do szkoły ojczyzny. Toteż nawrócenie swoistego kultu dla jej narodowo-historycznej roli jest szczególnym obowiązkiem narodowym.

Niestety. W zbiorach narodowych pamiątek szkoła polska dotąd — mimo podejmowanych już w tym względzie przedsięwzięć — nie doczekała się posiadania własnego muzeum, choć w światowym ruchu pedagogicznym zakładanie tego rodzaju pomnikowych instytucji ma już ponad wiekową kontynuację, wielką rangę kulturową i bogate tradycje.

Pierwsze muzea szkolne poczęły powstawać już pod koniec pierwszej połowy XIX w., a to wtedy, kiedy na polu szkolnictwa i wychowania zaczęły się szerzyć kierunki dążące do zastąpienia książkowej nauki środkami, które działając na umysły, starały się podnieść poziom nauki i łatwość zrozumienia. Wkrótce przemysł poddał się temu ruchowi, naprzód w Anglii, potem we Francji i w Niemczech i to z taką szybkością, że trudno było po latach dziesięciu ogarnąć jednostkę całą celową produkcję. Powstają wtedy instytucje muzeów szkolnych: w 1841 r. w Stuttgarcie, a wkrótce potem w Toronto w Kanadzie. Są to muzea o charakterze gabinetowym i powstają w tym celu, aby wybrać co najlepsze i co najlepiej dla szkoły się nadawało. Od tego czasu muzea rozszerzają się na całą kulę ziemską; wszystkie narody cywilizowane zaczęły je tworzyć. Rządy państw, krajów, zarządy bogatych miast,łożyły znaczne sumy, fundując podobne muzea i tworzyły je w znacznej ilości. W 1900 roku istniało ich już 65; niektóre z nich tak wspaniale wyposażone, jak sobie mogły tylko pozwolić narody i społeczeństwa bogate. Najbogaciej wyposażono w Petersburgu, Tokio, Montrealu, Nowym Jorku i Paryżu. Inne były oparte, bądź wyłącznie, bądź przeważnie, na środkach, których dostarczała samopomoc i ofiarność społeczna.

Polska w tym czasie jako państwo nie istniała, ale istniał, zwłaszcza w zaborze austriackim, bardzo żywotny naródowo — patriotyczny polski ruch pedagogiczny. Z inicjatywy dr Ludomila Germana i przy wydatnej pomocy prof. dr Antoniego Karbowiaka, podobne, polskie muzeum pedagogiczne powstało pod patronatem Towarzystwa Nauczycieli Szkół Wyższych we Lwowie.

Wypełniając uchwałę Walnego Zgromadzenia Wydział Towarzystwa Nauczycieli Szkół Wyższych w styczniu 1903 r. powołał do życia „Komisję”, zarządzając Muzeum Szkolne, w skład której weszli: dr Ludomił German jako przewodniczący, prof. dr Artur Passendorfer (sekretarz), prof. Józef Czerniecki i Celestyn Lachowski jako członkowie.

1 listopada 1903 r. Zjazd delegatów Polskiego Towarzystwa Pedagogicznego we Lwowie uchwalił na wniosek dr Germana przystąpić do wspólnej pracy nad powołaniem do życia Muzeum Szkolnego.

Pierwotny plan organizacyjny Muzeum wprowadzał dwa działy: historyczny i współczesny.

Dział historyczny obejmował:

I. bibliotekę złożoną: a) z dzieł odnoszących się do historii szkół w Polsce, pedagogów zasłużonych w szkolnictwie, stowarzyszeń itd.; b) z rycin, medali, pieczęci, świadectw i akt urzędowych; c) z podręczników szkolnych,

II. dawne środki naukowe, mapy, okazy, obrazy, wykresy, diagramy statystyczne.

Dział współczesny tworzyły:

I. najnowsze środki naukowe,

II. przyrządy do gimnastyki, gier i zabaw, plany boisk, ogrodów szkolnych itp. wzorcowe urządzenia i sprzęty szkolne,

III. bibliotekę pedagogiczną, obejmującą cały zakres wychowania,

IV. zbiory prac uczniów, zadań, rysunków itd.

Niedługo potem, bo już w 1904 r., rozszerzyła Komisja powyższy plan i wprowadziła dział higieny szkolnej, ułożony przez dr E. Piaseckiego. Składały się nań dwa działy:

I. Rozwój fizyczny młodzieży, tj. dane, odnoszące się do cielesnego rozwoju dzieci w wieku szkolnym oraz środki, działające na jego wzmocnienie.

II. Zapobieganie szkodliwym wpływom życia szkolnego, a więc środki zmuszające do ograniczania możliwości nabycia chorób zakaźnych w szkole, do zmniejszenia ujemnego wpływu długiego siedzenia, do ochrony zmysłów, a zwłaszcza wzroku, do uniknięcia nadmiernego znużenia umysłu itd.

Z chwilą wynajęcia lokalu przy ul. św. Mikołaja 21 podzieliła Komisja zbiory muzealne na następujące grupy: a) podręczniki szkolne od najdawniejszych czasów, b) bibliotekę, obejmującą historię szkół w Polsce, współczesny dział pedagogiczny i prace nauczycieli, c) modele służące do uzmysłowienia nauki, d) mapy, modele i pieczęcie, e) obrazy i fotografie, f) rękopisy i dokumenty, g) sprawozdania roczne szkół, programy nauk i sprawozdania towarzystw, zajmujących się wychowaniem i oświatą.

Na podstawie regulaminu, uchwalonego przez Komisję Urządzającą Polskie Muzeum Szkolne, a przyjętego przez Wydział Towarzystwa Nauczycieli Szkół Wyższych i Zarząd Główny Polskiego Towarzystwa Pedagogicznego, uzyskała Komisja zupełny samorząd w zakresie spraw wewnętrznych, prawo kooptacji członków i samodzielnego występowania na zewnątrz pod tym jednak warunkiem, że wystąpienie to nie narazi interesów żadnego z powołanych towarzystw.

Na takich samorządnych podstawach oparta Komisja rozwinęła intensywną działalność. W roku 1903 wniosła podanie do Sejmu i Ministerium Oświaty o zapomogę na urządzenie Muzeum Szkolnego, do Rady m. Lwowa o przydzielenie lokalu na pomieszczenie zbiorów, a do Rady Szkolnej Krajowej o moralne poparcie.

Pomocy pieniężnej użyły: Towarzystwo Nauczycieli Szkół Wyższych, Polskie Towarzystwo Pedagogiczne, Sejm i Ministerium Oświaty. Rada Szkolna Krajowa natomiast poleciła rozporządzeniem z dnia 3. XII. 1903 r. L. 606 dyrektorom wszystkich szkół i radom szkolnym okręgowym, aby wszechstronnie popierały Muzeum Szkolne, przysyłały mu swe sprawozdania, publikacje i donosiły o wszelkich ulepszeniach.

W grudniu 1903 r. ogłosiła Komisja odezwę do społeczeństwa. Wyluszczyła w niej szczegółowo program swojej pracy i zaapelowała do publicznej ofiarności, wskazując na środki, jakimi każdy obywatel może wesprzeć młodą instytucję.

W pierwszym rządzie zwróciła się Komisja do całego nauczycielstwa, aby swą wiedzą i doświadczeniem popierało jej zamiary, wskazywało źródła, gdzie należy szukać zabytków z dziejów wychowania, aby je uchronić od niewątpliwego zniszczenia. Poprosiła również o wiadomości, gdzie i kto w kraju wytwarza wzorowe środki dydaktyczne, urządzenia szkolne i higieniczne, przyrządy i przybory szkolne.

Po ogłoszeniu odezwy rozesłano kilkaset listów o dary do osób wybitniejszych, pracujących na polu wychowania publicznego w Polsce i do Polaków w Ameryce.

W roku 1904 powstało staraniem Komisji kilka lokalnych komitetów, które zajęły się zbieraniem książek dla Muzeum Szkolnego. Najwydatniejszą była działalność Komitetu Krakowskiego, zorganizowanego przez Krakowskie Koło Towarzystwa Nauczycieli Szkół Wyższych. Równie intensywną była akcja Komitetu w Brzeżanach. Rezultat pracy wszystkich komitetów w roku 1904/5 najwymowniej ilustruje liczba 2566 pozycji, o które powiększyły się zbiory muzealne.

Z prowizorycznej orientacji Komisja (9. IV. 1906) przekształciła się w stałą — w „zarząd”, a zakres swego działania określiła regulaminem, zatwierdzonym przez oba Towarzystwa.

Tymczasem zbiory Muzeum wzrosły tak dalece, że mogły już oddawać usługi pracującym. Zadanie to ułatwił własny lokal, przeto Zarząd, po donajęciu drugiej połowy zajmowanego piętra, postanowił w następnym roku aktem uroczystego otwarcia publicznie ogłosić wolność korzystania z biblioteki i okazów muzealnych. Oprócz tej czysto społeczno-kulturalnej pobudki wpłynął niemało na otwarcie Muzeum wzgląd na jego rozwój. Zarząd przypuszczał, że szersza publiczność łatwiej po otwarciu będzie mogła sobie zdać sprawę z celów Muzeum, a wówczas wzmocze się jej ofiarności i wiele zabytków, bezpożytecznie wypełniających prywatne zbiory, wzbogaci te instytucje.

Otwarcia dokonano 3 maja 1907 r. Była to w owych czasach epokowa chwila nie tylko w życiu Polskiego Muzeum Szkolnego, lecz także nieprzejętna w życiu narodu. Od chwili otwarcia zyskało społeczeństwo polskie nową placówkę kulturalną, której z zaufaniem poruciło obowiązek gromadzenia wszelkich zabytków polskiej kultury pedagogicznej z doby niezawisłości politycznej i z okresu narodowej podległości porzobiorowej.

Toteż w uroczystym akcie otwarcia lokalu i oddania zbiorów do użyteczności publicznej wzięli udział wszyscy najwybitniejsi przedstawiciele narodu tej dzielnicy rozbiorowej.

Ze słów, jakie padły podczas uroczystości, przebił się głęboki pietyzm dla celu, któremu młoda instytucja służyć miała, zachęta do dalszej wytrwałej pracy około budowy gmachu, pod którą rzucono już fundamenty, i jednomyślne przyrzeczenie wszechstronnej pomocy, aby trudy ludzi dobrej woli wydały plon najobfitszy.

Powstałe w tak ciężkiej sytuacji autonomicznej i politycznej narodu oraz w drodze bezprzykładnej ofiarności społecznej Muzeum Szkolne, szczęśliwie i z ogromnym pożytkiem dla polskiego szkolnictwa, rozwijało się do wybuchu drugiej wojny światowej. Niestety. W tej totalnej dla ludzkości i jej kultur poździej wojennej, podzieliło los wielu zabytków kultury polskiej — przestało istnieć. W powojennym statusie Polski nie znaleziono już potrzeby i możliwości na jego zrekonstruowanie, ani nie zainicjowano utworzenia podobnego lub nowego — co jest wielką szkodą dla polskiej kultury pedagogicznej i ogólnonarodowej.

W obecnej sytuacji szkolnictwa, poddawanego daleko idącym dezintegracjom przedmiotowo-specjalistycznym i szybko postępującym reformom programowo-organizacyjnym, powołanie muzeum szkolnego, jako potencjalnego czynnika integrującego tego rodzaju przedsięwzięcie, ma niczym nie dające się zastąpić znaczenie.

Na tle cieszących się wysoką rangą i względami ideowo-ekonomicznymi w naszym kraju muzeów militariów, etnograficznych, techniki, różnych rzemiosł itp., szkoła polska zasługuje na nie mniejsze względy i uznania społeczne.

Bronisław Kochmański

OLIMPIADY BIOLOGICZNE

Finał XI Olimpiady Biologicznej
pod hasłem: „Woda i Życie”

W dniach od 3 do 5 kwietnia 1982 roku w gmachu Uniwersytetu Warszawskiego w sali Audytorium Maximum odbyły się XI eliminacje ogólnopolskie, w których uczestniczyło 125 finalistów z całej Polski. Eliminacje objęły:

- test pisemny z zakresu kursu biologii szkoły średniej
- rozmowę z zawodnikiem dotyczącą całego programu szkoły średniej, ochrony środowiska, samodzielnej pracy badawczej i podanego przez zawodnika piśmiennictwa.

W dniu 5 kwietnia odbyło się uroczyste zakończenie Olimpiady. Już więc po raz jedenasty spotykają się najlepsi z najlepszych. Licznie zgromadzona młodzież uczestnicząca w eliminacjach III stopnia, nauczyciele-opiekunowie olimpijczyków, rodzice, działacze społeczni, sympatycy Olimpiady i liczni organizatorzy Olimpiady wypełnili po brzegi wielką aulę Audytorium Maximum. Dekoracja sali — liczne plakaty wykonane przez młodzież a dotyczące ochrony środowiska, stoliki z licznymi nagrodami książkowymi, dyplomami, aparatami fotograficznymi dla finalistów, na stole prezydjalnym — 25 nagród dla laureatów, wszystko to stwarzało nastrój wyjątkowo podniosły i miły.

Przewodniczący Komitetu Głównego Olimpiady Biologicznej prof. dr Włodzimierz Michajłow dziękował młodzieży — autorom i wykonawcom prac badawczych niezwykle interesujących ze względu na zagad-

nienia podejmowane i to zarówno tych nagrodzonych, jak i tych nie nagrodzonych, niemniej jednak cennych, bo świadczących o zrozumieniu przez olimpijczyka wagi i znaczenia kształtowania środowiska przez człowieka.

Przewodniczący Komitetu Głównego podkreślił również ogromną rolę wychowawców-nauczycieli w kierowaniu pracą ucznia olimpijczyka. Ogromna praca ze strony nauczycieli i rzetelna ocena uczestnika dokonywana w finale przez pracowników nauki stworzyły wokół Olimpiady atmosferę dobrej i pożytecznej roboty i dlatego finał każdej Olimpiady Biologicznej jest ważną imprezą w życiu młodego człowieka i jego opiekuna-nauczyciela.

Jako przedstawiciel Ministerstwa Oświaty i Wychowania przemówił do zebranych generał dywizji Zygmunt Huszcza. Serdecznie powitał finalistów i laureatów, podkreślił, że impreza zakończenia XI Olimpiady ma duże znaczenie: podsumowuje wielomiesięczną pracę olimpijczyków, którzy nauczyli się przezwyciężać trudności, uczyli się samodzielności — aktywnego działania i wytrwałości, a to są wszystkie cechy, które wyzwalają w młodym człowieku dużo energii, pomysłowości i zaradności, a takich właśnie ludzi potrzebuje nasza Ojczyzna. Serdeczne słowa generała skierowane do młodzieży nagrodzone były licznymi brawami?

Po wygłoszeniu — wysłuchanego z wielkim zainteresowaniem referatu dr Andrzeja Jerzmanowskiego o tematyce dotyczącej osiągnięć współczesnej genetyki dr Maria Charzyńska — sekretarz naukowy Komitetu Głównego Olimpiady Biologicznej odczytała

LISTA LAUREATÓW

XI OLIMPIADY BIOLOGICZNEJ W R. SZK. 1981/1982

L.p. lokata	Imię i nazwisko laureata	Szkoła (nazwa, adres)	Klasa	Imię i nazwisko nauczyciela	Pochodzenie społeczne laureata	Zamierzony kierunek studiów	Uwagi udział w Olimpiadach
1	2	3	4	5	6	7	8
I lokata							
1.	Janusz Witkowski	LO B. Krzywoustego, ul. Jedności Robotn. 10, Głogów	IV	Anna Włodarczyk	intelig.	medycyna	
2.	Ireneusz Moraczewski	LO im. J. J. Śniadeckich, ul. Staszica 4, Bydgoszcz	III	Barbara Wójcik	intelig.	biologia	
3.	Paweł Jesionowski	LO, ul. Kilińskiego 1, Zielona Góra	IV	Zygmunt Tompalski	intelig.	medycyna	fizyczna
4.	Jolanta Sulima	LO im. B. Taraszkiewicza, ul. Kopernika 4, Bielsk Podlaski	III	Nina Sulima	nauczyc.	biologia	
5.	Marek Ziobro	LO im. S. Wyspiańskiego, ul. Grzegorzewska 24, Kraków	III	Janina Górz	intelig.	biologia	
II lokata							
6.	Marzena Jakubowska	LO im. A. Mickiewicza, ul. Głogowska 92, Poznań	IV	Krystyna Grykiel	intelig.	medycyna	

1	2	3	4	5	6	7	8
7.	Marek Skoczylas	LO im. Gen. K. Świerczewskiego, ul. Paderewskiego 17, Wałbrzych	IV	Stefania Wilusz	nauczyc.	medycyna	
8.	Jolanta Szewczuk	LO im. A. Mickiewicza, ul. Brukowa 2, Białystok	III	Krystyna Kostecka	intelig.	medycyna	chemiczna
9.	Artur Nowicki	LO im. S. Wyspiańskiego, ul. Międzyborska 64/70, Warszawa	IV	Barbara Futkowska	robotnicze	biologia	
10.	Mirosława Psuja	LO St. Czarnieckiego, ul. Czarnieckiego 8, Chełm	IV	Anna Kiwińska	robotnicze	medycyna	
11.	Witold Mikołajewski	LO im. J. Długosza, ul. Długosza 5, Nowy Sącz	IV	Janina Szczepanek	nauczyc.	medycyna	
12.	Piotr Sonecki	LO im. E. Plater, ul. Parkowa 1, Sosnowiec	IV	Lucyna Horoń	intelig.	medycyna	
13.	Krzysztof Wojciech Walczewski	LO im. Króla Jana Sobieskiego, ul. Sobieskiego 9, Kraków	III	Anna Hoffman	nauczyc.	medycyna	
14.	Andrzej Marko	LO nr X, ul. Kasprowicza 26, Wrocław	IV	Maria Dobrowolska	robotnicze	medycyna	
15.	Tomasz Chodnik	LO im. S. Żeromskiego, ul. Polanki 130, Gdańsk Oliwa	IV	Maria Grondkowska	nauczyc.	medycyna	
III lokata							
16.	Ewa Dyduch	LO im. Króla Kazimierza Wielkiego, ul. Brodzińskiego 1, Bochnia	III	Zdzisława Gnoińska	intelig.	biologia	
17.	Małgorzata Sawilska	LO im. J. J. Śniadeckich, ul. Staszica 4, Bydgoszcz	III	Barbara Wójcik	intelig.	medycyna	
18.	Elżbieta Gezeła	LO, ul. Paderewskiego 17, Wałbrzych	IV	Stefania Wilusz	robotnicze	medycyna	
19.	Dariusz Wąsik	LO im. A. Mickiewicza, ul. Staszica 1, Stargard Szczec.	II	Halina Rusiekiewicz	nauczyc.	biologia	
20.	Janusz Margański	LO, ul. Świerczewskiego 4, Kolbuszowa	IV	Wacław Leśniak	chłopskie	medycyna	
21.	Jarosław Schab	LO im. E. Dembowskiego, ul. Kilińskiego 1, Zielona Góra	IV	Zygmunt Tompalski	intelig.	rolnictwo	
22.	Edyta Piróg	LO im. J. Lelewela, ul. Siemiradzkiego 2, Warszawa	IV	Janina Gil-Pac	intelig.	medycyna	
23.	Piotr Miśkiewicz	LO, Al. Niepodległości 7, Szprotawa	IV	Danuta Bednarczuk	robotnicze	medycyna	Wiedza o Polsce i Świecie Wsp.
24.	Janusz Kubuj	LO im. Kętrzyńskiego, Pl. Powstańców 2, Kętrzyn	III	Franciszek Śniedziwski	robotnicze	medycyna	
25.	Maciej Wąs	LO im. M. Skłodowskiej-Curie, ul. Żeromskiego 9, Piotrków Tryb.	III	Józef Krupa	nauczyc.	oceanografia	chemiczna

listę laureatów. Zarówno laureaci jak i finaliści oraz ich wychowawcy otrzymali z rąk organizatorów i fundatorów liczne cenne nagrody pieniężne, rzeczowe (mikroskop typu MS8M — produkcji PZO dla laureata — zwycięzcy XI Olimpiady, aparaty fotograficzne typu „Villa”, książki oraz dyplomy, odznaki srebrne dla finalistów, złote dla laureatów). Ponadto wszyscy zawodnicy otrzymali wydawnictwo pn. „Olimpiady Biologiczne” tom II i III. Nauczycielom-opiekunom laureatów zostały wręczone nagrody Ministerstwa Oświaty i Wychowania w postaci bonów oszczędnościowych, działaczom społecznym złote odznaki. Uchwałą Komitetu Głównego z dnia 26 marca br. po raz pierwszy przyznane zostały Medale X-lecia, 47 szkołom wyróżniającym się w pracy społecznej dla rozwoju Olimpiady Biologicznej.

W części końcowej uroczystości poinformowano o treści tematycznej XII Olimpiady Biologicznej na rok 1982/83, która toczyć się będzie pod hasłem „Gleba i Życie”, z prośbą o spopularyzowanie tej imprezy tak cennej zarówno z punktu widzenia wychowawczego i dydaktycznego.

Komitet Główny Olimpiady Biologicznej za pośrednictwem naszego czasopisma pragnie wyrazić serdeczne podziękowanie wszystkim nauczycielom, dyrekcjom szkół, Kuratorium Oświaty i Wychowania, instytucjom wspierającym (Ministerstwo Oświaty i Wychowania, Ministerstwo Administracji, Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska, Leśnictwa, Rolnictwa, Polskie Zakłady Optyczne, Związek Socjalistycznej Młodzieży Polskiej, redakcje czasopism przyrodniczych).

Wszystkich kolegów — biologów, wychowawców, a przede wszystkim nauczycieli rozpoczynających pracę w zawodzie — zachęcam do udziału w tej bardzo pożytecznej imprezie jaką jest Olimpiada Biologiczna.

J. Zdebska-Sierosławska

XIII Olimpiada Biologiczna dla uczniów szkół średnich w roku szkolnym 1983/1984 pod hasłem: „Życie a chemizacja środowiska”

Organizatorzy: Ministerstwo Oświaty i Wychowania, Komitet Główny Olimpiady Biologicznej, Zarząd Główny Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika, Zarząd Główny Ligi Ochrony Przyrody. Zawody Olimpiady są trzystopniowe.
Zawody I stopnia — od 3 stycznia do 28 października 1983 r.

Etap pierwszy — od 3 stycznia do 29 kwietnia

Etap drugi — od 30 kwietnia do 28 października 1983 r.

Eliminacje szkolne dla całego kraju w jednolitym terminie dnia 28 października 1983 r.

Tematyka:

I. Samodzielne wykonanie indywidualnej pracy badawczej na temat wybrany spośród zagadnień:

A. Racjonalna chemizacja i jej dodatni wpływ na organizmy roślinne i zwierzęce.

1. Wpływ składników mineralnych na wzrost i rozwój roślin; doświadczenie w warunkach laboratoryjnych lub na polatkach doświadczalnych.

2. Zależność wysokości plonów od zastosowania racjonalnego nawożenia.

3. Wpływ witamin i soli mineralnych na ciężar ciała i prawidłowy rozwój organizmów zwierzęcych.

4. Zależność produkcji wtórnej od rodzaju i ilości karmy.

B. Niewłaściwa chemizacja i jej ujemny wpływ na organizmy roślinne i zwierzęce.

1. Wpływ wadliwego nawożenia na cykl rozwojowy roślin uprawnych.

2. Wpływ pestycydów na faunę glebową.

3. Wpływ detergentów lub innych substancji chemicznych na glony, pierwotniaki i skorupiaki planktonowe.

II. Znajomość podstawowych zagadnień z zakresu zasad ochrony przyrody oraz gatunków roślin i zwierząt w kraju i na świecie.

III. Znajomość gatunków roślin i zwierząt chronionych w kraju.

IV. Znajomość piśmiennictwa popularnonaukowego dotyczącego wybranego tematu pracy i jego odpowiednie wykorzystanie.

Zawody II stopnia — od 29 października 1983 r. do 30 stycznia 1984 r.

Eliminacje okręgowe od 28 stycznia do 30 stycznia 1984 r.

Tematyka:

Opanowanie wiedzy biologicznej z zakresu programu szkolnego z uwzględnieniem problematyki chemizacji środowiska.

Zawody III stopnia — od 1 lutego do 10 kwietnia 1984 r.

Eliminacje ogólnopolskie: od 7 do 9 kwietnia 1984 r.

Tematyka:

Opanowanie wiedzy biologicznej z całego zakresu programu szkolnego ze szczególnym uwzględnieniem dodatnich i ujemnych skutków chemizacji środowiska.

Przewodniczący

Prof. dr Włodzimierz Michajłow

Uwagi o realizacji

Chemia — to jedna z najpotężniejszych broni człowieka, to jeden z najważniejszych czynników ułatwiających życie, a równocześnie najniebezpieczniejszy dla środowiska, w ogóle dla życia. Motywów więc skłaniających do wyboru tego hasła XIII Olimpiady Biologicznej było wiele. Najważniejszym celem jednak było doprowadzenie do świadomości ucznia — zawodnika olimpiady, zrozumienia przez niego potrzeby ochrony przyrody jako środowiska, od którego zależało i zależy życie organizmów. Samodzielne prace badawcze powinny przekonać młodzież, że skutki chemizacji środowiska można rozpatrywać z wielu punktów widzenia. Z jednej strony nie sposób wyobrazić sobie współczesnego życia bez posługiwania się zdobyczami nauki, jaką jest chemia, która jest podstawą rozwoju rolnictwa, ogrodnictwa, leśnictwa (nawozy mineralne, pestycydy, syntetyczne związki wzrostowe, hormonizacja wzrostu i rozwoju roślin).

Uczeń-zawodnik Olimpiady Biologicznej wybierając jeden z tematów działu A pozna dodatni wpływ chemizacji na organizmy roślinne i zwierzęce, a jeśli wybierze zagadnienia z działu B przekona się o ubocznych skutkach chemizacji, niekiedy niezmiernie szkodliwych, działających bezpośrednio i pośrednio. Ujemne skutki chemizacji środowiska są rozliczne i bardzo różnorodne. Przykładowe tematy związane z realizacją działu B to:

1 — wpływ zanieczyszczeń przemysłowych na życie skorupiaków planktonowych w biocenoze wodnej.

2 — zastosowanie biotestów do określenia szkodliwości wybranych substancji chemicznych na organizm testowy rozwielitki.

Dział A: Racjonalna chemizacja i jej dodatni wpływ na organizmy roślinne i zwierzęce.

Jako pierwsze zagadnienie tego działu do przeprowadzenia prac badawczych uwzględniono wpływ składników mineralnych na wzrost i rozwój roślin. Doświadczenia w warunkach laboratoryjnych lub na polatkach doświadczalnych.

Odżywianie mineralne roślin to zagadnienie interesujące wielu naukowców i praktyków, rolników, ogrodników, leśników i działkowców. Jeżeli olimpijczyk wybierze ten temat „niezbędność danego pierwiastka mineralnego dla roślin” — zagadnienie to można przeprowadzić przy pomocy doświadczeń wegetacyjnych, a zwłaszcza kultur wodnych i piaskowych. Polegają one na uprawie roślin z nasion w słojach — wazonach wypełnionych nie glebą, lecz sztucznie spreparowanym podłożem zawierającym odpowiedni pierwia-

stek mineralny. Należy pamiętać o serii kontrolnej i doświadczalnej zawierającej podłoże pozbawione tego pierwiastka, którego znaczenie dla rośliny chcemy zbadać. Występujące podczas wegetacji różnice pomiędzy roślinami obydwu serii dostarczą wiadomości o roli, jaką badany pierwiastek pełni w życiu rośliny. Ważnym zagadnieniem przy tego rodzaju badaniach jest właściwe przyrządzenie pożywek dla różnych gatunków roślin.

Kultury hydroponiczne, jako odmiana kultur wodnych bez ziemi umożliwiają przeprowadzenie doświadczenia pozwalającego na określenie wymagań roślin w stosunku do makro- i mikroelementów. Hydroponiki dają możliwość uzyskiwania wcześniejszych i wyższych plonów. Metoda ta ma zastosowanie praktyczne w handlowej produkcji kwiatów i warzyw w szklarniach. Doświadczenia hydroponiczne są interesujące i ładne, i ciekawe do przeprowadzenia w warunkach szkolnych. Aby poznać warunki upraw hydroponicznych, należy sięgnąć do licznej już obecnie literatury. Polecamy pracę Z. Gumińskiej *Uprawa hydroponiczna roślin* (WNT Wrocław 1964). Warto tu zwrócić uwagę na *Poradnik działkowca* (praca zbiorowa PWRiL — 1970).

Na podstawie przeprowadzonych doświadczeń uczniów-zawodników łatwo zaobserwuje objawy niedoboru pierwiastków mineralnych u roślin, stwierdzi, że niedobór każdego makro- czy mikroelementu wywołuje objawy chorobowe roślin, stwierdzi również lokalizację tych objawów.

Temat 2 działu A to Zależność wysokości plonów od zastosowania racjonalnego nawożenia.

Aby się przekonać o wpływie nawozów potasowych, azotowych czy fosforowych na wzrost i rozwój roślin, należy przeprowadzić doświadczenia z roślinami uprawianymi na różnych glebach, nawożonych i nienawożonych. Badanie to najlepiej przeprowadzić na działce szkolnej lub własnym ogródku działkowym. Obserwować intensywność wzrostu, stopień i charakter ulistnienia, zakwitania.

Zawodnik Olimpiady musi poznać wartość produkcji wybranych do hodowli roślin, poznać ich biomasę, wyrażoną w jednostkach świeżej lub suchej masy. Np. uprawiając pomidory należy oznaczyć masę poszczególnych organów wyprodukowanych na różnych nawozach i obliczyć wielkość plonów. Ciekawe wyniki można również osiągnąć badając wpływ różnych dawek nawożenia azotowego na plonowanie.

Temat 3 działu A to Wpływ witamin, soli mineralnych na ciężar ciała i prawidłowy rozwój organizmów zwierzęcych.

Zagadnienia dotyczące żywienia są w centrum uwagi wielu naukowców i praktyków. Zaspokojenie różnorodnych potrzeb żywnościowych zwierząt hodowlanych, laboratoryjnych jak myszy, szczurów, chomików, świnek morskich itp. można wykazać doświadczalnie karmiąc zwierzęta paszą jednostajną, np. suchy makaron fabryczny, karmą różnorodną jak np. ziarno, marchew, liście i gałązki drzew, jabłka, ser lub granulowaną karmą gotową zawierającą określone witaminy, sole mineralne. Organizm zwierzęcy musi otrzymywać stale pewne ilości witamin i soli mineralnych. Gdy ilości te są nie wystarczające, wówczas występują objawy chorobowe, jak zaburzenia wzrostu. Należy również pamiętać, że nie wszystkie gatunki zwierząt są jednakowo wrażliwe na niedobór poszczególnych witamin.

Np. na niedobór witaminy A szczególnie wrażliwe są szczury, witaminy C — świnki morskie, a na niedobór witaminy B — gołębie. Na niedobór witamin bardziej są wrażliwe zwierzęta młode, samice ciężarne. Znając podane wyżej fakty dokładnie zaplanować tok badań, aby jednak doświadczenia dostarczyły właściwych wyników, należy stworzyć zwierzętom konieczne warunki do życia, zapewniające normalny wzrost, rozwój, rozród i produktywność (poza żywieniem). Biorąc do doświadczeń zwierzęta młode w jednakowym wieku, najlepiej z jednego miotu, o możliwie zbliżonej kondycji, szybko uzyskujemy wyraźne wyniki. Po wystąpieniu oczywistych różnic jednej z par doświadczalnych, dodajemy do karmy bezwitaminowej-jednorodnej po odrobinie multiwitaminy, lub jednej zaplanowanej witaminy. Obserwujemy zwierzę-

ta, badając wpływ tych nowych czynników na zachowanie zwierząt i na ich kondycję. Przy rozpoczęciu doświadczenia, a następnie co tydzień lub 10 dni, ważymy każde zwierzę. Po dwóch, trzech miesiącach obserwacji należy zestawić wyniki, ująć je wykresem i omówić.

Temat 4 działu A to Zależność produkcji wtórnej od rodzaju i ilości karmy.

Najważniejszą rzeczą w hodowli zwierząt jest właściwe ich żywienie. Realizując temat IV działu A, postępujemy podobnie jak w temacie trzecim, tylko wprowadzamy różną ilość karmy i różny jej rodzaj. Jedne zwierzęta żywimy najróżnorodniejszym pokarmem, drugie wyłącznie jednorodnym np. węglowodanami (mąka, makaron fabryczny). Obserwujemy i porównujemy przyrost wagi, ważymy co 7 dni. Zestawienie wagi badanych zwierząt doświadczalnych i kontrolnych podajemy w tabeli.

Zwierzęta kontrolne			Zwierzęta doświadczalne		
data	waga samca	waga samicy	data	waga samca	waga samicy

Należy pamiętać, że pomieszczenie, temperatura, oświetlenie, ściółka (papier) dla obydwu grup muszą być identyczne. Obie grupy powinny mieć stale czystą wodę w pojemniku.

Dział B. Niewłaściwa chemizacja i jej ujemny wpływ na organizmy roślinne i zwierzęce.

1. Wpływ wadliwego nawożenia na cykl rozwojowy roślin uprawnych.

Główną zasadą nawożenia jest zachowanie właściwego stosunku podstawowych składników: azotu, fosforu i potasu, zgodnie z potrzebami pokarmowymi roślin. Nadmiar niektórych składników może prowadzić do zatrucia roślin i obniżenia plonów. Niekiedy stosuje się jednak nadmierne nawożenie jednym składnikiem w celu poprawienia jakości plonu. Np. azotem dla zwiększenia zawartości białka w roślinach pastewnych. Do wyżej omówionego zagadnienia możemy użyć roślin zbożowych, warzywnych. W doświadczeniu zastosujemy różne dawki nawozowe, albo mieszaniny różnych nawozów. Nawozy mieszają się następująco: 1. azotan sodowy NaNO_3 , tomasyna ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaO}$), kainit ($\text{MgSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), wapno palone (CaO). 2. saletrzak ($\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{CaCO}_3$), mączka fosforytowa ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$), kainit (KClMgSO_4), wapno palone (CaO). Każdego składnika bierzemy niewielkie ilości np. po 0,5 g, kainitu — podwójną ilość. Jeżeli jednak zmniejszymy ilości, to rozwój roślin będzie przebiegał wadliwie. Doświadczenia można odpowiednio zmodyfikować. Można rozszerzyć badając nawożenie roślin tymi samymi składnikami, nie mieszanymi i porównać wyniki.

Temat 2 działu B. Wpływ pestycydów na faunę glebową.

Bronią człowieka w walce o obfitość i zdrowe plony stała się chemia, umożliwiając szerokie zastosowanie środków chemicznych w bezpośrednim zwalczaniu szkodników oraz zabezpieczeniu upraw przed pojawieniem się różnych chorób. Stosowanie preparatów chemicznych, obok niezaprzeczalnych wielkich korzyści w postaci wzrostu produkcji rolnej, powoduje ujemne skutki pośrednie i bezpośrednie dla środowiska. Szczególnie niebezpieczne okazały się insektycydy z grupy węglowodanów chlorowanych. Są to związki zalegające w glebie przez długie okresy czasu. Stosowane corocznie lub nawet częściej kumulują się w glebie i oddziałują toksycznie, szczególnie na mikroflorę i faunę glebową. Ze względu na toksyczność materiału badawczego, nie należy prowadzić badań w pracowni szkolnej. Cennym jednak źródłem informacji powinny być bezpośrednie kontakty ucznia-zawodnika Olimpiady ze stacjami ochrony roślin, ośrodkami naukowymi, a także praktykami, pracownikami w gospodarstwach rolniczych, ogrodniczych i leśnych. Obserwacje terenu, rejestracja organizmów zwierzęcych występujących na obszarach opryskiwanych lub

opylanych. Szczególną uwagę można zwrócić na larwy wielu owadów (owady pożyteczne), dżdżownice. Można też nawiązać kontakty z pszczelarzami, aby dowiedzieć się w jakich warunkach ekologicznych giną pszczoły, giną w ogóle błonkoskrzydłe itp.

Jako źródła informacji dotyczących drugiego tematu działu B, można wykorzystać artykuły z czasopism naukowych jak np. *Postępy nauk rolniczych*. Ochrona roślin, z czasopism służących praktyce, publikacji specjalistycznych z zakresu ogrodnictwa, rolnictwa itp. Literatura naukowa: J. Dorst *Zanim zginie przyroda*, WP 1971. Sandner *Człowiek zmienia przyrodę*, Omega, WP, 1970. W. Michajłow *Ochrona przyrodniczego środowiska człowieka*, PWN 1973, str. 424-433 i 588-598.

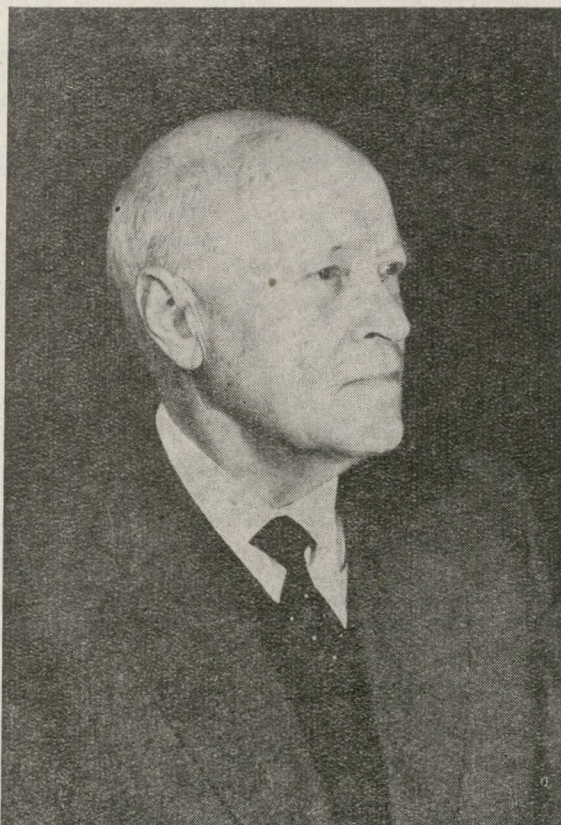
Temat 3 działu B Wpływ detergentów lub innych substancji chemicznych na glony, pierwotniaki i skorupiaki planktonowe.

Jedną z metod pozwalającą na ocenę stopnia szkodliwości różnych substancji chemicznych powodujących skażenie środowiska jest metoda testów biologicznych. Metoda ta polega na laboratoryjnej analizie reakcji wybranych gatunków na różne stężenia detergentów. Należy obserwować reakcję organizmu, zmiany barwy, zachowania itp. Organizmem testowym może być glon

gałęzka lub skrzętnica, bardzo wrażliwa, szybko reagująca; rozwiłtka, organizm łatwo dający się hodować w warunkach laboratoryjnych, i występująca w różnego rodzaju zbiornikach wodnych. Z wybranych detergentów lub innych substancji chemicznych sporządzamy roztwory. Umieszczamy po 15-20 rozwiłtek wybranych do doświadczenia i już po paru godzinach prowadzimy obserwacje licząc osobniki martwe. Notujemy stężenie powodujące już po 3-5 godzinach śmiertelność powyżej 50% osobników, oraz największe stężenie roztworu przy którym po 3-5 godzinach wszystkie osobniki przeżyły. Należy stosować od 5-12 stężeń badanych substancji. Przy powtórzeniu stosujemy każde stężenie. Wyniki zestawiamy w tabeli i sporządzamy wykres i wyciągamy wnioski dotyczące skutków skażenia środowiska substancjami szkodliwymi.

Analizując jeden z siedmiu tematów dotyczących hasła XIII Olimpiady Biologicznej „Życie a chemizacja środowiska” uczeń-zawodnik Olimpiady pozna walory i niebezpieczeństwo chemizacji, pozna problemy środowiska życia współczesnego człowieka, problemy praktycznej jego działalności stanowiących podstawę wielu zabiegów stosowanych w gospodarce ludzkiej.

J. Zdebska-Sierosławska



Prof. dr. Zygmunt Grodziński

Dnia 12 października 1982 r. zmarł w Krakowie, w wieku 86 lat, profesor Zygmunt Grodziński długoletni kierownik Zakładu Anatomii Porównawczej UJ, rektor Uniwersytetu Jagiellońskiego w latach 1956—1958, członek rzeczywisty PAN, długoletni członek honorowy Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika i w latach 1955—1957 prezes Oddziału Krakowskiego, doktor *honoris causa* Uniwersytetu im. Mikołaja Kopernika w Toruniu, odznaczony Orderem

Sztandaru Pracy I Klasy, Krzyżem Komandorskim Orderu Odrodzenia Polski oraz wieloma innymi odznaczeniami.

Prof. Zygmunt Grodziński, wybitny uczony i nauczyciel kilku pokoleń zoologów polskich był w latach 1946—1949 Redaktorem Naczelny, a następnie przez wiele lat członkiem Komitetu Redakcyjnego czasopisma „Wszelchświat”.

15-089 Białystok, ul. Kilińskiego 1, Zakład Biologii Ogólnej AM
85-039 Bydgoszcz, Pl. Weyssenhoffa 11, Instytut Melioracji i Użytków Zielonych
82-300 Elbląg, ul. Armii Czerwonej 42
80-227 Gdańsk-Wrzeszcz, ul. Hibnera 1c, Instytut Medycyny Morskiej
40-032 Katowice 2, ul. Jagiellońska 28, Instytut Botaniki, pok. 104
25-518 Kielce, ul. Rewolucji Październikowej 33, WSP, Zakład Biologii
31-118 Kraków, ul. Podwale 1
20-090 Lublin, ul. Jaczewskiego 8, Zakład Patofizjologii AM
90-001 Łódź, Park Sienkiewicza
10-744 Olsztyn-Kortowo, Instytut Uprawy Roli i Roślin, blok 38, pok. 112
60-814 Poznań, ul. Zwierzyniecka 19, Miejski Ogród Zoologiczny
24-100 Puławy, ul. Kazimierska 2
35-010 Rzeszów, ul. Towarnickiego 1a, Instytut Kształcenia Nauczycieli
76-200 Słupsk, ul. Arciszewskiego 22b, Dziekanat Wydz. Matem.-Przyr. WSN
70-111 Szczecin, Al. Powstańców Wlkp. 72, Zakład Medycyny Sądowej PAM
87-100 Toruń, ul. Gagarina 9, Instytut Biologii
00-901 Warszawa, Pałac Kultury i Nauki, piętro 19, pok. 1916
50-205 Wrocław, ul. Cybulskiego 30, IV p.
65-052 Zielona Góra, ul. Kazimierza Wielkiego 24, V Okręgowy Zarząd Lasów Państwowych
(dr St. Duda)

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 nac. 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 3337+103 egz. Format A4. Ark. wyd. 8,5; druk. 6+2 wklejki, papier druk. sat. 61×86,90 g, kl. III i kreda b. kl. III
Cena zł 18,— Otrzymano do składania we wrześniu 1982 r. Podpisano do druku w styczniu 1983 r. Zamówienie nr 400/82
T-7 Druk ukończono w lutym 1983 r.

DRUKARNIA UNIwersytetu Jagiellońskiego, KRAKÓW ul. Czapskich 4

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 0,5 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, dostarczając 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 przysyłać notki z tytułem naukowym, stanowiskiem i nazwą zakładu pracy.

WARUNKI PRENUMERATY MIESIĘCZNIKA „WSZECHSWIAT”

Cena prenumeraty:

Kwartalnie zł 90, półrocznie zł 180, rocznie zł 360.

Prenumeratę krajową przyjmują Oddziały RSW „Prasa—Książka—Ruch”, urzędy pocztowe i doręczyciele w terminach:

do dnia 25 listopada br. na I kwartał roku następnego i cały rok następny
do 10 marca na II kwartał roku bieżącego

do 10 czerwca na III kwartał i II półrocze roku bieżącego

Jednostki gospodarki społecznej, instytucje i organizacje społeczno-polityczne składają zamówienia w miejscowych Oddziałach RSW „Prasa—Książka—Ruch”, w miejscowościach zaś, w których nie ma oddziałów RSW, w urzędach pocztowych.

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 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 Wydawnictw Naukowych PAN—Ossolineum — PWN, 00-901 Warszawa, Pałac Kultury i Nauki (wysoki parter).