

WSZECHSWIAT

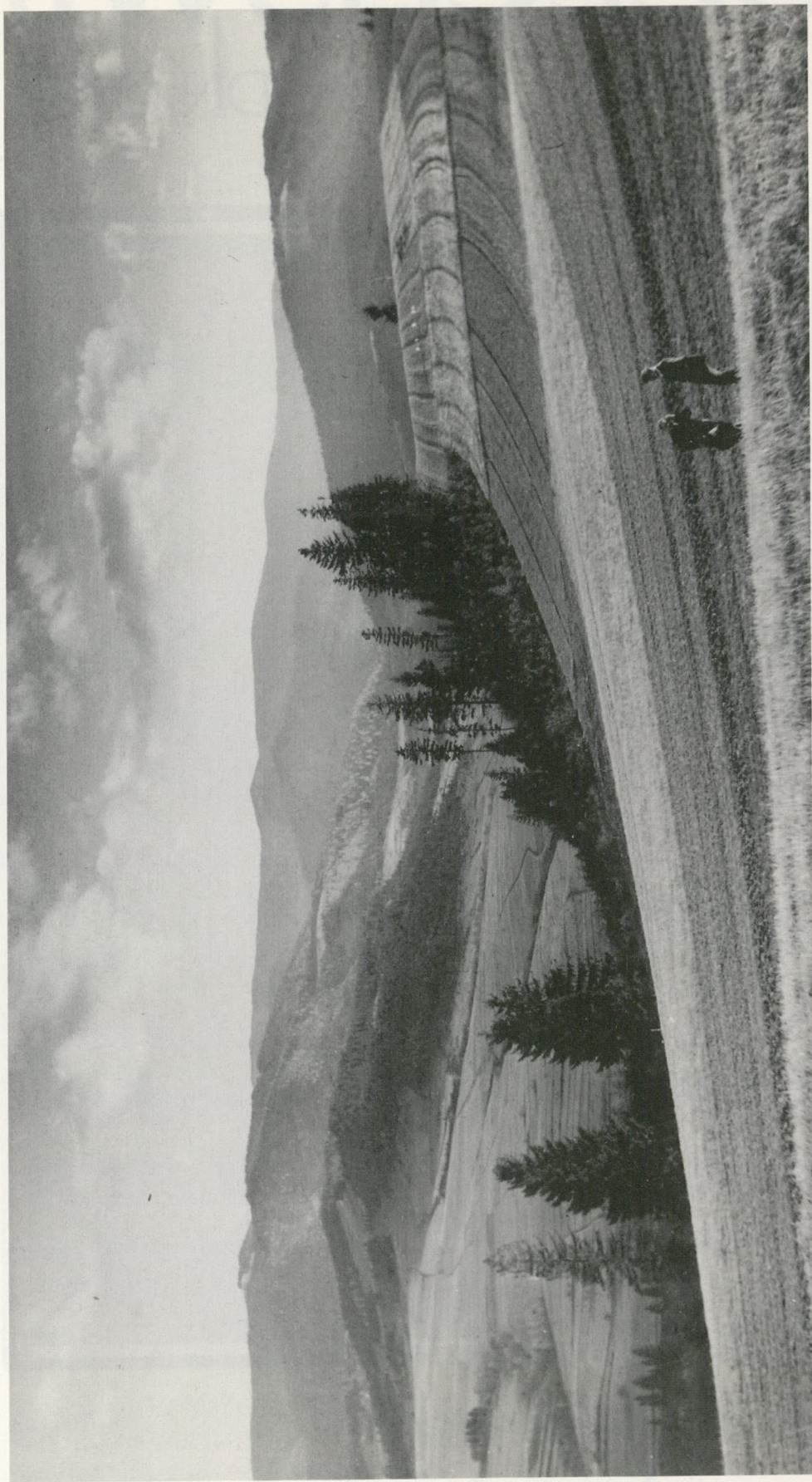
PISMO PRZYRODNICZE

Tom 98 Nr 7-8

Lipiec-Sierpień 1997



Groźne kleszcze
Genetyka i choroby
Ogień z hubki



GORCE. Widok ze zbocza Potaczkowej na dolinę potoku Porebianka. Na horyzoncie Turbacz (1311 m n.p.m.). Fot. Halina Vogel



Wszechświat

Z polskimi przyrodnikami od 3 kwietnia 1882

Zalecany do bibliotek nauczycielskich i licealnych od r. 1947 (pismo Ministra Oświaty nr IV/Oc-2734/47)

Wydano z pomocą finansową Komitetu Badań Naukowych

Treść zeszytu 7-8 (2403-4)

A. Bielański, Fullereny — nagroda Nobla w dziedzinie chemii w 1996 r.	171
M. Grzybowska, Owady ochotkowate (<i>Chironomidae</i>) jako czynnik alergizujący	176
M. Wójcik, Zagadka neutrin słonecznych	178
M. Burczak-Abramowicz, Śmiertelność ptaków wodnych powodowana skażeniami ropą i substancjami ropopochodnymi dawniej i dziś	182
J. Kulczycki, Borelioza z Lyme — choroba przenoszona przez kleszcze	184
A. Szary, Zwałowiska elektrowni — pustynie przemysłowe czy enklawy przyrody?	186
PROBLEMY ETYCZNE GENETYKI	
A. Jerzmanowski, Organizmy transgeniczne i równowaga ekologiczna na Ziemi	190
M. Sanał, Genetyka chorób o zasięgu społecznym	191
J. Zaremba, Aspekty etyczne badań genetycznych w chorobach z późnym początkiem	194
Z.S. Herman, K. Gibiński, Komentarz	196
DROBIAZGI	
Terapia genowa, następne przybliżenie (C. Żekanowski)	198
Huby i ogień (A. Chlebicki, H. Żygadło)	199
Wystąpienie kianianki wielkiej <i>Cuscuta lupuliformis</i> na ligustrze (W. Kamkowski) ..	200
WSZECHŚWIAT PRZED 100 LATY (opr. JGV)	201
ROZMAITOŚCI	203
Prawdziwa endogenna morfina (J. Vetulani). — Szybkość geparda (J. Latini)	
RECENZJE	
W. Schöllkopf, Astern (E. Kośmicki)	204
L. Lipnicki, H. Wójcik: Porosty. Klucz-Atlas do oznaczania najpospolitszych gatunków (A. Lisik, B. Kowalczyk)	205
KRONIKA	
Wystawa w Muzeum Przyrodniczym UMK (E. Adamska)	205
OLIMPIADA BIOLOGICZNA	
Sprawozdanie z XXVI Olimpiady Biologicznej (J. Fronk)	206

Rada redakcyjna: Honorowy Przewodniczący: Henryk Szarski, Przewodnicząca: Halina Krzanowska,

Z-ca przewodniczącego: Jerzy Vetulani, Sekretarz Rady: Irena Nalepa

Członkowie: Stefan Alexandrowicz, Andrzej Jankun, Jerzy Kreiner, Wiesław Krzemiński, Barbara Plytycz, Marek Sanak, January Weiner, Bronisław W. Wołoszyn

Komitet redakcyjny: Redaktor Naczelny: Jerzy Vetulani, Z-ca Redaktora Naczelnego: Halina Krzanowska
Sekretarz Redakcji: Wanda Lohmanowa, Członkowie: Stefan Alexandrowicz, Barbara Plytycz, January Weiner

Adres Redakcji: Redakcja Czasopisma *Wszechświat*, 31-118 Kraków, ul. Podwale 1, tel. (0-12) 22-29-24
e-mail: nfvetula@cyf-kr.edu.pl; Strona internetowa <http://wacław.fema.kraków.pl/~wszech>

PRZEPISY DLA AUTORÓW

1. Wstęp

Wszechświat jest pismem upowszechniającym wiedzę przyrodniczą, przeznaczonym dla wszystkich interesujących się postępem nauk przyrodniczych, 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. *Wszechświat* nie jest jednak czasopismem zamieszczającym oryginalne doświadczalne prace naukowe.

Nadsyłane do *Wszechświata* materiały są recenzowane przez redaktorów i specjalistów z odpowiednich dziedzin. O ich przyjęciu do druku decyduje ostatecznie Komitet Redakcyjny, po uwzględnieniu merytorycznych i popularyzatorskich wartości pracy. Redakcja zastrzega sobie prawo wprowadzania skrótów i modyfikacji stylistycznych. Początkującym autorom Redakcja będzie miała pomoc w opracowaniu materiałów lub wyjaśniali powody odrzucenia pracy.

2. Typy prac

Wszechświat drukuje materiały w postaci artykułów, drobiazgów i ich cykli, rozmaiłości, fotografii na okładkach i wewnątrz numeru oraz listów do Redakcji. *Wszechświat* zamieszcza również recenzje z książek przyrodniczych oraz krótkie wiadomości z życia środowisk przyrodniczych w Polsce.

Artykuły powinny stanowić oryginalne opracowania na przystępnym poziomie naukowym, napisane żywo i interesująco również dla laika. Nie mogą ograniczać się do wiedzy podręcznikowej. Pożądane jest ilustrowanie artykułu fotografiami, rycinami kreskowymi lub schematami. Odradza się stosowanie tabel, zwłaszcza jeżeli mogą być przedstawione jako wykres. W artykułach i innych rodzajach materiałów nie umieszcza się w tekście odnośników do piśmiennictwa (nawet w formie: autor, rok), z wyjątkiem odnośników do prac publikowanych we wcześniejszych numerach *Wszechświata* (w formie: „patrz *Wszechświat* rok, tom, strona”). Obowiązuje natomiast podanie źródła przedrukowywanej lub przerysowanej tabeli bądź ilustracji oraz — w przypadku opracowania opierającego się na pojedynczym artykule w innym czasopiśmie — odnośnika dotyczącego całego źródła. Przy przygotowywaniu artykułów rocznicowych należy pamiętać, że nie mogą się one, ze względu na cykl wydawniczy, ukazać wcześniej niż 4 miesiące po ich złożeniu do Redakcji.

Artykuły (tylko one) są opatrzone opracowaną przez Redakcję notką biograficzną. Autorzy artykułów powinni podać dokładny adres, tytuł naukowy, stanowisko i nazwę zakładu pracy, oraz informacje, które chcieliby zamieścić w notce. Ze względu na skromną objętość czasopisma artykuł nie powinien być dłuższy niż 9 stron.

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

Cykl stanowi kilka *Drobiazgów* pisanych na jeden temat i ukazujących się w kolejnych numerach *Wszechświata*. Chętnych do opracowania cyklu prosimy o wcześniejsze porozumienie się z Redakcją.

Rozmaiłości są krótkimi notatkami omawiającymi najciekawsze prace ukazujące się w międzynarodowych czasopismach przyrodniczych o najwyższym standardzie. Nie mogą one być tłumaczeniami, ale powinny być oryginalnymi opracowaniami. Ich objętość wynosi 0,3 do 1 strony maszynopisu. Obowiązuje podanie źródła (skrót tytułu czasopisma, rok, tom: strona).

Recenzje z książek muszą być interesujące dla czytelnika: ich celem jest dostarczanie nowych wiadomości przyrodniczych, a nie informacji o książce. Należy pamiętać, że ze względu na cykl redakcyjny i listę czekających w kolejce, recenzja ukaze się zapewne wtedy, kiedy omawiana książka już dawno zniknie z rynku. Objętość recenzji nie powinna przekraczać 2 stron maszynopisu.

Kronika drukuje krótkie (do 1,5 strony) notatki o ciekawszych sympozjach, konferencjach itd. Nie jest to kronika towarzyska i dlatego prosimy nie robić wylizanki autorów i referatów, pomijając tytuły naukowe i nie rozwodzić się nad ceremoniami otwarcia, a raczej powiadomić czytelnika, co ciekawego wyszło z omawianej imprezy.

Listy do Redakcji mogą być różnego typu. Tu drukujemy m. in. uwagi dotyczące artykułów i innych materiałów drukowanych we *Wszechświecie*. Objętość listu nie powinna przekraczać 1,5 strony maszynopisu. Redakcja zastrzega sobie prawo selekcji listów i ich edytowania.

Fotografie przeznaczone do ewentualnej publikacji na okładce lub wewnątrz numeru mogą być czarno-białe lub kolorowe. Każde zdjęcie powinno być podpisane na odwrocie. Podpis powinien zawierać nazwisko i adres autora i proponowany tytuł zdjęcia. Należy podać datę i miejsce wykonania zdjęcia. Przy fotografiach zwierząt i roślin należy podać nazwę gatunkową polską i łacińską. Za prawidłowe oznaczenie odpowiedzialny jest fotografujący.

Przy wykorzystywaniu zdjęć z innych publikacji prosimy dołączyć pisemną zgodę autora lub wydawcy na nieodpłatne wykorzystanie zdjęcia.

3. Forma nadsyłanych materiałów

Redakcja przyjmuje do druku tylko starannie wykonane, łatwo czytelne maszynopisy, przygotowane zgodnie z Polską Normą (30 linijek na stronę, ok. 60 uderzeń na linijkę, strony numerowane na górnym marginesie, lewy margines ok. najmniej 3 cm, akapity wcięte na 3 spacje), napisane przez czarną, świeżą taśmę. Bardzo chętnie widzimy prace przygotowane na komputerze. Wydruki komputerowe powinny być wysokiej jakości.

Tabele należy pisać nie w tekście, ale każdą na osobnej stronie. Na osobnej stronie należy też napisać spis rycin wraz z ich objaśnieniami. Ryciny można przysyłać albo jako fotografie, albo jako rysunki kreskowe w tuszu, na kalce technicznej. Powinny być ponumerowane i podpisane z tytułu lub na marginesie ołówkiem.

Fotografie ilustrujące artykuł muszą być poprawne technicznie. Przyjmujemy zarówno zdjęcia czarno-białe, jak i kolorowe (pozytywy i negatywy).

Materiały powinny być przysyłane z jedną kopią. Kopie maszynopisów i rycin, ale nie oryginały, mogą być kserogramami. Kopie rycin są mile widziane, ale nie obowiązkowe.

Zaakceptowana praca po recenzji i naniesieniu uwag redakcyjnych zostanie zwrócona autorowi celem przygotowania wersji ostatecznej. Przesłanie ostatecznej wersji również w formie elektronicznej (dyskietka lub plik dołączony (attachment) w e-mail), znacznie przyspieszy ukazanie się pracy drukiem. Wszelkie odnośniki do www mile widziane. W braku zastrzeżeń uważamy, że autorzy wyrażają zgodę na wykorzystanie nadesłanych materiałów w internecie.

Prace należy nadsyłać pod adresem Redakcji (Podwale 1, 31-118 Kraków). Redakcja w zasadzie nie zwraca nie zamówionych materiałów.

Autor otrzymuje bezpłatnie jeden egzemplarz *Wszechświata* z wydrukowanym materiałem.



PISMO POLSKIEGO TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA
WYDAWANE PRZY WSPÓŁDZIAŁE POLSKIEJ AKADEMII UMIEJĘTNOŚCI

TOM 98
ROK 116

LIPIEC-SIERPIEŃ 1997

ZESZYT 7-8
(2403-4)

ADAM BIELAŃSKI (Kraków)

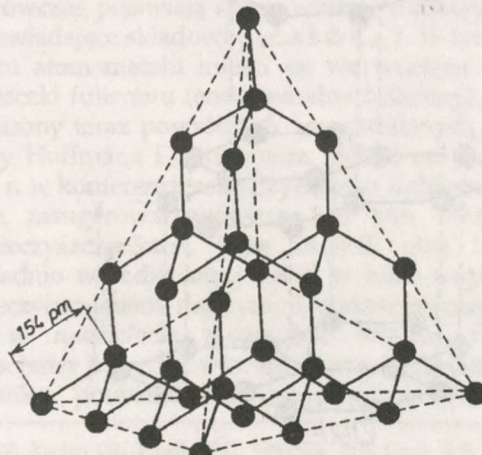
FULLERENY — NAGRODA NOBLA W DZIEDZINIE CHEMII W 1996 R.

Laureatami nagrody Nobla w dziedzinie chemii w 1996 r. zostali: Richard Smalley i Robert Curl z Rice University w Houston (USA) oraz Harold Kroto z University of Sussex w Wielkiej Brytanii za odkrycie nowej odmiany węgla elementarnego (pierwiastkowego). Pragnąc wyjaśnić dlaczego właśnie to odkrycie zasługiwało na tak wysokie wyróżnienie musimy przypomnieć niektóre fakty dotyczące alotropii węgla.

Od dawna znane były dwie podstawowe odmiany węgla: diament i grafit. Ich własności i struktura są dobrze zbadane i często opisywane. Diament w stanie czystym tworzy bezbarwne kryształy, silnie łamiące światło, nie przewodzące prądu elektrycznego, wykazujące niezwykle dużą twardość. Grafit przedstawia się jako substancja stała, czarnoszara, dobrze przewodząca prąd elektryczny, tak miękka, że w sproszkowanym stanie może służyć jako suchy smar do łożysk pracujących w temperaturach, w których zwykle smary ulegają rozkładowi. Tak znaczne różnice we własnościach fizycznych substancji o identycznym składzie chemicznym znalazły swoje wyjaśnienie w badaniach ich struktury. W diamencie każdy atom węgla rozporządzający czterema elektronami walencyjnymi tworzy cztery wiązania kowalencyjne z czterema innymi atomami węgla rozmieszczonymi wokół niego na narożach umiarkowanego czworościanu, tak jak to przedstawia ryc. 1. Elektrony we wspólnych parach tworzących ten typ wiązań chemicznych są związane bardzo mocno, co powoduje, że nie ulegają one przesunięciu nawet po przyłożeniu dużej różnicy potencjałów elektrycznych i kryształ nie przewodzi prądu elektrycznego. Elektronów tych nie można tak-

że przenieść na wyższe poziomy energetyczne pod wpływem światła widzialnego, które nie jest w tych warunkach pochłaniane, co powoduje, że czyste kryształy diamentu są przezroczyste i bezbarwne.

W odróżnieniu od diamentu wykazującego strukturę ciągłą we wszystkich kierunkach, w graficie atomy węgla tworzą wyraźne, płaskie warstwy, widoczne na ryc. 2. W obrębie warstwy każdy atom węgla tworzy trzy wiązania kowalencyjne. Kąt pomiędzy nimi wynosi 120°C , dzięki czemu atomy węgla układają się w charakterystyczne sześciokątne pierścienie. W graficie tylko trzy elektrony walencyjne zostają wykorzystane do utworzenia wiązań kowalencyjnych. Czwarty elektron walencyjny nie tworzy zlokalizowanych wiązań chemicznych, jest związany słabo i



Ryc. 1. Struktura diamentu

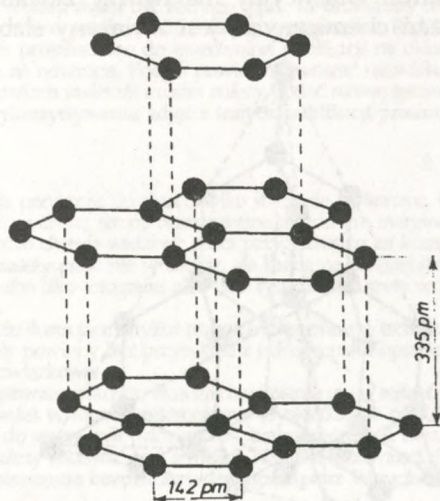
daje się łatwo przesunąć pod wpływem przyłożonego napięcia. Warstwy te przewodzą zatem dobrze prąd elektryczny. Co więcej, te „swobodne” elektrony pochłaniają fotony, kwanty światła widzialnego i grafity jawnie jako ciała czarne. Siły działające pomiędzy sąsiednimi warstwami są słabymi siłami międzycząsteczkowymi. Warstwy takie można w stosunku do siebie przesunąć lub nawet rozdzielić już pod wpływem niewielkiego nacisku. Tłumaczy to wspomnianą już miękkość grafitu.

W podręcznikach często się wspomina o węglu „bezipostaciowym”: sadzy, węglu drzewnym, koksie itp. Należy jednak powiedzieć, że wszystkie te odmiany mają strukturę grafitu, a różnią się stopniem rozdrobnienia i zdefektowania warstw. Najbardziej rozdrobniona jest sadza, w której warstwy w sieci przestrzennej grafitu są częściowo zdefektowane. W miarę jak rośnie temperatura, w której dany gatunek węgla jest otrzymywany, powstają coraz większe kryształy grafitu. W koksie powstałym przez rozkład węgla kamiennego w temperaturach powyżej 1000°C kryształki te mają rozmiar rzędu mikrometrów i są pozrastane w sposób przypadkowy, co daje produkt o znacznej twardości.

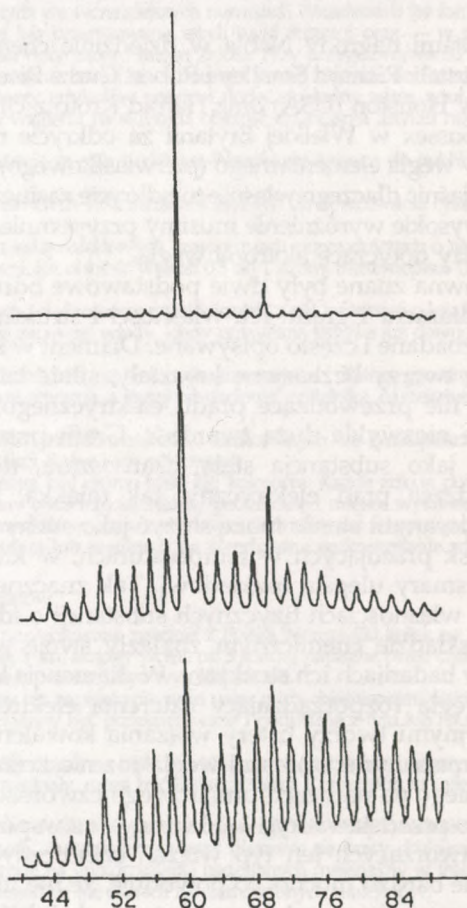
Odkrycie nowej, nieoczekiwanej odmiany węgla elementarnego o strukturze różnej od struktury grafitu, było odkryciem przypadkowym. Zawdzięczamy je głównie badaczom zajmującym się kosmochemią, a w szczególności łańcuchowymi cząsteczkami węgla występującymi w pyłe międzygwiazdny, wykrywanym przy pomocy radioteleskopów. Cząsteczki takie są najprawdopodobniej emitowane przez gwiazdy zwane czerwonymi olbrzymami, w których odbywa się przemiana helu na węgiel. Celem badań prowadzonych w różnych ośrodkach stało się otrzymanie analogicznych cząsteczek w warunkach laboratoryjnych i bliższe zbadanie ich właściwości. Prace takie prowadzili z początkiem lat 80. między innymi współpracujący ze sobą W. Krätschmer z Instytutu Maxa Plancka w Heidelbergu oraz D. Huffman z Uniwersytetu w Tucson w Arizonie. Poszukiwali oni cząsteczek węglowego pyłu kosmicznego w sadzy, jaka powstawała w łuku elektrycznym wytworzonym pomiędzy elektrodami węglowymi w atmosferze he-

lu. Sadza w ten sposób otrzymana wykazywała widmo w nadfiolecie w zasadzie takie samo, jak sadza otrzymana w inny sposób. Zauważono jednak występowanie dodatkowo kilku słabych pasm w rejonie 220 nm, których pochodzenia nie udało się wyjaśnić i ostatecznie przyjęto, że wskazują one na obecność bliżej nieokreślonych zanieczyszczeń. Jak się w dalszym ciągu tego artykułu okaże, właśnie ta obserwacja miała zaważyć w istotny sposób nad późniejszym rozwojem badań nad fullerenami.

Podobnymi problemami zajmowali się w tym samym czasie H. Kroto i D. Walton w Sussex University w Wielkiej Brytanii. Interesowały ich szczególnie cząsteczki cyjanopolyenów C_nN zawierające łańcuchy złożone z kilku atomów węgla zakończone atomem azotu. W związku z tym zwrócili uwagę na prace prowadzone w USA w Rice University w Houston pod kierunkiem R. Smalleya, w których badano produkty laserowego rozpylania ciał stałych. Impulsy światła laserowego powodują lokalne ogrzanie powierzchni ciała stałego do temperatury tak wysokiej, że następuje wyparowanie bardzo małych ilości substancji. W urzędzeniu pracującym w Rice University produkty takiego odparowania wprowadzano bezpośrednio do spektrometru masowego, aparatu pozwalającego na określenie masy cząsteczki badanej substancji. Spektrometry masowe są przyrządami o ogromnej czułości. Do uzyskania widma masowego wystarczają miliardowe części grama substancji wprowadzonej w



Ryc. 2. Struktura grafitu

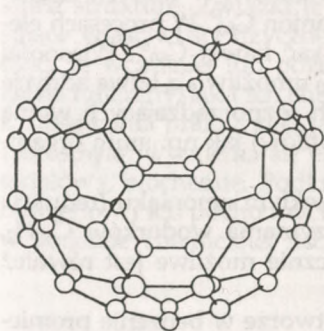


Ryc. 3. Widma masowe produktów laserowego odparowania grafitu (wg H. W. Kroto i in., Nature 318 (1985), 162)

formie wiązki molekularnej do wysokiej próżni panującej we wnętrzu aparatu.

Badacze angielscy zaproponowali współpracę Smalleyowi w badaniach nad produktami laserowego odparowania węgla i w sierpniu 1985 r. Kroto przyjechał do Houston, gdzie razem ze swoim kolegą R. Curlem oraz studentami pracującymi jako „post graduate” J. Heathem i S. O'Brienem rozpoczęli badania spodziewając się otrzymania cząsteczek złożonych z kilkunastu atomów. Dolna część ryc. 3 przedstawia widmo masowe uzyskane w początkowych doświadczeniach. Każde maksimum w widmie, jak mówimy każdy pik, odpowiada cząsteczce o określonej liczbie atomów węgla, wysokość pików pozwala na określenie względnego stężenia danego rodzaju cząsteczek. W wycinku widma pokazanym na ryc. 3 widoczne są piki odpowiadające cząsteczkom o parzystej liczbie atomów węgla i o składzie od C_{42} do C_{88} . Wysokość pików wskazuje, że stężenie C_{60} , a także mniej wyraźnie stężenie C_{70} przewyższało w pewnym stopniu stężenie pozostałych cząsteczek. Zmieniając warunki odparowania można było uzyskać widma, w których stężenie obu tych cząsteczek było wyraźnie większe (ryc. 3 część środkowa), a nawet uzyskać sytuację, w której głównym składnikiem produktów odparowania grafitu jest C_{60} zanieczyszczony tylko cząsteczkami C_{70} . Pozostałe cząsteczki o podobnej liczbie atomów węgla występują tylko w ilościach śladowych (ryc. 3 część górna).

Dyskutując te wyniki Kroto, Smalley i ich współpracownicy stanęli na stanowisku, że cząsteczki C_{60} i C_{70} przewyższają trwałością inne cząsteczki pojawiające się w doświadczeniach i jako takie nie powinny zawierać atomów węgla o niewysyconych wiązaniach, a więc takich atomów, jakie na przykład znalazłyby się na końcach łańcuchowej cząsteczki. Warunek taki byłby spełniony, gdyby cząsteczka C_{60} miała strukturę łańcucha zamkniętego w kolisty pierścieni lub gdyby atomy węgla tworzyły strukturę w przybliżeniu kulistą. Pierwsza możliwość była z różnych względów mało prawdopodobna. Rozpatrując natomiast drugą oczekiwano, że zostanie w tym przypadku spełniona tendencja atomów węgla do łączenia się w sześciocłonowe pierścienie, takie jak w warstwach występujących w graficie. Okazało się jednak, że ze względów geometrycznych nie jest możliwe stworzenie zamkniętej powierzchni w przybliżeniu kulistej, pokrytej tylko sześciokątami. Smalley wykazał jednak, że 60 atomów węgla można rozmieścić na powierzchni kuli, jeżeli oprócz 20 pierścieni sześciocłonowych wprowadzi się



Ryc. 4. Struktura fullerenu C_{60}

12 pierścieni pięciokątnych, tak jak to przedstawia ryc. 4. Kula podzielona na 20 sześcioboków i 12 pięcioboków jest dobrze znana szerokiej publiczności. Taki kształt ma bowiem zwykła piłka futbolowa. Dopiero później, gdy odkrycie nowej odmiany węgla stało się szeroko znane, zwrócono

uwagę, że podobnymi bryłami zajmował się w XVIII w. słynny matematyk Euler. Zaproponowana struktura cząsteczki C_{60} przypominała kopułę pawilonu zbudowanego na światowej wystawie EXPO w Montrealu w 1967 r. przez znanego architekta amerykańskiego Richarda Buckminster Fullera. Stąd powstał pomysł, by nową odmianę węgla nazwać buckminsterfullerenem lub w skrócie fullerenem. Obecnie nazwą fullerenów obejmujemy nie tylko C_{60} , ale również C_{70} i inne podobne struktury zarówno o większej, jak i mniejszej liczbie atomów węgla.

Podobny kształt jak dla C_{60} zaproponowano także dla cząsteczki C_{70} przyjmując, że występuje w niej 12 pierścieni pięcio- oraz 25 sześciatomowych. Kształt tej cząsteczki jest nieco wydłużony w porównaniu do kuli (ryc. 4). W odróżnieniu od C_{60} , w którym wszystkie atomy węgla mają takie samo położenie, są równocenne, w C_{70} można wyróżnić 5 nieidentycznych pozycji atomów.

Mając potwierdzone występowanie trwałych cząsteczek C_{60} i C_{70} i zaproponowaną ich strukturę badacze mogli zredagować pierwsze doniesienie, które ukazało się w grudniowym numerze angielskiego czasopisma *Nature*.¹

W ciągu najbliższych pięciu lat wiedza o fullerenach nie posuwała się jednak szybko naprzód. Na przeszkodzie stał brak metody pozwalającej na otrzymanie tej formy węgla w ilościach przynajmniej miligramowych potrzebnych dla badań, które mogłyby potwierdzić zaproponowaną strukturę oraz określić własności fizyczne i chemiczne fullerenów. Ilości ich powstające w czasie laserowego odparowania stanowią bowiem ilości śladowe, które można wykryć i zidentyfikować tylko przy pomocy spektrometru masowego. Hipotetyczną strukturą zajęli się jednak teoretycy, którzy opracowali dla struktury C_{60} schemat orbitali molekularnych i wykazali, że cząsteczka taka powinna wykazywać stosunkowo znaczną elektryczność. Teoria pozwoliła również na określenie przewidywanego widma C_{60} i C_{70} w zakresie podczerwieni, widma ramanowskiego oraz widma jądrowego rezonansu magnetycznego.

W zakresie eksperymentalnym uzyskano tylko jeden praktycznie ważny wynik. Okazało się mianowicie przy powtarzaniu doświadczeń z odparowaniem laserowym, że jeśli grafit uprzednio zostanie nasycony roztworami soli lantanowców np. lantanu lub itru, to wówczas pojawiają się w widmie masowym piki odpowiadające składowi $C_{60}La$ lub $C_{60}Y$. W tym przypadku atom metalu mieści się we wnętrzu kulistej cząsteczki fullerenu (endohedralne fullereny).

Musimy teraz powrócić do wspomnianych już badaczy Huffmana i Krätschmera. Wzięli oni udział w 1988 r. w konferencji astrofizycznej w Kalifornii. Huffman zasugerował wówczas, że tym nieznanym „zanieczyszczeniem”, jakie znaleźli obaj badacze uprzednio w sadzy otrzymanej w łuku węglowym, zanieczyszczeniem dającym charakterystyczne widmo w nadfiolecie może być właśnie fulleren. Krätschmer powrócił więc do dawnych doświadczeń i oprócz potwierdzenia przypuszczeń Huffmana

¹ H.W. Kroto, J.R. Heath, S.C. O'Brien, R.F. Curl, R.E. Smalley, *Nature* 318 (1985), 162.

stwierdził, że w widmach w podczerwieni sadzy otrzymanej w łuku elektrycznym pomiędzy elektrodami grafitowymi w atmosferze helu występują cztery nieznane dotąd pasma 527, 577, 1183 i 1428 cm^{-1} oraz że substancję, dla której widmo to jest charakterystyczne, można wyekstrahować benzenem. Otrzymany roztwór miał charakterystyczne zabarwienie fioletowo-różowe, a pozostałość po odparowaniu zawierała fulleren C_{60} oraz małe ilości fullerenu C_{70} . Badania, prowadzone wspólnie z Huffmanem pozwoliły na opracowanie rutynowej syntezy i wydzielania fullerenów w ilościach gramowych.

Praca Krätschmera i Huffmana ogłoszona w 1990 r. stanowiła istotny przełom w badaniach nad fullerenami. Syntezę w łuku węglowym przeprowadza się obecnie w licznych laboratoriach i otrzymuje ilości gramowe produktów. Zaproponowano także inne metody. Fullereny na przykład występują w sadzy powstającej w czasie spalania benzenu w tlenie. Fullereny otrzymane którymkolwiek procesem wydziela się z sadzy ekstrahując je benzenem i następnie rozdziela i oczyszcza na drodze chromatograficznej.

Najlepiej poznany i najczęściej badany fulleren C_{60} wydzielony w postaci czystej tworzy żółtobrunatne kryształy o strukturze regularnej, rozpuszczające się w benzenie z zabarwieniem różowo-fioletowym. Kryształy fullerenu są typowymi kryształami molekularnymi, w których cząsteczki C_{60} oddziałują na siebie słabymi siłami międzycząsteczkowymi (siły Van der Waalsa), co powoduje, że są one stosunkowo miękkie. Sublimują już w 400°C. Słabe powiązanie molekuł C_{60} w stanie krystalicznym umożliwia także tworzenie tzw. związków interkalacyjnych, w których inne, obce, cząsteczki są rozmieszczone w pustych przestrzeniach pozostających pomiędzy sąsiednimi cząsteczkami C_{60} . Takim związkiem interkalacyjnym jest np. połączenie fullerenu z jodem elementarnym, któremu odpowiada wzór $\text{C}_{60} \cdot 2\text{I}_2$.

Strukturę cząsteczek C_{60} i C_{70} zaproponowaną przez Smalleya i wsp. potwierdziły w całej rozciągłości badania metodą spektroskopii jądrowego rezonansu magnetycznego (NMR — Nuclear Magnetic Resonance) oraz spektroskopii w podczerwieni. Widmo NMR fullerenu C_{60} zawiera tylko jedno pasmo pochłaniania energii, co potwierdza równocześnie wszystkich atomów węgla, widmo C_{70} zawiera natomiast 5 pasm odpowiadających pięciu różnym pozycjom atomów węgla w modelu przedstawionym na ryc. 5.

Zgodnie z rozważaniami teoretycznymi w cząsteczce nieliniowej zawierającej N atomów może wystąpić $3N-6$ niezależnych drgań wykrywanych w widmie w podczerwieni lub w widmie Ramana.

Liczba pasm widocznych w obu widmach zostaje jednak ograniczona, jeżeli cząsteczka wykazuje określone elementy symetrii. Drga-

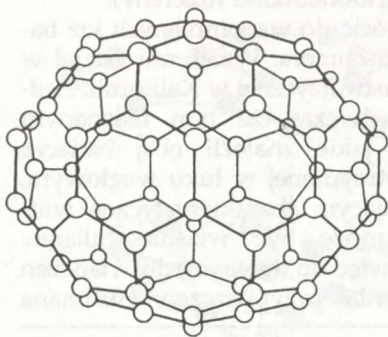
nia symetryczne wykazują bowiem pochłanianie tych samych kwantów energii. Im wyższa symetria, tym mniejsza liczba pasm pochłaniania w widmie. W przypadku fullerenu teoria przewidywała, że 174 niezależnych drgań da ze względu na bardzo wysoką symetrię C_{60} tylko cztery pasma pochłaniania w widmie w podczerwieni oraz 8 pasm w widmie Ramana. Również i te przewidywania zostały potwierdzone po uzyskaniu miligramowych ilości fullerenu C_{60} .

Krystaliczny fulleren C_{60} , określany także nazwą fulleryt, jest dielektrykiem i nie przewodzi prądu elektrycznego. Okazało się jednak, że wygrzanie go w atmosferze par metali grupy litowców, które ulegają interkalacji (wnikaniu pomiędzy cząsteczki C_{60}) prowadzi do pojawienia się przewodnictwa elektrycznego, rosnącego w miarę, jak zwiększa się stężenie metalu. Przy składzie C_{60}M_3 (M atom litowca) jest ono największe, a przewodnictwo ma charakter metaliczny. Sensacją naukową stało się stwierdzenie w 1991 r., że związki takie wykazują właściwości tzw. „wysokotemperaturowych” nadprzewodników. Po oziębieniu do pewnej temperatury T_c , zwanej temperaturą przejścia, tracą one kompletnie opór elektryczny. Temperatura przejścia rtęci wynosi 4 K i podobnego rzędu wartości stwierdzane są w przypadku innych metali. Dopiero od niedawna znane są niektóre niemetaliczne substancje wykazujące nadprzewodnictwo w temperaturach kilkudziesięciu stopni Kelvina. Do nich należą — jak się okazało — także związki fullerenu C_{60} z litowcami. Temperatura przejścia zależy od składu oraz od rodzaju wprowadzonego metalu. Dla C_{60}K_3 wynosi 19 K, dla CsRbC_{60} wzrasta do 33 K, a dla $\text{Rb}_2\cdot 7\text{Ti}_{12}\cdot 2\text{C}_{60}$ osiąga aż 42.5 K. Odkrycie nadprzewodnictwa tych związków może mieć duże znaczenie w przyszłości. Związki C_{60}M_n są związkami jonowymi, w których metal jest kationem M^+ , a cząsteczka fullerenu anionem C_{60}^- , mają więc charakter soli i można je określić jako fullerydki litowców. Ta w pewnym sensie zadziwiająca zdolność tworzenia anionów przez fulleren wynika stąd, że wykazuje on wysokie powinowactwo do elektronów (energia wydzielana na skutek przyłączenia elektronu do cząsteczki) wynosi aż 2,65 eV. Warto dodać, że analogiczna wielkość dla cząsteczki tlenu O_2 wynosi 0,87 eV.

Bardzo bogatą okazała się chemia fullerenów badana głównie na przykładzie fullerenu C_{60} . Z punktu widzenia chemicznego istotną właściwością jego cząsteczek jest ich tendencja do przyłączania elektronów przejawiająca się między innymi we wspomnianej już zdolności do tworzenia związków jonowych z metalami grupy litowców, związków, w których cząsteczka C_{60} obecna jest jako anion C_{60}^- . W procesach elektroredukcji można uzyskać nawet C_{60}^{6-} . Własności elektrofilowe fullerenu C_{60} umożliwiają łatwą addycję cząsteczek nukleofilowych rozporządzających wolną parą elektronową (nukleofilów) jak np. amin organicznych.

Redukcja C_{60} litem w ciekłym amoniaku (redukcja Bircha) prowadzi do otrzymania wodorków C_{60}H_2 , $\text{C}_{60}\text{H}_{18}$, $\text{C}_{60}\text{H}_{36}$, a teoretycznie możliwe jest również otrzymanie $\text{C}_{60}\text{H}_{60}$.

Naświetlenie C_{60} w roztworze w benzenie promieniowaniem nadfioletowym prowadzi do przyłączenia tlenu i uzyskania związku C_{60}O , w którym atom tlenu



Ryc. 5. Struktura fullerenu C_{70}

wytwarza wiązania kowalencyjne z dwoma sąsiadującymi ze sobą atomami węgla. Taki epoksytlenek jest również pierwszym produktem wygrzewania fullerenu w tlenie.

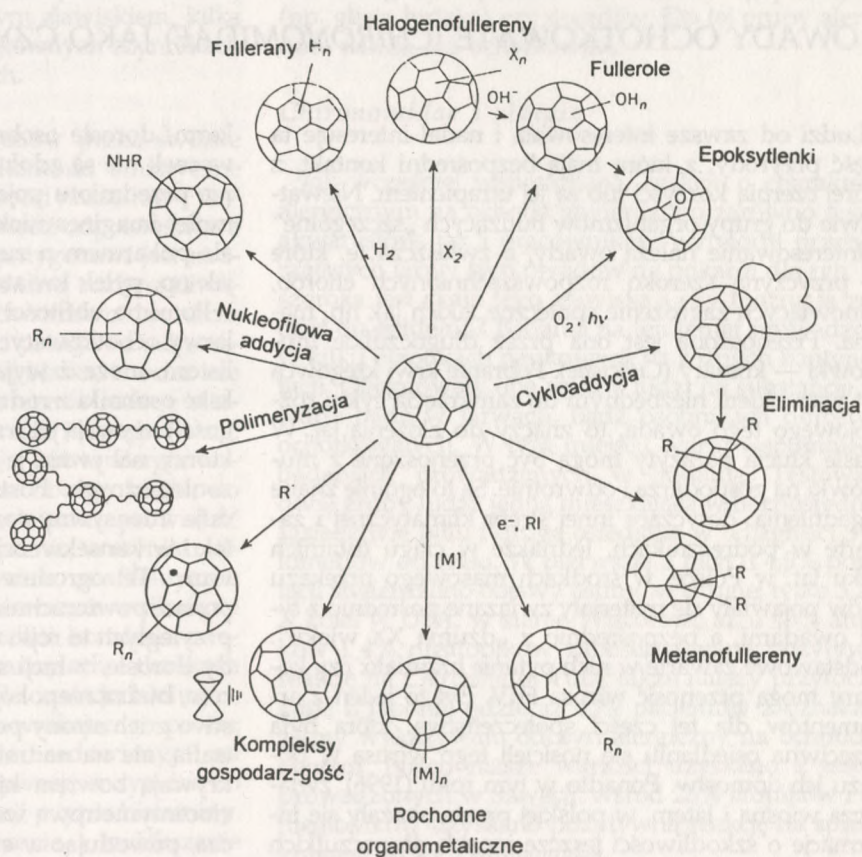
Fluor, chlor i brom działają bezpośrednio na C_{60} dając produkty o różnej zawartości fluorowca. Pochodne te mogą stanowić materiał wyjściowy do syntez organicznych.

Oprócz wspomnianych już kilkakrotnie połączeń C_{60} z metalami grupy litowców znany jest szereg innych związków tego samego fullerenu z metalami d- i f- elektronowymi. Atom metalu, a nawet dwa lub trzy atomy, mogą znajdować się we wnętrzu klatki węglowej. Związki takie powstają w czasie laserowego odparowania węgla lub w łuku węglowym jeżeli użyty grafit zawiera wprowadzone związki danego metalu. Odparowanie grafitu zawierającego tlenek itru Y_2O_3 daje (endohedralny) $C_{60}Y$.

Fulleren tworzy również związki kompleksowe z metalami grup przejściowych, a zwłaszcza z osmem, irydem i platyną. W tym przypadku cząsteczka C_{60} odgrywa rolę liganda łączącego się z centralnym atomem metalu za pośrednictwem dwóch sąsiednich atomów węgla.

Osobny rozdział stanowią połączenia organiczne fullerenu. W reakcjach podstawiania nukleofilowego i elektrofilowego uzyskano liczne pochodne organiczne, w których C_{60} łączono z grupami metylowymi, grupami OH , przeprowadzano cykloaddykcję itd. Schemat najważniejszych reakcji tego rodzaju podany przez Taylora i Waltona przedstawia ryc. 6. Pochodne organiczne fullerenu stanowią całkowicie nową klasę związków organicznych.

Jak z tego wynika w ciągu kilku lat otrzymano znaczną liczbę zupełnie nowych związków chemicznych, w których klatkowe fullereny zachowują swoją unikalną strukturę. Związki te wykazują wysoce interesujące właściwości fizyczne i chemiczne. Można sądzić, że wcześniej lub później zarówno nieprzetworzone fullereny, jak i ich chemiczne połączenia znajdą zastosowania praktyczne. Jako potencjalne dziedziny zastosowań wymienia się elektronikę, inżynierię materiałową, biochemię. Podkreślano możliwość użycia fullerenów i ich pochodnych jako smarów, użycia ich w katalizie chemicznej itd. Miara ogromnego zain-



Ryc. 6. Schemat niektórych reakcji chemicznych fullerenu C_{60} (wg H. W. Kroto i in., Nature 318 (1985), 162)

teresowania syntezą, strukturą oraz wszelkiego rodzaju związkami fullerenu jest fakt, że liczba prac poświęconych tej tematyce ogłoszonych w literaturze naukowej sięga już 4000.

Na zakończenie należy wspomnieć, że obok najczęściej wymienianych fullerenów C_{60} i C_{70} otrzymano podobne twory klatkowe o niższej liczbie atomów, a także — w łuku węglowym — fullereny o liczbie atomów przewyższającej 100. Największy spośród tych opisanych fullerenów „gigantów” liczy 560 atomów węgla. Duże zainteresowanie towarzyszyło odkryciu jeszcze jednej formy węgla elementarnego w postaci rurek o średnicy 2-20 nm zwanych nanorurkami. Powstają one w łuku węglowym elektrycznym głównie na tej elektrodzie grafitowej, która ma największą grubość. Długość nanorurek jest rzędu 100 nm. Wykazują one dobre przewodnictwo elektryczne i być może znajdą zastosowanie w inżynierii materiałowej i elektronice, nie jest wykluczone, że uda się je użyć do syntezy katalizatorów.

Wpłynęło 7 IV 1997

Prof. dr Adam Bielański, emerytowany prof. UJ, pracuje obecnie w Instytucie Katalizy i Fizykochemii Powierzchni PAN w Krakowie

OWADY OCHOTKOWATE (*CHIRONOMIDAE*) JAKO CZYNNIK ALERGIZUJĄCY

Ludzi od zawsze interesowała i nadal interesuje ta część przyrody, z którą mają bezpośredni kontakt, z której czerpią korzyści lub są jej utrapieniem. Niewątpliwie do grupy organizmów budzących „szczególne” zainteresowanie należą owady, a zwłaszcza te, które są przyczyną szeroko rozpowszechnionych chorób, stanowiących zagrożenie społeczne takich jak np. malaria. Przenoszona jest ona przez długoczułki muchówki — komary (*Culicidae*). Pobranie krwi kręgowca jest warunkiem niezbędnym do zamknięcia cyklu rozwojowego tego owada, to znaczy do złożenia jaj. W czasie klucia parazyty mogą być przenoszone z muchówki na gospodarza i odwrotnie. Są to ogólnie znane zagadnienia, dotyczące innej strefy klimatycznej i zawarte w podręcznikach. Jednakże w ciągu ostatnich kilku lat, w Polsce, w środkach masowego przekazu znów pojawiały się materiały związane pośrednio z tymi owadami, a bezpośrednio z „dumą XX wieku”. Podstawowe zawarte w nich pytanie brzmiało: czy komary mogą przenosić wirusa HIV. Był to jeden z argumentów dla tej części społeczeństwa, która była przeciwna osiedlaniu się nosicieli tego wirusa w pobliżu ich domostw. Ponadto w tym roku (1996), zwłaszcza wiosną i latem, w polskiej prasie ukazały się informacje o szkodliwości jeszcze innych długoczułkich muchówek, meszek (*Simuliidae*), które powodowały zachorowania, a nawet śmierć zwierząt hodowlanych, zwłaszcza na terenach wschodniej Polski.

Celem niniejszego artykułu jest szersze zaprezentowanie jeszcze jednej grupy muchówek długoczułkich, ochotkowatych (*Chironomidae*) i ich związków z człowiekiem. Zagrożenie z ich strony jest nieco innej natury. Zdaniem hydrobiologów owady te osiągnęły niebywały sukces w opanowaniu ekosystemów słodkowodnych, nieporównywalny z żadną inną grupą owadów, mając swoich reprezentantów także w wodach zasolonych i na lądzie. Ich niesamowita plastyczność spowodowała masowe zasiedlenie wszelkiego rodzaju wód zarówno płynących, jak i stojących, o różnej trofii, od oligotroficzných do silnie zeutrofizowanych. Larwy są zatem bardzo licznymi organizmami na dnie rzek i jezior, stanowiąc podstawowy element makrozoobentosu tych ekosystemów. A oto krótka charakterystyka ich rozwoju. Z jaj, otoczonych galaretowatą substancją pęczniejącą w wodzie, wykluwają się larwy. Po czterech linieniach, larwa ostatniego IV stadium przeobraża się w poczwarkę, która najczęściej po paru dniach opuszcza środowisko wodne. Samice i samce żyją tylko kilka dni. Samce, po rójkach na wysokości kilku metrów ponad powierzchnią wody lub terenów do niej przyległych, odnajdują samice, następuje kopulacja i samice składają jaja do wody. Długość cyklu życiowego uzależniona jest od wielu czynników biotycznych i abiotycznych, z których ogromną rolę odgrywa temperatura wody. W optymalnych warunkach termicznych rozwój larw może się zamykać w ciągu kilku-kilkunastu dni, w ekstremalnych wydłużając się do jednego roku lub więcej. Należy podkreślić, iż tylko larwy pobierają po-

karm; dorosłe osobniki ze względu na budowę żuwaczek nie są zdolne do klucia. Jednakże w literaturze przedmiotu pojawiły się doniesienia, że przynajmniej imagines niektórych gatunków odżywiają się, ale pokarmem o zupełnie innym charakterze, takim jak np. pyłek kwiatowy.

Pomimo obfitości na dnie ekosystemów wodnych larwy ochotkowatych są raczej mało znane niespecjalistom, może z wyjątkiem wędkarzy, którzy największe osobniki z rodzaju *Chironomus* (ponad 1 cm długości) używają jako żywej przynęty oraz akwarystom, którzy nabywają je do swoich hodowli w sklepach zoologicznych. Postępująca eutrofizacja wód powoduje intensywny rozwój niektórych gatunków ochotek i w konsekwencji masowe wyloty uskrzydłych form. Te ogromne chmury owadów szybujących ponad powierzchnią zbiorników i terenów do nich przyległych to rójki ochotkowatych. I właśnie te owady dorosłe, z racji swojego podobieństwa do komarów, budzą niepokój wśród ludzi. Ale niebezpieczeństwo z ich strony polega nie na kluciu, czego nie potrafią, ale na nadmiernej masie. Martwe owady pokrywają bowiem kilkunasto-, a nawet kilkudziesięciocentymetrową warstwę autostrady czy pasy lotnicze, powodując w efekcie liczne kolizje samochodów czy wręcz unieruchomienie portów lotniczych. Zainteresowanych zagadnieniem nadmiernej obfitości ochotkowatych w zbiornikach położonych w pobliżu dużych miast, także lotnisk, oraz problemami ich zwalczania odsyłam do jednego z numerów *Wszechświata* (1995, 96: 227-230).

W specjalistycznej literaturze pojawia się coraz więcej doniesień o alergicznym oddziaływaniu ochotkowatych. Na ten problem zwrócono uwagę w początkach lat osiemdziesiątych. Ogromna skala zjawiska, jaką jest hobbystyczna hodowla ryb akwariowych, pociągnęła za sobą zupełnie nieoczekiwane następstwa. Związane to było z narastającym zapotrzebowaniem na pokarm dla ryb. Jak wiadomo, najczęściej stosowane do tego celu są wysuszone czerwone larwy ochotkowatych, z reguły zmieszane ze skąposzczetami i skorupiakami. W Niemczech, w latach osiemdziesiątych, kilku hobbystów ryb akwariowych zgłosiło się do kliniki w Monachium z objawami astmy. To zrodziło pewne podejrzenia o przyczynę choroby. W odpowiedzi na apel dwu specjalistycznych czasopism zjawilo się dalszych 30 hobbystów oraz ponad 60 osób związanych z przetwarzaniem pokarmu dla ryb akwariowych. Informacje o objawach astmy wśród hobbystów i pracowników „wytwórni” zataczały coraz szersze kręgi obejmując także inne kraje europejskie takie jak Włochy i Szwecja, czy pozaeuropejskie — USA, Egipt, Japonia. Okazało się, że pacjenci z tak różnych obszarów alergicznie reagowali na obecność hemoglobiny zawartej w czerwonych larwach ochotkowatych. W efekcie podjętych badań w wielu ośrodkach naukowych ochotki zyskały sobie smutną sławę najczęstszych, po roztoczach, stawono-

gach wywołujących alergię. Zanim jednak bardziej szczegółowo zapoznamy się z tym zjawiskiem, kilka słów przypomnienia o alergii i głównych czynnikach ją wywołujących czyli alergenach.

Co to jest alergia?

Zwykle unieczynnienie antygenów przez swoiste przeciwciała lub uwrażliwione komórki limfatyczne odbywa się bez zakłócenia czynności narządów i tkanek. Zdarza się jednak, że odpowiedź odpornościowa organizmu przeciwko jakiemuś antygenowi jest nadmierna i przybiera charakter wyraźnej nadwrażliwości. Alergia czyli właśnie owa nadwrażliwość oznacza zatem pewien rodzaj odpowiedzi ustroju na substancje obce. Te substancje, najczęściej białka, chociaż nie tylko, mogą powodować w organizmie reakcje alergiczne o odmiennych mechanizmach i następstwach; najważniejsza z nich to anafilaksja. Jest to alergia wywołana powtórным wniknięciem obcego białka do organizmu. To powtórne zetknięcie może prowadzić do śmierci organizmu przez uduszenie, w wyniku silnego skurczu oskrzeli. Przeciwciała anafilaktyczne wytworzone w organizmie po pierwszym wniknięciu antygeny wiążą się na powierzchni komórek zwanych mastocytami w licznych narządach i tkankach oraz na powierzchni leukocytów zasadochłonnych we krwi obwodowej. Połączenie wnikającego po raz drugi antygeny z przeciwciałami usadowionymi na komórkach wzbudza w nich aktywację enzymów, co prowadzi do uwolnienia substancji o typie histaminy. Związek ten wywołuje rozszerzenie i zwiększenie przepuszczalności naczyń krwionośnych, skurcz mięśni gładkich, wzmożone wydzielanie śluzu z komórek błon śluzowych. Objawy chorobowe, zwane atopią, to obrzęki, skurcze oskrzeli i jelit, gwałtowny spadek ciśnienia krwi. U osób dotkniętych atopią nadmierna produkcja przeciwciał (reaginy IgE), skierowana jest przeciw liczным substancjom wdychanym i spożywanym; wiążą się one mocno zwłaszcza w skórze wywołując rumień i obrzęk oraz w błonach śluzowych dróg oddechowych. Atopia jest często dziedziczona.

W chwili obecnej znanych jest wiele czynników alergizujących czyli alergenów. Można je pogrupować na:

1. Alergeny wziewne takie jak:

pyłek krzewów i drzew owocowych (nasilenia i ich występowania to kwiecień i maj) oraz chwastów (sierpień, wrzesień),
zarodniki grzybów pleśniowych,
kurz domowy (najczęściej, chociaż niekoniecznie, spowodowany roztocznymi i ich wydaliniami),
pióra i naskórek ptaków, naskórek i sierść ssaków,
pyły przemysłowe — jest to swoista reakcja organizmu na substancje zawarte w powietrzu. Przykładem może być macica perłowa uczulająca pracowników przemysłu jubilerskiego.

2. Alergeny pokarmowe.

3. Alergeny bakteryjne — najczęściej powodują produkcję przeciwciał reaginowych atopików.

4. Alergeny prostych związków chemicznych — z reguły wytwarzają silne alergeny po połączeniu z białkami organizmu.

5. Alergeny saprofitów (drożdżaków), pasożytów (np. glista ludzka) czy owadów. Do tej grupy alergenów należą też ochotkowate.

Chironomidae i alergie

Jak wcześniej wspomniano, reakcje o charakterze alergicznym na ochotki stwierdzono zarówno wśród akwarystów, jak i pracowników wytwórni przetwarzających larwy tych owadów na pokarm dla ryb. Jak szeroka jest skala tego zjawiska i czy można ją zaliczyć do epidemii? Badania na ten temat prowadzono w kilku ośrodkach naukowych na różnych kontynentach. Obejmowały one reakcję ludzi na substancje zawarte bądź w larwach, bądź osobnikach dorosłych ochotkowatych. W tym miejscu warto wspomnieć o badaniach prowadzonych w Sudanie. Testowano dwie grupy ludzi: jedną mieszkającą w bezpośrednim sąsiedztwie Nilu i drugą osiedloną w odległości 8 kilometrów od rzeki. W pierwszej z nich u 4,9% populacji stwierdzono objawy astmy, w drugiej tylko 3,2%. Z kolei w USA, w stanie Wisconsin, aż u 45% atopików i 4% nieatopików zaobserwowano pozytywną reakcję na *Chironomus*. Tutaj także należy przytoczyć dane z Japonii, gdzie aż 40% pacjentów z oznakami astmy wykazywało odczyn alergiczny na ochotki *T. akamusi*. Nieco niższe wartości uzyskano z testów prowadzonych w Szwecji: wśród 26% atopików i 4% nieatopików uzyskano pozytywną reakcję na sproszkowane larwy *Chironomidae*.

Tytułem uzupełnienia należy wspomnieć o ważnej właściwości hemoglobiny *Chironomidae*; w tej grupie owadów stwierdzono tak zwaną reaktywność krzyżową, to znaczy hemoglobinę ochotkowatych charakteryzuje wspólnota determinantów. Jak stwierdzono, przeciwciała myszy wytworzone w odpowiedzi na wstrzyknięcie hemoglobiny ochotki *Chironomus thummi* reagują na wprowadzenie hemoglobiny innych, blisko spokrewnionych gatunków, a w odpowiedzi na *Chironomus yoshimatsu* z plemienia *Chironomini* reagują nawet na hemoglobinę larw innego plemienia — *Tanytarsini*. Jeszcze szersze spektrum reakcji wykryto na monomeryczną hemoglobinę *Polypedilum nubifer* (*Chironomini*) — przeciwciała myszy wyprodukowane w odpowiedzi na barwnik tego gatunku reagują na obecność hemoglobiny larw z zupełnie innej podrodziny ochotkowatych — *Tanypodinae*.

O ile powszechnie wiadomo, że czynnikiem alergizującym larw jest hemoglobina, a alergie tego rodzaju zaliczono do grupy nadwrażliwości zawodowych, to nadal pozostaje otwarte pytanie, co jest alergenem wytwarzanym przez osobniki dorosłe (uskrzydłone formy). U czerwonych larw z rodzaju *Chironomus* maksymalny udział hemoglobiny stwierdzono w IV stadium rozwojowym. Zawartość tego barwnika spada w czasie przeobrażenia aż do całkowitego lub prawie całkowitego zaniku u osobników dorosłych i wiąże się z enzymatyczną degradacją tej substancji. Zmiany te można dostrzec nawet gołym okiem, obserwując ciemnienie osobników podczas metamorfozy. Czy w takim razie owady dorosłe mogą wywoływać reakcję nadwrażliwości u ludzi? Jeżeli tak, to jaki czynnik ją powoduje? Czy w powietrzu unoszą się cząstki odpowiednio małe (< 10 µm), które mogą się przedosta-

wać przez oskrzelową i płucną parenchymę, a więc być czynnikami alergizującymi? Na ostatnie z tych pytań próbowali odpowiedzieć Japończycy, instalując na dachu pięciopiętrowego budynku instytutu naukowego filtr, który wyłapywał cząstki $< 10 \mu\text{m}$. Z uzyskanej próby wyizolowali oni białka chruścików, jedwabników oraz ochotkowatych. Ta ostatnia frakcja miała zresztą najwyższy udział w zebranej próbce. Uzyskując pozytywną odpowiedź na tak postawione pytanie Japończycy nie poszli dalej w swoich badaniach i nie stwierdzili, czy i w jakim stopniu białka te mogą powodować alergię.

Zrozumiałe jest, że największe zainteresowanie możliwością wywoływania alergii przez osobniki dorosłe ochotkowatych jest w tych państwach, w których odnotowano masowe występowanie imagines w dużych aglomeracjach miejskich, położonych w pobliżu silnie zeutrofizowanych, dużych zbiorników (Wenecja, kilka miast w Stanach Zjednoczonych i Japonii). Ale w wyniku dotychczas prowadzonych badań nie stwierdzono prostej zależności między masowym pojawieniem się dorosłych ochotek a liczbą stwierdzonych zachorowań.

Jak wynika z wielu doniesień, alergię o różnych mechanizmach stają się coraz większym problemem w

krajach cywilizowanych i to nawet do tego stopnia, iż na wielu obszarach zostały zaklasyfikowane do chorób o charakterze epidemiologicznym. W związku ze wzrostem możliwości diagnostycznych wyodrębnia się coraz to nowe jednostki chorobowe o podłożu alergicznym. Zasygnalizowana powyżej nadwrażliwość spowodowana przez muchówki ochotkowate jest wynikiem nieprzemyślanej działalności człowieka, i to zarówno ta już udokumentowana, powodowana przez larwy (a ściślej ich barwnik hemoglobinę) hodowane w ogromnych ilościach dla potrzeb hobbistów, jak i ta potencjalna, będąca w sferze badań, a wywołana przez masowo wylatujące imagines z silnie zeutrofizowanych zbiorników. Czy ochotkowate utrzymują się długo na czele listy stawonogów najczęściej powodujących alergię, czy też owady te staną w przyszłości wyparte przez jeszcze inne organizmy (też owady?), które w wyniku działalności gospodarczej człowieka rozwiną się masowo, i jednocześnie okażą się alergenami — pokaże czas.

Wpłynęło 9 X 1996

Dr hab. Maria Grzybkowska jest profesorem nadzwyczajnym w Katedrze Ekologii i Zoologii Kręgowców Uniwersytetu Łódzkiego

MARCIN WÓJCIK (Kraków)

ZAGADKA NEUTRIN SŁONECZNYCH

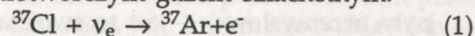
Słońce jest źródłem potężnego strumienia neutrino, które powstają w jądrze słonecznym w reakcjach termojądrowych (Wszechświat 1997, 96: 149). Neutrino te niosą bezcenną informację o procesach i warunkach panujących we wnętrzu naszej najbliższej gwiazdy. Detekcja neutrino słonecznych stała się możliwa dzięki rozwojowi metod pomiarów niezwykle rzadkich zdarzeń (rozpadów promieniotwórczych), w których wykorzystuje się specjalne materiały oraz stosuje się wyrafinowane, elektroniczne techniki.

Jak mało prawdopodobne jest „złapanie” neutrino, świadczy już jednostka oddziaływania strumienia neutrino słonecznych z detektorem, którą posługują się fizycy. Mianowicie 1 SNU (Solar Neutrino Unit) odpowiada wychwyceniu jednego neutrino w ciągu sekundy ze strumienia słonecznego przez obiekt na powierzchni Ziemi (detektor) zawierający 10^{36} jąder. 10^{36} jąder pierwiastka o średniej gęstości ma masę 100 milionów ton! Prawdopodobieństwo wychwycenia neutrino zależy również od rodzaju materiału. Strumień neutrino słonecznych może generować sygnał 1 SNU w jednym materiale, natomiast w innym — 100 SNU.

Podstawowy mechanizm „złapania” neutrino jest odwrotny do jego powstania; neutron w jądrze atomu pod wpływem neutrino przekształca się w proton i wysyłany jest elektron. Powstający nowy pierwiastek może być izotopem promieniotwórczym. Wykrycie jego rozpadu będzie świadczyć o zajściu reakcji z neutrinem.

Innym mechanizmem pozwalającym wykryć neutrino jest ich zderzenie się z elektronami detektora i przekazywanie im całkowitej lub części energii. Wykrywanie tych elektronów jest równoważne z rejestracją neutrino.

Pierwszy eksperyment, którego celem był pomiar strumienia neutrino słonecznych, został uruchomiony przed 25 laty przez Raymonda Davisa. Detektor Davisa zawiera ^{37}Cl (naturalny chlor zawiera 24% izotopu ^{37}Cl oraz 76% izotopu ^{35}Cl), który „łapie” neutrino o stosunkowo wysokich energiach, mianowicie o energiach większych od 0.814 MeV (patrz ryc. 2, Wszechświat 6/97); głównie neutrino ze stosunkowo rzadko zachodzącego w Słońcu rozpadu ^8B . Detektor w postaci ogromnego zbiornika zawierającego 615 ton C_2Cl_4 umieszczony jest w kopalni złota w Homestake (Południowa Dakota) na głębokości 1500 m. Neutrino słoneczne przekształca ^{37}Cl w ^{37}Ar , który jest promieniotwórczym gazem szlachetnym:



Wystarczy więc wydobyć ze zbiornika wytworzony ^{37}Ar , zmierzyć metodami fizyki jądrowej liczbę rozpadających się jąder ^{37}Ar w jednostce czasu, aby obliczyć liczbę jąder ^{37}Ar wytworzonych przez neutrino, co jest równoważne z wyznaczeniem strumienia neutrino słonecznych.

Obliczony według SMS strumień neutrino słonecznych powinien wytwarzać w detektorze Davisa sygnał 9.3 SNU. Natomiast wynik eksperymentu, który

jest nadal prowadzony, wynosi po 25 latach 2.33 SNU. Jest więc około cztery razy mniejszy od sygnału oczekiwanego. Rozbieżność ta została nazwana *problemem neutrino słonecznych*. Problem ten można rozwiązać na kilka sposobów, zmieniając np., w granicach błędu, wielkości użyte do obliczenia strumienia neutrino ^8B . Innymi słowy, astrofizycy potrafią z małą dokładnością przewidzieć stosunkowo słaby strumień wysokoenergetycznych neutrino ^8B . Mówimy wówczas, iż ten problem posiada rozwiązanie astrofizyczne.

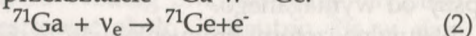
W 1987 roku uruchomiono w Japonii, w kopalni węgla Kamioka drugi eksperyment, którego celem był również pomiar strumienia neutrino słonecznych. Detektor w postaci 3000 ton zwykłej wody umieszczony został na głębokości 1000 m. Neutrino, zderzając się z elektronami drobiny wody, przekazują im energię. Jeżeli elektron ma na tyle dużą energię, iż porusza się w wodzie z prędkością większą niż prędkość światła w tym ośrodku, to wytwarza on błysk świetlny (zjawisko Czerenkowa). Elektrony o energii większej niż 0.2 MeV wywołują już błyski świetlne w wodzie. Mechanizm powstawania tych błysków jest podobny do wytwarzania dźwiękowej fali uderzeniowej przez samolot przekraczający prędkość dźwięku w powietrzu. Wystarczy teraz otoczyć zbiornik z wodą bardzo czułymi urządzeniami rejestrującymi te słabe błyski świetlne — fotopowielaczami — by uzyskać informację o strumieniu neutrino słonecznych. Woda, nawet po jej starannym oczyszczeniu, zawiera pewne minimalne ilości naturalnych izotopów promieniotwórczych z szeregu uranu i toru, które częściowo zakłócają pomiar i uniemożliwiają rejestrację neutrino o energiach mniejszych niż 7 MeV. Ze wspomnianej ryc. 2 wnioskujemy, iż w eksperymencie KAMIOKANDE, którego nazwa pochodzi od nazwy kopalni, rejestrowane mogą to być tylko neutrino ^8B , a więc te same, które rejestrowane są w poprzednim eksperymencie z chlorem.

Fizycy zostali ponownie zaskoczeni wynikiem eksperymentu KAMIOKANDE. Rejestrowany sygnał jest tym razem o połowę mniejszy niż sygnał oczekiwany. Czyli strumień neutrino ^8B mierzony w eksperymencie KAMIOKANDE stanowi jedną drugą strumienia obliczonego, a nie jedną czwartą jak w poprzednim eksperymencie. Mimo że bezwzględna wartość strumienia neutrino ^8B nie jest dokładnie znana, to eksperymenty z chlorem i KAMIOKANDE powinny obserwować taki sam stopień jego ewentualnej redukcji.

Rozbieżność wyników eksperymentu Davisa i KAMIOKANDE została nazwana *drugim problemem neutrino słonecznych*. Problemu tego nie można rozwiązać poprzez zmianę parametrów modelu Słońca, a więc nie ma on rozwiązania astrofizycznego. Zasadniczą różnicą tych dwóch eksperymentów jest dolna granica energii neutrino, powyżej której są one rejestrowane. Przypomnijmy, iż dla detektora chlorowego wynosi ona 0.814 MeV, natomiast dla detektora KAMIOKANDE jest ona znacznie wyższa i wynosi 7 MeV. Gdyby sobie wyobrazić, że neutrino ^8B o energiach pomiędzy 0.8 MeV a 7 MeV znikają lub ich strumień ulega znacznej redukcji, to wówczas moglibyśmy wyjaśnić drugi problem neutrino słonecznych. Efekt taki (efekt Mikheyeva, Smirnova, Wolfensteina — efekt

MSW) przewiduje model, który zakłada, iż dla pewnej energii neutrino elektronowych oraz dla pewnej gęstości elektronów w materii słonecznej następuje zamiana neutrino elektronowego w neutrino niewidoczne dla naszych detektorów. Obok neutrino elektronowych, które towarzyszą elektronom w rozpadzie beta, istnieją jeszcze dwa rodzaje neutrino, mianowicie neutrino typu mionowego i neutrino typu tau. Miony i cząstki tau różnią się od elektronu zasadniczo tylko dużo większą masą (odpowiednio 200 i 3500 razy). Fizycy prowadzą szereg eksperymentów w laboratoriach, by potwierdzić powyższą hipotezę.

W tej sytuacji niezwykle interesujący był pomiar neutrino z reakcji pp . Jest to reakcja zachodząca najczęściej w Słońcu. Mamy również najmniej wątpliwości do obliczonego strumienia neutrino pp , gdyż jest on bezpośrednio związany z energią emitowaną przez Słońce. Neutrino pp są niskoenergetyczne co powoduje, że do budowy detektora musimy znaleźć odpowiedni materiał. Materiał ten musi „łapać” odpowiednio dużo neutrino o energii mniejszej niż 0.42 MeV (jaką mają interesujące nas neutrino pp). Powstając w reakcji izotop musi być promieniotwórczy podobnie jak w eksperymencie z chlorem. Izotop ten musi mieć odpowiedni półokres rozpadu. Przeglądając tabelę izotopów, dochodzimy do wniosku, iż właściwie jedynym kandydatem jest gal, a dokładniej ^{71}Ga . Naturalny gal zawiera 40% izotopu, ^{71}Ga . Gal jest metalem, który można pozyskać w procesie produkcji aluminium. Topi się w temperaturze około 30°C. Jest używany w małych ilościach przez przemysł elektroniczny do produkcji diod świecących. Neutrino elektronowe o energii większej niż 0.233 MeV mogą przekształcić ^{71}Ga w ^{71}Ge :



^{71}Ge jest izotopem promieniotwórczym o okresie półrozpadu 11.4 dnia. Aby „łapać” jedno neutrino w ciągu dnia, detektor musi zawierać około 50 ton tego metalu. Jest to więcej niż jego roczna, światowa produkcja.

W latach 80. powstał zespół GALLEX*, który zbudował radiochemiczny detektor neutrino zawierający 30 ton galu w postaci 100 ton ciekłego chlorku galu. Detektor ten umieszczono w laboratorium podziemnym w masywie górskim Gran Sasso, 100 km na wschód od Rzymu.

^{71}Ge wytworzony w roztworze chlorku galu (GaCl_3) przechodzi natychmiast w chlorek germanu (GeCl_4), który jest gazem i łatwo wypłukuje się go przy użyciu strumienia azotu. Chlorek germanu jest wyłapywany ze strumienia azotu i przeprowadzany w czterowodorek germanu GeH_4 — gaz podobny do metanu. Wydzielanie ^{71}Ge z detektora radiochemicznego odbywa się średnio co 4 tygodnie, tak że po tym czasie istnieje stan zbliżony do równowagi pomiędzy wytwarzaniem ^{71}Ge z ^{71}Ga przez neutrino a jego promieniotwórczym rozpadem. Na początku każdej czterotygodniowej ekspozycji, do 100 ton chlorku galu dodaje się 1 miligram stabilnego germanu jako „nośnika”, by określić sprawność procesu wypłukiwania ^{71}Ge . Tak więc po czterotygodniowej ekspozycji wydzielania chlorku germanu, po doko-

* Autor bierze udział w eksperymentach GALLEX i BOREXINO.

naniu konwersji $\text{GeCl}_4 \rightarrow \text{GeH}_4$, otrzymuje się około 1 cm^3 czterowodorku germanu, który zawiera około 14 atomów ^{71}Ge wytworzonego przez neutrina słoneczne. Czterowodorkiem germanu napełnia się specjalny miniaturowy licznik proporcjonalny, rejestrujący rozpady ^{71}Ge . Liczba impulsów elektrycznych generowanych przez licznik jest proporcjonalna do liczby rozpadających się w nim jąder ^{71}Ge , a więc i do strumienia neutron słonecznych, którego pomiar jest celem eksperymentu.

Eksperyment GALLEX (podobnie jak eksperyment Davis) zakłócają wszystkie procesy, w których w zbiorniku zawierającym chlorek galu z ^{71}Ga powstawałyby ^{71}Ge w reakcjach innych niż te wywoływane przez neutrina. Niebezpieczne dla eksperymentu są również efekty wytwarzające w miniaturowym liczniku proporcjonalnym impulsy elektryczne nieodróżnialne od tych wywołanych rozpadem ^{71}Ge .

Najgroźniejszym wrogiem jest tutaj promieniowanie kosmiczne. By się przed nim uchronić, umieszcza się detektory neutron oraz liczniki proporcjonalne wraz ze skomplikowaną elektroniką głęboko pod ziemią.

Drugim ważnym wrogiem są wszechobecne naturalne izotopy promieniotwórcze, takie jak potas, uran i tor łącznie z ich szeregami promieniotwórczymi. Producenci chlorku galu dla eksperymentu GALLEX musieli wytworzyć około 100 ton tego związku chemicznego, zawierającego niezwykle małe ilości izotopów promieniotwórczych. Rozpadający się w chlorku galu naturalny izotop, np. ^{226}Ra , może z ^{71}Ga wytworzyć ^{71}Ge , nieodróżnialny od ^{71}Ge wytwarzanego przez neutrina. Koncerny chemiczne wywiązały się z tego zadania znakomicie dostarczając produkt lepszy od wymaganego.

Naturalne izotopy promieniotwórcze mogą zakłócać eksperyment również na etapie detekcji ^{71}Ge . Obecne w materiale miniaturowego licznika lub w jego otoczeniu mogą generować impulsy podobne do powstających z rozpadu ^{71}Ge . Kilka takich impulsów w ciągu miesiąca może całkowicie zmienić wynik pomiaru. Dlatego układ detekcji został wykonany z ultra-czystych materiałów pod względem zanieczyszczeń promieniotwórczych. Wyposażony został również w wyrafinowaną elektronikę pozwalającą w dużym stopniu „odfiltrować” impulsy inne niż z rozpadu ^{71}Ge .

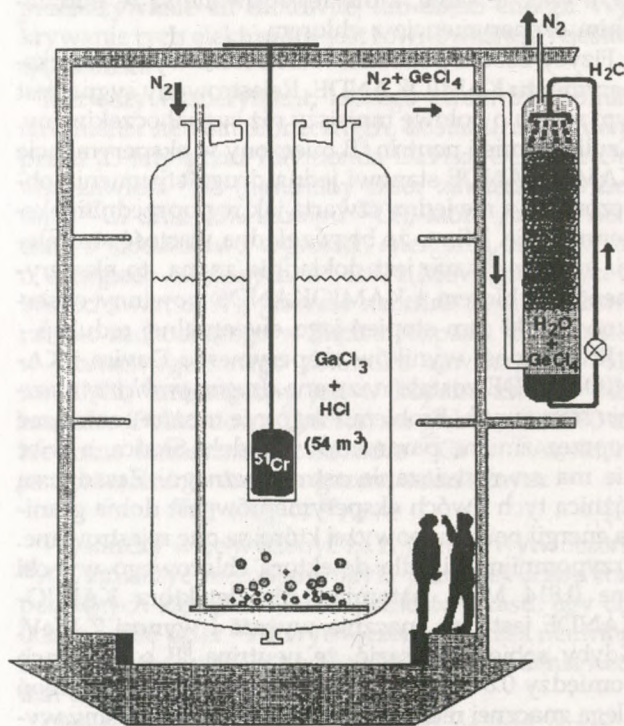
W maju 1991 roku detektor z galem rozpoczął rejestrować neutrina. Jako pierwszy w świecie rejestrował on neutrina pp z najważniejszej reakcji termojądrowej zachodzącej we wnętrzu naszej najbliższej gwiazdy. Sygnał przewidywany przez SMS dla detektora z galem wynosi 137 SNU. Neutrina pp i pep generują 73 SNU, neutrina ^7Be są odpowiedzialne za 38 SNU, 16 SNU pochodzi od neutron ^8B , natomiast 10 SNU od neutron ^{13}N i ^{15}O . Tymczasem, po pięciu latach pomiarów wynik eksperymentu GALLEX wynosi 69.7 SNU. Sygnał mierzony jest niemal równy sygnałowi oczekiwanemu jedynie od neutron pp i pep . Wydaje się, iż brak jest sygnału od drugiego co do natężenia strumienia neutron ^7Be . Udział neutron ^8B jest nieduży; zaledwie 16 SNU. Jednakże ^8B powstaje z ^7Be i redukcja strumienia neutron ^7Be powinna być związana z taką samą redukcją neutron ^8B . Wyraźny deficyt neutron ^7Be , obserwowany w eksperymentcie

GALLEX, można nazwać trzecim problemem neutron słonecznych.

By się upewnić, że w poszczególnych etapach eksperymentu GALLEX nie popełnia się jakiegos błędu, postanowiono wytworzyć źródło neutron i umieścić je wewnątrz detektora z galem, by się przekonać czy będzie ono produkować odpowiedni, łatwy do obliczenia sygnał. W tym celu, w reaktorze jądrowym Si-loe w Grenoble wytworzono źródło neutron w postaci ^{51}Cr o aktywności 61.9 PBq ($1 \text{ PBq} = 10^{15}$ rozpadów w ciągu sekundy). Było to najpotężniejsze źródło neutron, jakie człowiek kiedykolwiek wytworzył. Strumień neutron emitowany przez nie był około 10-krotnie większy niż strumień neutron słonecznych.

Źródło to umieszczono na okres 3.5 miesiąca, niemalże w geometrycznym środku detektora, we wcześniej zainstalowanej rurze (ryc. 1), eksponując chlorek galu na znany strumień neutron. Neutrino te, podobnie jak neutrino słoneczne, wywołują reakcje jądrowe, w których ^{71}Ga przechodzi w ^{71}Ge . Okazało się, że sygnał wytworzony przez neutrino ze źródła ^{51}Cr jest prawie dokładnie równy sygnałowi oczekiwanemu (obliczonemu). Test ze źródłem ^{51}Cr był sprawdzeniem całego eksperymentu GALLEX, który wyklucza istnienie nieznanymi błędów lub jakiegos błędu sztuki. Po raz pierwszy wykonano test radiochemicznego detektora neutron słonecznych przy użyciu wytworzonego przez człowieka źródła neutron, potwierdzając poprawność metod radiochemicznych używanych do detekcji rzadkich rozpadów na poziomie 10 lub nawet mniejszej ich liczby.

Drugi, podobny detektor neutron słonecznych, w którym używa się 60 ton metalicznego galu jako radiochemicznego detektora neutron, uruchomiono w laboratorium podziemnym w Baksan, w północnym Kaukazie. Pierwsze wyniki eksperymentu SAGE (Soviet American Gallium Experiment) sugerowały ze-



Ryc. 1. Przekrój detektora radiochemicznego z galem, używanego w eksperymencie GALLEX, z widocznym źródłem neutron ^{51}Cr

rową wartość strumienia neutrin słonecznych. Ostatni, opublikowany przez SAGE wynik wynosi 73 SNU i jest podobny do wyniku eksperymentu GALLEX.

Deficyt neutrin słonecznych jest obserwowany we wszystkich czterech eksperymentach. Najłatwiejszy do rozwiązania jest pierwszy problem neutrin słonecznych, czyli deficyt neutrin ^8B w eksperymencie z chlorem. Problem ten ma rozwiązanie astrofizyczne polegające na małych zmianach w SMS. Znacznie poważniejsze są problemy drugi i trzeci. Jeżeli porównujemy dowolne dwa z trzech klas (chlorowy, KAMIOKANDE, galowy (GALLEX lub SAGE) eksperymentów, to dochodzimy do wniosku, że widmo neutrin słonecznych musi być zredukowane w obszarze średnich energii. Zredukowany jest strumień neutrin ^7Be i niskoenergetyczna część widma neutrin ^8B . Takiej modyfikacji widma energetycznego neutrin nie jesteśmy w stanie opisać w oparciu o fizykę jądrową czy astrofizykę, zakładając że żaden z eksperymentów nie daje fałszywych wyników.

Bardzo atrakcyjne jest wyjaśnienie różnych wyników dotychczasowych eksperymentów zgodnie ze wspomnianym już efektem MSW. Możliwe też jest wyjaśnienie rozbieżności w oparciu o oscylacje neutrin w próżni na drodze pomiędzy Słońcem i Ziemią. Neutrina elektronowe z reakcji fuzji zamieniają się np. w neutrina mionowe, które są niewidoczne dla detektorów.

Wystąpienie efektu MSW czy też oscylacji neutrin w próżni wskazywałoby na różną od zera masę spoczynkową neutrina. Prowadziłoby to do niestandardowego modelu cząstek elementarnych. Miałoby również duże znaczenie dla kosmologii; mogłoby wyjaśnić deficyt masy we Wszechświecie.

Przyjmując, iż rozwiązanie problemu neutrin słonecznych jest możliwe przy założeniu niestandardowych własności neutrina, pytamy jak można się o tym przekonać doświadczalnie? Otóż należy uruchomić eksperymenty pozwalające otrzymać widma energetyczne neutrin np. ^8B i ^7Be a także eksperymenty, w których sygnał nie będzie zależał od rodzaju neutrin. Jeżeli neutrin elektronowe zamieni się w neutrin np. mionowe (efekt MSW lub oscylacje w próżni), to ta konwersja nie wpłynie na wielkość sygnału.

Trzy nowe eksperymenty będą wkrótce dostarczać danych o strumieniu neutrin słonecznych:

1. SUPERKAMIOKANDE został uruchomiony 1 kwietnia 1996 r. Podobnie jak KAMIOKANDE jest to detektor Czerenkowa, zawierający 50 000 ton wody. Rejestruje on neutrina o energiach większych od 5 MeV, będzie więc „widział” wyłącznie neutrina ^8B . Jeżeli strumień tych neutrin jest zredukowany o połowę (wynik eksperymentu KAMIOKANDE), to SUPERKAMIOKANDE będzie rejestrował w ciągu dnia około 25 neutrin ^8B . Dzięki dużej liczbie zliczeń będzie można uzyskać widmo energetyczne neutrin ^8B powyżej 5 MeV, będzie można również obserwować ewentualne zmiany strumienia w czasie.
2. Neutrinowe Obserwatorium w Sudbury zostanie prawdopodobnie uruchomione pod koniec 1997. Neutrina będą rejestrowane przy użyciu 1000-tonowego, ciężkowodnego detektora Czerenkowa,

umieszczonego w kopalni niklu w pobliżu Sudbury (Kanada). Neutrina słoneczne będą się rozpraszać na elektronach podobnie jak w SUPERKAMIOKANDE, a także będą „rozбивać” jądra deuteru. Prawdopodobieństwo zajścia reakcji „rozбивcia” jądra deuteru na neutron i proton nie zależy od rodzaju neutrina, które je wywołuje. Reakcja ta jest więc nieczuła na oscylacje neutrin i efekt MSW. Jeżeli uda się zidentyfikować tę reakcję wykrywając powstający neutron, to sygnał ten będzie proporcjonalny do całkowitego strumienia neutrin. Neutrina elektronowe będą jednak najczęściej „rozбивać” jądra deuteru i wywoływać reakcje w ten sposób, iż powstaną dwa protony i elektron. Oczekiwany sygnał jest rzędu 20 zdarzeń w ciągu dnia. Możliwy więc będzie pomiar widma energetycznego neutrin ^8B . Stosunek liczby reakcji, w których deuter jest rozбивany na proton i neutron do liczby reakcji, w których powstają dwa protony, będzie ważnym testem hipotezy o oscylacji neutrin.

3. Eksperyment BOREXINO jest uruchamiany w laboratorium podziemnym w Gran Sasso. Detektor neutrin stanowi kula zawierająca 100 ton ultraczystego, ciekłego scyntylatora. Scyntylator jest substancją, w której powstają błyski światła, jeżeli przechodząca cząstka straciła w nim pewną energię. Będzie on mógł rejestrować neutrina o energiach większych od 0.25 MeV. Celem tego eksperymentu jest pomiar strumienia monoenergetycznych neutrin ^7Be , których deficyt wykryto w eksperymencie GALLEX. Deficyt ten jest kluczową kwestią w rozwiązaniu problemu neutrin słonecznych. Według SMS, detektor ten powinien rejestrować około 50 neutrin ^7Be w ciągu dnia.

Jeżeli prowadzone w laboratoriach eksperymenty, w których usiłuje się wykryć oscylacje neutrin wytwarzanych w reaktorach jądrowych lub przez wiązkę protonów z akceleratora, nie dostarczą pozytywnej odpowiedzi w najbliższym czasie, to należy się spodziewać, iż wymienione trzy nowe teleskopy zbliżą nas do rozwiązania problemu neutrin słonecznych.

Neutrina, których narodziny były konieczne, by ocalić zasadę zachowania energii, są cząstkami, których własności nadal są ciągle mało znane. Najważniejsze pytania, obok problemu neutrin słonecznych, na które nie mamy odpowiedzi to:

- czy neutrin ma niezerową masę spoczynkową?
- jakie są czasy życia neutrin?
- czy neutrina oscylują w próżni?
- czy neutrina podlegają efektowi MSW?
- czy neutrina są częścią ciemnej materii?
- czy istnieją od czasu wielkiego wybuchu neutrina reliktoowe o bardzo małej energii?

Tych kilka pytań oraz szereg innych, na które brak obecnie odpowiedzi, pokazuje jeszcze dobitniej jak fascynująca jest fizyka neutrin.

Wpłynęło 14 III 1997

Dr Marcin Wójcik pracuje w Instytucie Fizyki Uniwersytetu Jagiellońskiego

ŚMIERTELNOŚĆ PTAKÓW WODNYCH POWODOWANA SKAŻENIAMI ROPĄ I SUBSTANCJAMI ROPOPOCHODNYMI DAWNIEJ I DZIŚ

W roku 1984 ukazała się praca *Pomyślność wodnych ptaków i bezpieczeństwo basenów wodnych obecnie i w geologicznej przeszłości*, w której omawiałem problem śmiertelności ptaków wodno-błotnych na zanieczyszczonych ropą morskich i słodkich wodach obecnie, a także w geologicznej przeszłości. Rozdział poświęcony śmiertelności na terenie byłego ZSRR został z niej wykreślony. Trzeba było też zmienić tytuł pracy ze *Śmiertelność ptaków...* na kuriozalny *Pomyślność wodnych ptaków...* Nieco wcześniej, na Ogólnozwiązkową Konferencję Ornitologiczną w 1979 roku w Aszchabadzie zgłosiłem odczyt pt. „Śmiertelność ptaków wodno-błotnych na zanieczyszczonych ropą wodach w geologicznej przeszłości i obecnie”. Jednak ani też nie opublikowano, ani sam odczyt nie był wygłoszony. Obecny artykuł jest oparty na wspomnianych materiałach, temat bowiem i dziś jest aktualny.

Masowe giniecie wodnych ptaków na wodach skażonych ropą i substancjami ropopochodnymi zdarzało się od dawna — z geologicznej przeszłości mamy dane na ten temat poczynając od plejstocenu.

Klasycznym przykładem takiej dawnej katastrofy może być sławne, środkowoplejstocenijskie stanowisko binagadinskiej flory i fauny na Półwyspie Apszerońskim, we wschodnim Azerbejdżanie. Stanowisko w Binagadach zostało odkryte w lutym 1938 roku. Wykopaliska rozpoczęto w końcu 1938 roku i trwały z przerwami do roku 1943, a następnie były prowadzone corocznie od 1947 do 1955 łącznie. Myśl o wznowieniu wykopalisk pojawiała się niejednokrotnie. Planowano także wydanie w roku 1988, w pięćdziesięciolecie odkrycia, jubileuszowej monografii, jednak do tego nie doszło. Dojrzała jednak idea wznowienia w Binagadach wykopalisk paleontologicznych i badań tafonomicznych. Szczególnie liczne są tu szczątki różnych kregowców i chrząszczy. Ogromną naukową wartość stanowiska od razu ocenił V.V. Bogachev, który w dwóch popularnych książkach, wydanych w latach 1939 i 1940, opisał również obrazowo śmierć różnych zwierząt i ptaków w dawnym skażonym ropą binagadinskim jeziorze. I.M. Gromov pisał o tafonomii stanowiska i o znalezionych tam kopalnych gryzoniach. P.V. Serebrovskij poświęcił swą pracę wykopany w Binagadach szczątek ptaków, z których wiele oznaczył, opisał kilka wymarłych form, a także podał krótki zarys paleoekologii. Z kolei N.K. Vereshchagin i N.I. Burchak-Abramovich zajmowali się współczesnym ginięciem w Azerbejdżanie ptaków spowodowanym ropą i porównaniem tego z dawną binagadinską tragedią.

Ilość szczątków ptaków wykopanych w Binagadach jest ogromna. Dotychczas oznaczono wśród nich 107 gatunków — 24 to ptaki wodne (między nimi 1 gatunek i 3 podgatunki wymarłe, opisane przez Serebrovskiego). Są to: *Podiceps auritus*, *Cygnus olor + bergmanni*, *Branta ruficollis*, *Anser + azerbaijdżanicus*, *A. albifrons*, *A. anser*, *Tadorna ferruginea*, *T. tadorna*, *Anas platyrhynchos + paleoboschas*, *A. acuta*, *A. querque-*

dula, *A. crecca*, *A. strepera*, *A. penelope*, *A. clypeata*, *Netta rufina*, *Aythya marila + asphaltica*, *A. ferina*, *A. nyroca*, *Melanitta fusca*, *Clangula hyemalis*, *Bucephala clangula*, *Mergus albellus* i *Pelecanus crispus + palaeocrispus*, a prócz tego różne gatunki siewkowych, żurawi, łyski i in.

Znaczenie naukowe asfaltowego stanowiska w Binagadach jest nie mniejsze od znanego stanowiska w Rancho la Brea w Kalifornii. Znajdują się tam asfaltowe jeziora, będące pułapką dla zwierząt od plejstocenu do dzisiaj. Podsumowania wydobytej tam bardzo bogatej kopalnej fauny kregowców dokonał Stock, a szczątkami ptaków zajmowała się przede wszystkim H. Howard. Stwierdzono tam ponad 130 gatunków ptaków, w tym 14 ściśle związanych z wodą: głównie różnych perkozów, gęsi i kaczek.

Na terenie byłego ZSRR, oprócz stanowiska w Binagadach, N.K. Vereshchagin opisał uboższą faunę, odkrytą w górnoplejstocenijskich bituminach w okolicy wsi Karmałka w Tatarii. Wśród 37 gatunków stwierdzonych tu ptaków było 5 wodnych: *Anas acuta*, *A. crecca*, *A. platyrhynchos*, *A. penelope*, *A. clypeata*, a poza tym siewkowe. Kopalne stanowiska bituminów znane są także w innych okolicach byłego ZSRR — w Azerbejdżanie, w Kazachstanie, na Sachalinie i in. — pozostają jednak nie zbadane z punktu widzenia kopalnej fauny.

Ropa naftowa może i dziś w naturalny sposób wyciekać szczelinami na powierzchnię ziemi. W półpustynnym Kobystanie, 30-40 km na zachód od Baku, w miejscowości Kyr-Kiszlag obserwuje się naturalne wycieki ropy na powierzchnię, gdzie przekształca się w gęstą, bardzo lepłą masę, powoli spływającą po nierównościach terenu w postaci małych strumieni. Przykleja się do nich mnóstwo owadów, gryzoni, ptaszków, jaszczurek, węży i innych. Raz widzieliśmy padłego, dużego lądowego żółwia, który zdołał przejść prawie połowę szerokości strumienia zanim uwiązł. Tu spotyka się też niewielkie kałuże i zbiorniki wodne, na dnie których odłożyła się warstwa bardzo lepkiego mazutu — „kiru”. Często w takim zbiorniku i wokół niego na brzegu i w wodzie znajdują się zarośla trzciny, przydające zdradziecznemu zbiornikowi zupełnie bezpieczny wygląd. Miejscowi pasterze mówią, że jeśli do takiego zbiornika wejdzie baran lub osioł, to bez pomocy ludzi uwięzione w mazucie zwierzę już z niego nie wyjdzie i padnie. Analogiczne „zaropiałe” jeziora spotyka się i w innych okolicach wschodniego Azerbejdżanu.

We wschodnim Azerbejdżanie, oprócz opisanego wyżej śmiertelności dla przyrody działania ropy drogą naturalną, w czym człowiek nie miał i nie ma żadnego udziału, nastąpił w ostatnim stuleciu burzliwy rozwój przemysłu naftowego. Ropę wydobywano bardzo niedbale, co pociągało za sobą straszliwe skażenie całej otaczającej okolicy i masową śmiertelność wszystkiego co żyje. Takie obrazy ekologicznej dewastacji w wyniku działalności człowieka mieliśmy

możność obserwować i opisywać wielokrotnie, a porównanie tego obrazu z wynikami opisanych wyżej badań paleontologicznych ma dla badającego ekologów i paleontologów ogromne znaczenie.

Morze Kaspijskie i miejscowości leżące w pobliżu niego, zwłaszcza na jego zachodnim brzegu, stanowią na terytorium byłego ZSRR szczególne niebezpieczeństwo dla ptaków wodnych z powodu zanieczyszczeń substancjami ropopochodnymi. Wiąże się to z dwiema przyczynami:

(1) Morze Kaspijskie leży na szlaku wędrówek ptaków, przelatujących dwa razy w roku wzdłuż jego zachodniego brzegu. Tym szlakiem lecą w ogromnej liczbie wodne ptaki (kaczki, gęsi, łabędzie, perkozy i in.), a także gatunki ptaków mniej lub więcej związanych z wodą, błotami i łąkami (siewkowe, czaple, żurawie i in.).

(2) Na lądzie, szczególnie na zachodnim brzegu Morza Kaspijskiego, rozwinął się przemysł naftowy, a w ostatnich dziesięcioleciach i platformy wydobywcze na morzu. To wszystko powoduje zanieczyszczenie wód morza ropą, a także słodkich wód różnych zbiorników wokół obiektów przemysłowych na lądzie. Takie zanieczyszczone ropą rejony wydobywcze okazują się groźne dla ptaków wodno-błotnych, odpoczywających tu w czasie jesiennych i wiosennych przelotów, lub przybyłych tu na zimowiska. W związku z tym, doniesienia o śmiertelności ptaków od związków ropopochodnych w byłym ZSRR dotyczą przede wszystkim basenu Morza Kaspijskiego.

O śnięciu ryb w morzu pisał już w końcu XIX wieku Grimm, a problemami śmiertelności innych zwierząt zajmowali się A.N. Derzhavin i R.S. Denigina. Później N.K. Vereshchagin dał wyczerpujący obraz strat ptaków w skażonych wodach morza, w słodkowodnych zbiornikach, w miejscach zrzutu mazutu w pobliżu kolei. Spektakularne dane o ginieciu ptaków na Półwyspie Apszerońskim i w Kobystanie znalazły się w opracowaniach I.M. Gromova, N.K. Vereshchagina i piszącego te słowa. Moje obserwacje pochodzą przede wszystkim z lat 1943-1961 kiedy, mieszkając w Baku, miałem możliwość częstego przebywania w terenie, w tym też wycieczek na morze. W latach późniejszych były to tylko rzadsze przyjazdy. Przyjrzyjmy się kilku przykładom ekologicznej dewastacji.

W latach 1941-1947 nadwyżki ropy wydobywanej w bakijskich szybach były spuszczone do jeziora Atbatan, leżącego w zachodniej części Półwyspu Apszerońskiego. Na jeziorze ropa pokryła powierzchnię wody warstwą grubości 30-40 cm. Jezioro, o powierzchni do 30 ha, jest położone na kaspijskim szlaku wędrówek ptaków, w związku z tym zatrzymują się na nim stada kaczek, gęsi, łabędzi i mnóstwo innych ptaków, zwabionych połyskującą powierzchnią wody. W okresie pokrycia jeziora ropą w ciągu 5-6 lat zginęły w nim niezliczone ilości kaczek, łysiek, perkozów i innych wodnych ptaków, a z błotnych — siewkowych, czapli, pojedynczych flamingów i inne. Na naszych oczach np. na jezioro opadło stado 12 łabędzi i nie podniosło się więcej. Na północnym brzegu jeziora powstała gruba do 1 m warstwa piasku, wymieszanego ze szkieletami ptaków, piórami, zasuszonymi mumiami ptaków przesiąkniętymi ropą. W owym wojennym czasie na jeziorze powstał

przemysł zbierania jeszcze żywych ptaków i sprzedaży ich na bakijskim rynku. Na szczęście dla świata ptaków w roku 1947 wybrano ropę z jeziora, które stopniowo się oczyściło.

W dużej liczbie wodne ptaki giną na zanieczyszczonych ropą akwenach morza wokół Półwyspu Apszerońskiego, gdzie liczba zimujących na morzu ptaków jest stała, jednak wzrasta liczba zaoliwionych ptaków na wiosnę i w jesieni w czasie przelotu. Wtedy trupy padłych, zaoliwionych ptaków gromadzą się nieprzerwanym łańcuchem wzdłuż brzegu na przestrzeni kilku kilometrów. Tu znajdowałem niekiedy trupy bardzo rzadkich i interesujących faunistycznie gatunków.

Niebezpieczeństwo dla wszystkiego co żywe przedstawiają także niewielkie kałuże i jamy, gdzie gromadzą się wyrzucane z cystern ropne i mazutowe resztki. Położone są one zwykle wzdłuż linii kolejowych w pobliżu stacji. Do takich kałuż często przychodzą drobne gryzonie, ptaki, gady, owady, siadają na połyskującej powierzchni przelatujące mimo kaczki. W zimie 1955 np. w jednej z takich jam z mazutem koło stacji kolejowej Churdałany zarejestrowano mnóstwo padłych małych ptaszków i kilkadziesiąt kaczek różnych gatunków.

Wiosną 1974 podniesiono alarm w związku z ujawnieniem masowej śmiertelności ptaków wodnych w okolicy Baku. Pisał o tym O. Zejnalov. 23 km na zachód od miasta, na dwóch niewielkich jeziorkach, położonych przy linii kolejowej do Sumgajtu, stwierdzono wielką liczbę padłych kaczek, gęsi, łysiek i innych przelotnych i zimujących ptaków wodnych. Okazało się, że do obu tych jeziorek wyrzucano w ciągu szeregu lat m.in. wody używane do czyszczenia cystern należących do Ministerstwa Przemysłu Naftowego AzSRR. Ostatecznie w jeziorkach zebrano się wielka ilość ropy w wyniku czego padła wielka liczba wodnych ptaków, liczona w wielu tysiącach osobników. Na miejsce katastrofy przyjeżdżała specjalna komisja, zostały podliczone straty wyrządzone przyrodzie i wniesiono skargę przeciw winnym przestępstwa ludziom i organizacjom. Ten ostatni przykład dowodzi, że zaczęto przywiązywać wagę do ekologicznych problemów, jednak wiele jeszcze pozostało do zrobienia.

Problemy zanieczyszczeń mórz ropą naftową i materiałami ropopochodnymi występują na całym świecie i nie są związane, jak opisane wyżej, wyłącznie z terenami roponośnymi. Szczególne niebezpieczeństwo kryją w sobie tankowce, przewożące drogami morskimi ropę naftową. W przypadku katastrofy tankowca, co zdarza się dość często, ropa wylewa się na powierzchnię morza niekiedy w ilości kilkuset tysięcy ton, niszcząc wokół na dużej przestrzeni całe życie z dala od terenów roponośnych. W latach siedemdziesiątych awarie tankowców stały się znacznie częstsze, i doniesieniami o nich alarmowały środki masowego przekazu. Jedną z większych katastrof była np. awaria tankowca „Amok Kadis”, który rozbił się w roku 1968 u wybrzeży Bretanii. Do oceanu wylało się ok. 230 tysięcy ton ropy i zginęła ogromna liczba gnieźdzących się na wyspach ptaków.

Morze Czarne znajduje się w nieporównanie lepszych warunkach od Kaspijskiego, jeśli chodzi o czystość wód, choć i tu obserwuje się zjawisko zanieczyszczeń morza ropą i innymi produktami. Nie ma tu

przemysłu wydobywczego, a skażeniu w pierwszym rzędzie winne są tankowce, statki, motorówki i in. Niejednokrotnie widziałem umierające zaoliwione ptaki (kaczki, perkozy, mewy) i ich trupy na brzegu morza i w morzu w pobliżu brzegu koło Nowego Afonu, Suchumi, Soczi i innych miejscowości. O ginieciu ptaków z powodu skażeń ropą pisał V.S. Ochapovskij, według którego na Morzu Czarnym najwięcej ginie nawałników, a dalej perkozów dwuczubych i nurów czarnoszyich. Trupy ich Ochapovskij nierzadko znajdował na brzegu morza od Gelendżika do Diwnomorskoje.

Trzeba przyjąć, że w obecnych czasach dominującą rolę w zanieczyszczeniu wód ropą gra człowiek poprzez swoją, często nieodpowiedzialną działalność. Na tym tle rola naturalnych wycieków ropy jest nie-

istotna. Intensywność wydobycia ropy stale wzrasta i ogarnia coraz to nowe i nowe rejony kuli ziemskiej. Tym samym wzrasta też zagrożenie skażeniem. Konieczne są więc pilne działania w kierunku ustanowienia srogich praw, dotyczących wydobycia ropy bez najmniejszych strat przy wydobyciu, w przeróbce i w transporcie. Jest to konieczne dla ekologicznej pomysłowości tak samego człowieka, jak i świata organicznego, który ma takie samo prawo bytowania na naszej planecie jak i człowiek.

Wpłynęło 6 II 1997

Mikołaj Burczak-Abramowicz [N.I. Burchak-Abramovich], doktor nauk biologicznych, emerytowany pracownik naukowy Instytutu Paleobiologii Gruzińskiej Akademii Nauk, jest znanym na świecie paleontologiem polskiego pochodzenia

JERZY KULCZYCKI (Warszawa)

BORELIOZA Z LYME — CHOROBA PRZENOSZONA PRZEZ KLESZCZE

Od ok. 100 lat wiadomo, że kleszcze mogą przenosić zarazki powodujące zapalenie mózgu. Rozwój mikrobiologii pozwolił z czasem na bliższe poznanie tych zarazków i stwierdzenie, że są to wirusy należące do różnych podtypów grupy Casals B. O możliwości szerzenia się tą drogą infekcji innych niż wirusowe (np. tularemia, gorączka Q) niekiedy wspomniano, ale wydawało się, że są to sprawy rzadkie. Dopiero w latach 1974-75 miały miejsce wydarzenia, które doprowadziły do wykrycia bardzo, jak się potem okazało, szeroko rozpowszechnionej choroby bakteryjnej roznoszonej przez kleszcze. Początek tej historii stanowiła interwencja kilku mieszkanki małej miejscowości Old Lyme, położonej wśród lasów w południowej części stanu Connecticut, w sprawie bardzo często występującego w tej okolicy zapalenia stawów u dzieci. Zwrócenie przez matki uwagi na to niepokojące zjawisko skłoniło władze sanitarne do przeprowadzenia badań epidemiologicznych na niewielką zresztą skalę. Wkrótce dokonano ustaleń, z których wynikało, że u dzieci z chorobą stawów często obserwowano wcześniej długo utrzymujące się zmiany skórne o typie tzw. rumienia wędrującego, a rumień ten z kolei zjawiał się na skórze najczęściej w pobliżu miejsca, w którym uprzednio doszło do ukłucia przez kleszcza. Po tych odkryciach pojawiła się oczywista potrzeba przebadania kleszczy w okolicach Old Lyme. Dokonał tego w r. 1981 zoolog Willy Burgdorfer. Wyprawił się do lasu i zebrał ok. 70 kleszczy, które następnie sekcjonował i badał pod mikroskopem. W efekcie tych badań wykrył, że w przewodzie pokarmowym części badanych stawonogów znajdują się krętki, zidentyfikowane następnie jako należące do gatunku borelii. Wprowadzenie tych krętków podskórnie szczurom powodowało zmiany skórne o typie zbliżonym do rumienia, a badanie histologiczne tych zmian ujawniło w nich duże ilości krętków. W dalszych badaniach określono dokładnie charakterystyczne cechy tych krętków (po kilku la-

tach nadano im nazwę *Borrelia burgdorferi*) i ustalono, że są one czynnikiem etiologicznym występującej w wielu krajach i na różnych kontynentach wielonarządowej choroby u ludzi, nazwanej ogólnie boreliozą.

Biologicznym rezerwuarem borelii Burgdorfera są zwierzęta leśne... jelenie, sarny, a również małe gryzonie i ptaki. Nie tylko jednak dzikie zwierzęta mogą być zakażone borelią. Badania nad obecnością swoistych przeciwciał we krwi różnych zwierząt wykazały, w badaniach przeprowadzonych w Bułgarii i w Niemczech, wysoko dodatnie wyniki u 23% małych gryzoni, 78% jeleni, 17% dzików, ale również u 60% psów (częściej myśliwskich niż podwórzowych), 39% owiec, 53% kóz i 41% krów. Tzw. wektorem, to jest czynnikiem przenoszącym krętka z jednego zwierzęta na inne, a również na człowieka są kleszcze. W USA są to najczęściej kleszcze gatunku *Ixodes dammini* w stanach wschodnich lub rzadziej *Ixodes pacificus* — głównie na zachodzie kraju. W Europie rolę tę przypisuje się przede wszystkim kleszczowi *Ixodes ricinus*.

Do układu pokarmowego kleszczy krętka dostają się oczywiście z krwią zakażonych zwierząt. Z pewnością tu się rozmnażają, ponieważ w jelicie młodej formy kleszcza — nimfy — znajdowano niejednokrotnie powyżej 50 tysięcy krętków. Już Burgdorfer zwrócił uwagę na to, że krętka znajdują się niemal wyłącznie w ostatnich odcinkach jelita kleszczy. W chwili ukłucia skóry zwierzęcia lub człowieka szanse na zakażenie nimi żywiciela są więc raczej niewielkie. Tłumaczy to, jak się wydaje, częste obserwacje rozwijania się zakażenia borelią dopiero po dłuższym czasie pasożytowania kleszcza na skórze. Pewne jest, że po 24 godzinach żerowania zakażonego krętkami kleszcza prawdopodobieństwo przeniesienia infekcji jest znacznie wyższe, niż w przypadku zlikwidowania go w ciągu pierwszej godziny. Istnieje pogląd, że do zakażenia gospodarza dochodzi wówczas, gdy opity krwią kleszcz wymiotuje. Zaleca się więc, aby zauważonego na skórze kleszcza usuwać jak najszybciej.

ciej, ale ostrożnie, unikając jego uszkodzenia i poplamienia krwią skóry w okolicy ranki.

Odsetek kleszczy zakażonych borelią jest oceniany różnie w poszczególnych krajach. Np. w różnych okolicach Niemiec odsetek ten waha się od 3 do 34, w zachodniej części USA — 3-5%, a w stanach wschodnich — 25-50%. Różnice w tych wynikach zależą od szeregu czynników, m.in. od przeważającego w danej okolicy gatunku kleszczy, stopnia zalesienia, ilości zwierząt w lasach, a również pory roku, w której przeprowadzono badania.

Infekcja krętkiem *Borrelia burgdorferi* u człowieka przebiega zwykle w kilku fazach. Jeśli choroba nie jest wcześniej leczona, można wyróżnić w niej trzy stadia:

Stadium I. Po kilku-kilkunastu dniach od chwili ugryzienia przez kleszcza pojawia się na skórze, najczęściej w okolicy tego ukłucia, czerwona plama — rumień — stopniowo zwiększająca swoje wymiary. Należy tu jednak dodać, że część osób z tą zmianą skórną (ok. 30%) nie przypomina sobie ugryzienia przez kleszcza. W centralnej części powiększającego się rumienia można w krótkim czasie zaobserwować zblednięcie skóry do normalnego zabarwienia. Jeśli rumień nie zniknie w ogóle, co może się zdarzyć nawet bez leczenia, po 4-5 tygodniach przybiera on postać cienkiego, różowego rąbka, ustawicznie oddalającego się od normalnie wyglądającej okolicy, w której się pojawił. Ten typ zmiany skórnej znany był już od dawna dermatologom jako rumień wędrujący (*erythema migrans*) i leczono go z powodzeniem (ex iuvantibus — bez pełnej wiedzy o jego pochodzeniu) antybiotykami, przede wszystkim penicyliną. Rumieniowi wędrującemu nie towarzyszą zwykle żadne poważniejsze dolegliwości miejscowe, co najwyżej pieczenie lub swędzenie skóry, ale u części osób występują bóle głowy, mięśni, niekiedy stawów. Ponieważ rumień jest zwykle związany z miejscem ugryzienia przez kleszcza, zjawia się on najczęściej w miejscach nie osłoniętych przez odzież. W badaniach szwedzkich występował u dzieci głównie na głowie i twarzy, u dorosłych na nogach. W polskich badaniach, z rejonu Bieszczad, u dzieci najczęstszą lokalizacją były kończyny dolne, co jest zapewne związane z noszeniem na wycieczkach krótkich spodenek.

Jak wspomniano, rumień może zniknąć samoistnie. Zastosowanie antybiotyków (penicyliny, erytromycyny lub innych) skraca okres jego trwania do kilku-kilkunastu dni. Nie leczony może utrzymywać się długo, w związku z czym obecna jego nazwa brzmi: rumień wędrujący przewlekły (*erythema chronicum migrans*). Z badań prowadzonych w różnych ośrodkach wynika, że rumień nie został zauważony przez 25 do 30% chorych (być może, że w ogóle nie wystąpił).

Stadium II boreliozy rozwija się w części przypadków po kilku tygodniach od chwili ugryzienia przez kleszcza. Na skórze może pojawić się sinawy guzek (niekiedy kilka guzków) zawierający masywny naciek komórek limfatycznych. Nazwano go niezłśliwym chłoniakiem skóry (*lymphoma cutis benigna* lub *lymphadenosis benigna cutis*) ponieważ, mimo obrazu histologicznego przypominającego chłoniaki złośliwe, nie ma on charakteru nowotworowego.

W tym stadium choroby na pierwszy plan wysuwają się zwykle objawy zajęcia układu nerwowego.

Ujmuje się je często pod nazwą „neuroboreliozy”. Są to najczęściej uszkodzenia (zapalne) nerwów czaszkowych, głównie nerwu twarzowego (widoczne pod postacią porażenia mięśni twarzy po jednej lub po obu stronach), ale również i pozostałych nerwów, między innymi zaopatrujących mięśnie poruszające gałkami ocznymi. Uszkodzeniu mogą ulec także różne nerwy obwodowe w obrębie tułowia i kończyn. Zajęcie tych nerwów nie ogranicza się do powodowania niedowładów, ale może być niekiedy przyczyną silnych bólów i nieprawidłowych doznań czuciowych (parestezji) o różnej lokalizacji. Opisanym zmianom neurologicznym mogą towarzyszyć objawy podrażnienia opon mózgowo-rdzeniowych, rzadko jednak rozwija się pełny obraz zapalenia opon. W Europie zespół uszkodzenia nerwów czaszkowych, a szczególnie nerwu twarzowego, połączony z bólami korzeniowymi i nerwobólami obwodowymi oraz wzrostem liczby komórek w płynie mózgowo-rdzeniowym, został opisany w początku lat czterdziestych przez Bannwartha i był uważany do niedawna za chorobę najprawdopodobniej wirusową. Obecnie nie ma już wątpliwości, że występuje on w przebiegu boreliozy. Wyliczone tu objawy neurologiczne tej infekcji są dalekie od wyczerpania wszystkich jej możliwości. Osoby, u których rozpoznanie to nie budzi wątpliwości, skarżą się często na zawroty i bóle głowy oraz zaburzenia równowagi, miewają trudności z pamięcią i koncentracją uwagi. Część z tych objawów mogłaby być traktowana jako przejawy neurastenii, jednak często ustępują one po podaniu antybiotyków działających na krętka.

W drugim stadium boreliozy mogą pojawić się poza tym różne dolegliwości krążenia, jako wynik zmian zapalnych mięśnia sercowego; częściej jednak rozwija się przewlekłe zapalenie stawów. Wielokrotnie wypowiadano pogląd, że borelioza w USA częściej wywołuje zmiany stawowe, a w Europie — neurologiczne. Sprawa ta nie jest jednak jeszcze ostatecznie rozstrzygnięta.

W III stadium choroby obserwuje się zarówno zmiany neurologiczne, jak i stawowe. Ich charakter jest przewlekły; mogą się one ciągnąć latami. Przewlekające się uszkodzenia nerwów obwodowych prowadzą m.in. do troficznych zmian skórnych, które cechuje zcieńczenie i zmiana barwy skóry (staje się ona sino-brązowa), zwykle na stopach, podudziach, przedramionach i rękach (acrodermatitis chronica atrophicans). Długo trwający proces zapalny w ośrodkowym układzie nerwowym może być przyczyną postępującego otępienia i niedowładów kończyn pochodzenia mózgowego lub rdzeniowego. Objawy te mogą sugerować inne, fałszywe rozpoznanie neurologiczne. Znane są przypadki, w których po latach leczenia z powodu rzekomego stwardnienia rozsianego, wykryto w końcu neuroborelioze. Zarówno teoretyczna, jak i czysto kliniczna ocena zależności między tymi dwoma procesami nie jest łatwa, ponieważ w przypadkach późnej boreliozy może się rozwinać obraz wieloogniskowego uszkodzenia istoty białej mózgu, bardzo zbliżony do zmian znajdujących u chorych ze stwardnieniem rozsianym. Ostatnio coraz częściej widzimy konieczność prowadzenia, nawet w

przypadkach wczesnych, różnicowania między tymi dwiema chorobami.

Wśród badań laboratoryjnych, które mają największą wartość w rozpoznawaniu tej infekcji, należy wymienić wykrywanie we krwi i/lub w płynie mózgowo-rdzeniowym przeciwciał skierowanych przeciw antygenom *Borrelia burgdorferi*. Obecnie rutynowo wykonuje się to badanie testem immunoenzymatycznym ELISA. Przeciwciała te pojawiają się na ogół dopiero na początku drugiej fazy choroby, a więc ujemny wynik badania u osoby z typowym rumieniem wędrującym nie może być podstawą do odrzucenia rozpoznania boreliozy. Wręcz przeciwnie, w sytuacji takiej jest wskazanie do leczenia antybiotykami. Zwykle po kilku tygodniach od ugryzienia przez kleszcza pojawiają się przeciwciała swoiste w grupie immunoglobulin M (IgM), a po następnych 2-3 tygodniach w grupie IgG, znane są jednak przypadki, w których odpowiedź immunologiczna przychodzi z większym opóźnieniem. Istnieje jeszcze kilka innych metod wykrywania tych przeciwciał. Stosuje się je najczęściej w przypadkach wątpliwych. W niektórych, wyjątkowo nastawionych na diagnostykę boreliozy pracowniach mikrobiologicznych opanowano trudną metodę identyfikowania krętków w surowicy lub płynie mózgowo-rdzeniowym i prowadzenia ich hodowli.

Ostatecznym dowodem rozpoznania rodzaju krętków jest dodatni wynik testu PCR, w którym identyfikuje się w pełni swoiste ich kwas desoksorybonukleinowy (DNA). Inne metody diagnostyki klinicznej mają znaczenie pomocnicze. Warto jedynie jeszcze wspomnieć o występujących niekiedy w przypadkach boreliozy fałszywie dodatnich odczynach kiłowych. Wynika to z pokrewieństwa obu rodzajów krętków i związanym z tym podobieństwem niektórych ich antygenów. Po zastosowaniu bardziej swoistych testów w kierunku kiły można tę sytuację wyjaśnić.

Gdy przed dwudziestoma laty pojawiły się pierwsze doniesienia o chorobie z Lyme, uznano to odkrycie za interesujące, ale mało kto zdawał sobie sprawę z tego, że krętkowica ta jest schorzeniem o bardzo szerokim zasięgu geograficznym, niezwykle złożonej wczesnej i później symptomatologii, niezwykle opornym na dzia-

łania profilaktyczne. Obecnie, po latach badań wiemy, że choroba ta występuje w kilkudziesięciu krajach strefy umiarkowanej, począwszy od USA i skończywszy na Japonii. Jest też znana na półkuli południowej (w Australii). W bardzo nielicznych krajach przypadki zachorowań podlegają zgłaszaniu (w Europie, jak się wydaje, tylko w Bułgarii), w związku z czym dane o zapadalności są bardzo niekompletne, niekiedy tylko szacunkowe, bądź dotyczące małych rejonów lub niektórych jedynie grup ludności, np. pracowników służby leśnej. W USA, gdzie choroba ta podlega obowiązkowi zgłaszania, zarejestrowano w r. 1994 więcej niż 13 tysięcy nowych przypadków. Warto tu wspomnieć, że w okolicy Old Lyme zapadalność, mimo pełnej świadomości społeczeństwa o stałym zagrożeniu, jest nadal wysoka (powyżej 10% wszystkich zachorowań w kraju). We Francji ocenia się roczną zapadalność na 16,5 na 100 000 osób, a w regionach większego ryzyka na 40/100 000. W Austrii istnieją duże różnice w zapadalności pomiędzy poszczególnymi rejonami kraju, ogólnie jest wysoka: od 100 do 350 zachorowań na 100 000 osób rocznie. Bardzo szczegółowe badania epidemiologiczne przeprowadzono ostatnio w południowej Szwecji. Zapadalność roczną oceniono na 69 na 100 000. Autorzy tego opracowania są jednak przekonani, że dane ich są zaniżone, ponieważ wielu ludzi z rumieniem wędrującym przyjmuje od początku antybiotyki, niekiedy za poradą lekarza ogólnego, i nie dociera do specjalistów. W Rosji szacuje się, że ok. 10 do 12 tys. ludzi zgłasza się z objawami boreliozy do lekarzy w ciągu roku. W Polsce przeprowadzono w ciągu ostatnich trzech lat pierwszą próbę oceny liczby przypadków z rumieniem wędrującym, u których pojawiły się objawy neuroboreliozy. Badanie prowadzono w południowo-wschodniej części kraju i w krótkim czasie potwierdzono boreliozę u ok. 80 osób. Z badań tych wynika, między innymi, że w wielu przypadkach choroba przebiega bardzo łagodnie, objawy cofają się po antybiotykoterapii i chorzy nie widzą potrzeby dalszego zasięgnięcia porady lekarza-neurologa.

Wpłynęło 4 IV 1997

Prof. dr hab. Jerzy Kulczycki jest kierownikiem I Kliniki Neurologicznej Instytutu Psychiatrii i Neurologii w Warszawie

ADAM SZARY (Kraków)

ZWAŁOWISKA ELEKTROWNI — PUSTYNIE PRZEMYSŁOWE CZY ENKLAWY PRZYRODY?

Odpady z elektrowni

Polska energetyka aż w 95 % bazuje na węglu. Ciągłe aktualny jest więc problem zagospodarowania uciążliwych odpadów spalania tego surowca. Odbija się to na krajobrazie terenów uprzemysłowionych w postaci narastających zwałowisk popiołów i żużli. Dawną metodą pozbywania się z elektrowni odpadów było wywożenie ich ciężarówkami lub taśmociągami „na sucho”, wskutek czego rosły hałdy stożkowate. Obecnie,

kiedy technologia spalania węgla daje głównie odpad o granulacji pyłowej (popioły lotne), koniecznością stało się deponowanie go metodą hydrauliczną.

Wadą składowania „na mokro” jest zajmowanie przez odpady znacznie większej powierzchni, a woda używana do sporządzania pulpy (zawiesiny popiołu wymieszanego z wodą) pobierana jest często z silnie zanieczyszczonych rzek, co przy nieszczelności dna osadnika może być powodem mineralizacji okolicznych cieków gruntowych — głównie węglanami,

siarczaniem i chlorkami. Osuszane kwatery są podczas silniejszego wiatru źródłem pyłowych zamieci, niosących znaczne ilości **metali ciężkich** (szczególnie ołowiu i kadmu) oraz **tlenków metali**: glinu, żelaza, wapnia, magnezu i potasu.

Funkcjonowanie składowisk popiołowych oraz kształtującą się na nich sytuację przyrodniczą opiszę na przykładzie dwóch elektrowni — „Łaziska” i „Jaworzno III” (woj. katowickie). Pierwsza z nich depouzuje odpady w Orzeszu, druga — w Mysłowicach*. Obydwie mają charakter nadpoziomowy, lecz wyraźną strukturę tarasową (ryc. 1), typową dla tego rodzaju osadników, obserwować można tylko w Orzeszu.

Pulpa doprowadzana jest systemem rurociągów do naprzemiennie użytkowanych kwater (basenów), odgradzonych od siebie groblami. Zawartość wypełnionej kwatery pozostawiona jest do sedymentacji, w trakcie której wodę zbierają kanały drenażowe i rów okalający składowisko. Jednocześnie podwyższane są obwałowania osuszanego basenu, co daje w rezultacie kolejny taras na obrzeżach zewnętrznych. W tym czasie pulpa wylewana jest do kwatery sąsiedniej. Oczywiście, warunki wegetacyjne w obrębie całego zwał (w zależności czy będzie to strefa osadnika, korona wałów, poszczególne tarasy, czy też podstawa przyrowie) są dosyć zróżnicowane.

Rekultywacja zwałowisk

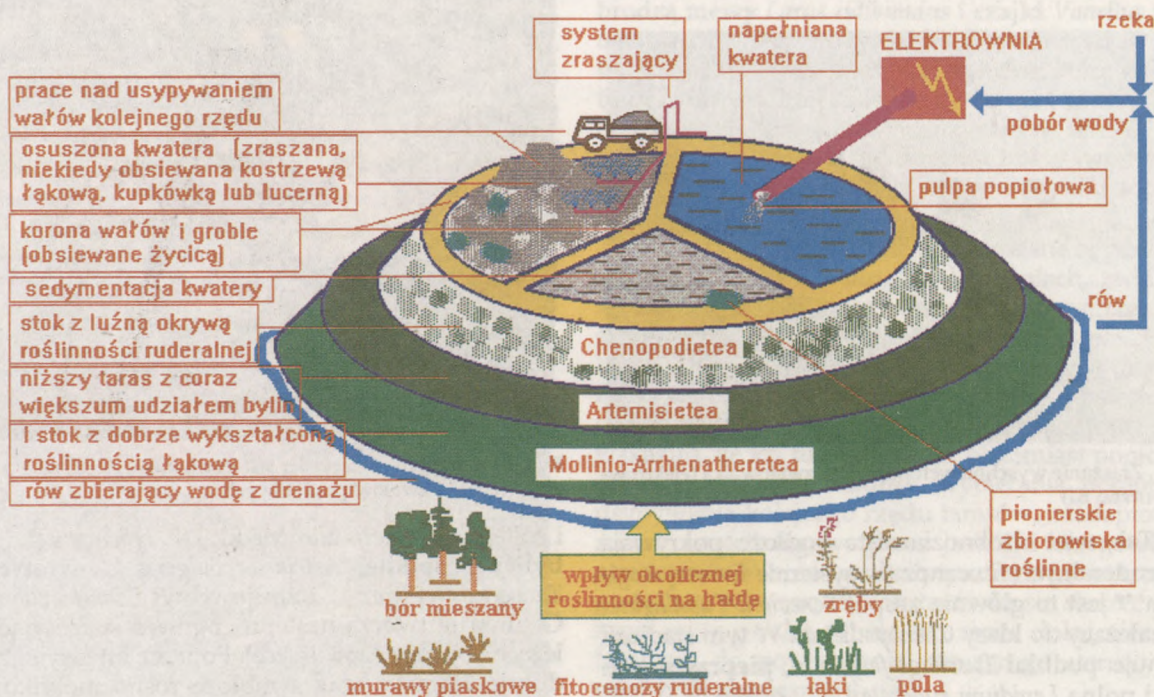
Niestabilność i podatność popiołu na wywiewanie stanowi nie tylko uciążliwość dla ludności zamieszkującej okolicę, ale jest również poważną barierą dla roślin. Aby skutecznie ograniczyć pylenie odpadów, sto-

suje się system zraszający górne tarasy, wskutek czego korona wałów i suche platformy osadnika bardzo szybko pokrywają się bujną zielenią. Podłoże luźnego jeszcze popiołu, pozbawionego substancji organicznej, nawożone jest osadami z oczyszczalni ścieków. Nagą powierzchnię obsiewa się roślinami odpornymi na panujące tu warunki (zasadowy odczyn i skład chemiczny podłoża — drastycznie odbiegający od naturalnego składu gleb, brak azotu, duże wahania wilgotności i temperatury, pył zatykający aparaty szparkowe).

Do najczęściej stosowanych w rekultywacji gatunków** należą: **życica trwała** i **wielokwiatowa** *Lolium perenne* L. i *L. multiflorum* Lam., **kupkówka** *Dactylis glomerata* L., **kostrzewa łąkowa** *Festuca pratensis* Huds. i **lucerna siewna** *Medicago sativa* L. Starsze, wyłączone spod eksploatacji fragmenty są często zadrzewiane. Wiele sadzonek krzewów i drzew zamiera, nie wytrzymując szoku środowiskowego. Do najodporniejszych należą: **robinia** *Robinia pseudacacia* L., **karagana** *Caragana arborescens* Lam., **rokitnik** *Hippophae rhamnoides* L. i **oliwnik** *Elaeagnus angustifolia* L. Jednakże istotną rolę w formowaniu szaty roślinnej składowiska spełniają nie tylko gatunki wprowadzane drogą rekultywacji, ale także spontanicznie obsiewające się rośliny, pochodzące z okolicznych pól, łąk, muraw i lasów, a przede wszystkim ze zbiorowisk ruderalnych.

Sukcesja roślinności

Pionierskim ogniwem wiążącym luźny popiół jest tu mech występujący pospolicie na pogorzeliach — **zębóróg purpurowy** *Ceratodon purpureus* Brid. oraz gatunki inicjalnej roślinności erodowanych glin i zwi-



Ryc. 1. Schemat zwałowiska popiołów (w poszczególnych jego piętrach zaznaczono dominujące klasy roślinności)

* Składowisko elektrowni „Jaworzno III” w Mysłowicach zostało już wyłączone z eksploatacji i poddane kompleksowej rekultywacji.

** Nazewnictwo gatunków przyjęto za: *Vascular plants of Poland* Mirek Z., Piękoś-Mirek H., Zając A.M. 1995, Polish Botanical Studies, Guidebook Series No. 15.



Ryc. 2. Tarasowa struktura składowiska popiołów elektrowni Łaziska



Ryc. 5. Korona zwałowiska w Orzeszu (elektrownia Łaziska) – powierzchnię luźnego popiołu utrwalono uprawą żywicy trwałej i wielokwiatowej



Ryc. 3. Osadnik z pulpą pozostawioną swobodnej sedimentacji i osuszaniu (na zdjęciu rura spustowa oraz kupkówka i przypadkowo rozsiany słonecznik)



Ryc. 4. Zraszanie wyschniętych popiołów zwałowiska (elektrownia Jaworzno III)

rów. Tak więc drobnoziarniste podłoże pokrywają płaty ruderalnych fitocenoz (w systemie fitytosocjologicznym*** jest to głównie zespół *Senecioni-Tussilaginetum*, należący do klasy *Chenopodietea*). W tym stadium dominuje: **podbiał** *Tussilago farfara* L., **pieprzyc** *gruzowa* i **polna** *Lepidium ruderales* L., *L. campestris* [L.] R. Br. oraz **starzec** *lepek* *Senecio viscosus* L. Pod wylotem rury, gdzie gromadzi się materiał gruboziarnisty, obficie występuje niepozorne **przymiotno kanadyjskie** *Conyza canadensis* [L.] Cronquist, które z czasem ustępuje miejsca wysokim bylinom: **nostrzykowi** *białemu*



Ryc. 6. Karagana syberyjska jest gatunkiem, doskonale znoszącym warunki zwałów popiołowych

i żółtemu *Melilotus alba* Medik., *M. officinalis* [L.] Pall., **bylicy** *pospolitej* *Artemisia vulgaris* L., **wrotyczowi** *Tanacetum vulgare* L. i **zmijowcowi** *Echium vulgare* L. Gatunki te tworzą następne ogniwo sukcesyjne (należące do klasy *Artemisietea*). Poprzez intensywną produkcję biomasy oraz symbiozę roślin motylkowych z bakteriami azotowymi podłoże wzbogacone zostaje w szczególnie tutaj pożądaną azot. Jednocześnie obserwuje się wzrastający udział gatunków łąkowych

*** System fitytosocjologiczny zastosowano wg Przewodnika do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski (Matuszkiewicz, PWN 1984).

(klasa *Molinio-Arrhenatheretea*): **koniczyny łąkowej** *Trifolium pratense* L., **śmiałka darniowego** *Deschampsia caespitosa* [L.] P. Beauv., **komonicy zwyczajnej** *Lotus corniculatus* L., **tymotki łąkowej** *Phleum pratense* L., **babki lancetowatej** *Plantago lanceolata* L., **kupkówki** *Dactylis glomerata* L., **krwawnika** *Achillea millefolium* L. i wielu innych. W ten sposób dochodzi do wykształcenia zwartej darni, okrywającej obfitą zielenią całą powierzchnię popiołu.

Gdy powierzchnię odpadów pokrywa już odpowiednia warstwa nagromadzonej gleby, rozpoczyna się inwazja roślinności naturalnej, sąsiadującej z hałdami. Pobliskie murawy piaskowe odbijają się na zwałowisku lokalną obecnością flory psammofilnej (z klasy *Sedo-Scleranthetea*): **szcotlichy siwej** *Corynephorus canescens* [L.] P. Beauv., **kostrzewy owczej** *Festuca ovina* L., **jastrzębca kosmaczka** *Hieracium pilosella* L., **jasieńca piaskowego** *Jasione montana* L. i **szcawiu polnego** *Rumex acetosella* L. W miejscach, gdzie popiół przemieszano z piaskiem, wykształciły się płaty tych muraw w postaci zespołu *Diantho-Armerietum* z udziałem gatunków tworzących jego nazwę: **goździka kropkowanego** *Dianthus deltoides* L. i **zawciągu pospolitego** *Armeria maritima* subsp. *elongata* [Hoffm.] Bonnier. Miejscami zauważalny jest też wpływ boru mieszanego *Quercus roboris*-Pinetum: siewki drzew, m.in. **brzozy brodawkowatej** *Betula pendula* Roth, **osiki** *Populus tremula* L., **sosny** *Pinus sylvestris* L., *P. banksiana* Lamb. i **wierzby iwy** *Salix caprea* L. tworzą z czasem zaroślowe enklawy cienia. Nietety, gatunki runa leśnego — z natury przywiązane do kwaśnego podłoża — nie mogą przełamać bariery, którą stanowi alkaliczny odczyn popiołów (pH = 8,5). W rezultacie więc powstałe zagajniki kryją pod swym okapem gatunki łąkowe — głównie **mietlicę pospolitą** *Agrostis capillaris* L. oraz ruderalne (wcześniej wymienione) lub zrębowe — **trzcinnik piaskowy** *Calamagrostis epigejos* [L.] Roth i **wierzbówkę kiprzącą** *Chamaenerion angustifolium* [L.] Scop. Należy zaznaczyć, że trzcinnik piaskowy tworzy na zwałowisku elektrownianym rozproszone, niewielkie wysepki, podczas gdy na sąsiednich hałdach pogórnich wychodzi w rozległych łanach. Podobnie roślinność leśna wchodzi tam o wiele łatwiej. Ilustruje to indywidualny szlak sukcesji każdego typu hałdy, w zależności od specyfiki siedliskowej.



Ryc. 7. Mech zęboróg purpurowy jest pionierskim ogniwem roślinności kolonizującej hałdy popiołowe



Ryc. 8. Kolonia brzegówek w popiołowym urwisku osadnika (elektrownia Łaziska)

Opisaną tu w zarysie sukcesję rozpoczynają zwykle lekkonasienne rośliny rozprzestrzeniające się drogą anemochorii, czyli przenoszone przez wiatr, by z czasem ustępować miejsca trwałym i ekspansywnym bylinom. W dalszym etapie roślinność przybiera najczęściej charakter łąkowy. Tempo spontanicznego zadrzewiania się zwałów elektrownianych jest procesem bardzo powolnym, a o jego ewentualnym przyspieszeniu wyraźnie decydować może bliskość lasu.

Wkraczanie zwierząt na hałdy

W ślad za roślinnością nowy ład kolonizuje fauna. W bujnej plantacji lucerny (wysiewanej dla celów rekultywacji, aby wzbogacić podłoże w azot) znajdują smakowity popas **sarny** *Capreolus capreolus* i **zające** *Lepus capensis*. W płytkich zatokach osadnika często brodzą **mewy** *Larus ridibundus* i **czajki** *Vanellus vanellus*. Nad lustrem wody zaobserwowano także stado **kaczek krzyżówek** *Anas platyrhynchos*, które znalazły tu prawdopodobnie chwilową przystań w swych wędrówkach jesiennych. Wiosną zaś w strefie przybrzeżnej, w miejscach, gdzie spust pulpy tworzy błotniste zatoczki, pojawiły się młode **osobniki ropuchy szarej** *Bufo bufo*.

Kamieniste obwałowania penetrowane są przez **pliszkę siwą** *Motacilla alba*. Na kamieniach, zwłaszcza w upalne dni, spotkać można również wygrzewającą się w słońcu **jaszczurkę zwinkę** *Lacerta agilis*. Ponad koroną zwałowiska zauważyłem szybującą **pustułkę** *Falco tinnunculus*, która najwyraźniej patrolowała składowisko w poszukiwaniu **gryzoni**. Liczne norki wskazują, że ich tu nie brakuje. Natomiast popiołowe obrywy, powstałe wskutek wybierania popiołu do usypywania kolejnego rzędu tarasów, zaadaptowane zostały na cele lęgowe przez **jaskółki brzegówki** *Riparia riparia*. Wbrew apokaliptycznej wizji otaczającego świata, z lęgowych korytarzy da się słyszeć pełen życia gwar piskląt. Obraz ten może dolać nieco optymizmu do powszechnie panującego stereotypu o pustylnym panoramie hałd.

Odpady dzisiaj i jutro

Spoglądając wstecz na czasy rabunkowej eksploatacji kopalin, kiedy to szare usypiska rosły jak grzyby po

deszczu, a ochrona środowiska była tylko pojęciem propagandowym, warto zauważyć efekty dotychczasowych starań o renaturalizację zniszczonego krajobrazu. Współcześnie pojmowana rekultywacja wykorzystuje potencjał regeneracyjny natury poprzez utwardzenie sypkiego podłoża roślinami mało wymagającymi, możliwie szybko się rozprzestrzeniającymi i tworzącymi zwartą darni — są to trawy i rośliny motylkowate, które najsukuteczniej powstrzymują erozję gruntu, a jednocześnie tworzą inicjalną warstwę gleby. Dla przyspieszenia procesów sukcesyjnych powierzchnię popiołu pokrywa się środkami błonotwórczymi (czasem emulsją asfaltową lub melasą, pod którymi siewki mogą łatwiej się zakorzenić. Podpatrywanie spontanicznego rozwoju roślinności pozwoliło zminimalizować nakłady na rekultywację do zabiegów wyłącznie efektywnych — odchodzi się więc coraz częściej od przykrywania zwałów warstwą gleby (co po rozwinięciu się systemu korzeniowego narażało rośliny na szok). Rezygnuje się z intensywnego zadrzewiania, ograniczając je generalnie do izolacyjnego pasa drzew i krzewów wokół składowiska. Zalesianie zwału pozostawia się powolnemu procesowi samoobsiewania się dendroflory. W docelowych etapach rekultywacji wykorzystuje się gatunki z otoczenia, aby wprowadzoną roślinność trwała możliwie najbardziej zharmonizować z naturalną szatą roślinną okolicy.

Ukształtowane przez odpowiednią rekultywację zwałowiska mogą posłużyć jako obiekt pod użytko-

wanie sportowo-rekreacyjne. Obiekt tym bardziej interesujący, że oryginalnie uformowany, w postaci tarasowo wzniesionego płaskowyzu. Na jego wierzcholinie, po zasypaniu osadnika i utwardzeniu jego powierzchni powstałaby rozległa, równa platforma, odpowiednia do założenia boiska, pola golfowego itp. Zadrzewiona strefa izolacyjna wraz z zaawansowanymi już wówczas w sukcesji najniższymi tarasami, stanowić będzie idealny parawan, tym razem działający jednak w odwrotnym kierunku — odgradzając zieloną hałdę od spalin i hałasu miasta. Tę optymistyczną wizję przyszłości można jeszcze wzmocnić prognozami, że dzisiejsze kłopotliwe odpady staną się jutro pożądanym surowcem w budownictwie (produkcja betonu), rolnictwie (nawozy mineralne), hutnictwie (zasypki do odlewów) i pożarnictwie (jako materiał gaśniczy). Najwięcej nadziei jednak daje zastosowanie popiołów w górnictwie (podsadzka do wypełniania starych wyrobisk, stosowana już na co raz większą skalę). Tak więc to co z Ziemi wyszło — choć już nie w tej samej postaci — ma szansę do niej wrócić, a zagospodarowane hałdy staną się nie tylko pomnikiem dawnej dewastacji, ale także zadziwiającym dowodem, że człowiek potrafi doskonale współdziałać z odtwórczymi siłami natury.

Wpłynęło 5 XII 1996

Mgr Adam Szary jest asystentem w Instytucie Ochrony Przyrody PAN w Krakowie

PROBLEMY ETYCZNE GENETYKI

ANDRZEJ JERZMANOWSKI (Warszawa)

ORGANIZMY TRANSGENICZNE I RÓWNOWAGA EKOLOGICZNA NA ZIEMI

Rozwojowi inżynierii genetycznej od samego początku towarzyszą obawy o bezpieczeństwo równowagi ekologicznej na Ziemi. Przyczyną tych obaw jest potencjalna możliwość wprowadzenia, przy okazji prowadzonych manipulacji genetycznych, takich zmian w genomach, które mogłyby spowodować wymknięcie się organizmów transgenicznych spod kontroli naturalnych czynników decydujących o równowadze między populacjami. Rozszerzenie zakresu gospodarzy w przypadku pasożytów, nowe drogi infekcji i rozprzestrzeniania się w przypadku patogenów — to tylko niektóre przykłady zmian, jakie mogłyby być konsekwencją przypadkowej lub świadomej modyfikacji genomów. Czy niebezpieczeństwo takie jest istotnie realne?

W chwili obecnej odpowiedź na to pytanie brzmi: nie. Jakie jest uzasadnienie takiej odpowiedzi? Stanowią je przede wszystkim wyniki analizy sekwencji całych genomów, dane dotyczące efektów fenotypowych genomów oraz dane dotyczące mutantów, w któ-

rych dokonano sterowanego wyłączenia ekspresji różnych genów.

Do dziś zsekwencjonowano w całości genomy bakterii należących do kilku odmiennych jednostek systematycznych oraz genom drożdży. Fragmentaryczne dane sekwencyjne dla przedstawicieli bezkręgowców (*Caenorhabditis* i *Drosophila*), roślin kwiatowych (*Arabidopsis*) i kręgowców (mysz i człowiek) pozwalają wiarygodnie oszacować całkowitą liczbę genów u tych organizmów. U dużych bakterii, jednokomórkowych eukariontów i bezkręgowców liczba genów kodujących białka waha się od ok. 6 do 14 tysięcy. U ssaków wynosi ona ok. 70 tysięcy. Obserwacja efektów fenotypowych u mutantów, w których metodami inżynierii genetycznej dokonano deaktywacji (ang. knock-out) genu, wskazuje, że na każde trzy geny tylko mutacja jednego ma efekt letalny. Proporcja ta utrzymuje się u przedstawicieli wszystkich badanych pod tym względem grup systematycznych. Sugeruje to po pierwsze, że w komórce występuje redundancja

w odniesieniu do bardzo wielu procesów molekularnych odpowiedzialnych za podstawową homeostazę, po drugie, że efekty dostosowawcze bardzo wielu genów objawiają się na subtelny poziomie i są niewykrywalne poza naturalnym środowiskiem organizmu. Obie te obserwacje świadczą, że funkcje i interakcje znacznej części genów w organizmach pro- i eukariotycznych mogą być związane z dostosowaniem do wymogów narzucanych przez zewnętrzną przestrzeń genową, w której poszczególne organizmy istnieją, innymi słowy z dostosowaniem do bytowania wśród zróżnicowanych populacji tworzących wspólnie mniejsze i większe ekosystemy.

Biorąc pod uwagę liczbę genów wchodzących w skład genomów, a także potwierdzony fakt pleiotropowości efektów większości genów należy uznać, że powyższe dostosowanie jest wynikiem istnienia bardzo złożonej sieci interakcji genowych. Ustalenie nowego stabilnego stanu równowagi w systemie o tym stopniu skomplikowania za pomocą pojedynczej ingerencji genowej wydaje się bardzo mało prawdopodobne.

Sytuacja ta może jednak ulec zmianie, gdy lepiej poznamy strukturę organizacyjną genomów, w szczegól-

ności, gdy będziemy w stanie określić podstawowe moduły genowe (zestawy genów) odpowiedzialne za główne funkcje komórek. Uzyskanie tej wiedzy stanie się możliwe dzięki stale rosnącej zawartości zintegrowanych baz danych i rozwojowi nowych technik informatycznych. Ingerencja w strukturę genomu oparta na tego rodzaju wiedzy może istotnie prowadzić do tworzenia organizmów (przede wszystkim organizmów prokariotycznych i wirusów) o nieprzewidywalnych właściwościach.

Główną konkluzją tego wystąpienia jest stwierdzenie, że o ile obecnie naruszenie równowagi ekologicznej wynikające z manipulacji genetycznych jest bardzo mało prawdopodobne, o tyle w przyszłości, w związku z gwałtownym rozwojem genomiki (nauki o sekwencjach całych genomów) i bioinformatyki, sytuacja wymagać będzie regularnego analizowania.

Wpłynęło 31 I 1997

Prof. dr Andrzej Jerzmanowski pracuje w Uniwersytecie Warszawskim i Instytucie Biochemii i Biofizyki PAN: Pracownia Biologii Molekularnej Roślin, Uniwersytet Warszawski/Instytut Biochemii i Biofizyki PAN

MAREK SANAK (Kraków)

GENETYKA CHOROÓB O ZASIĘGU SPOŁECZNYM

Paradoksem współczesnej medycyny jest olbrzymi wysiłek badawczy podjęty w celu poznania patologii molekularnej tych chorób, które rzadko występują w populacji. Stan zdrowia publicznego kształtowany jest przez choroby występujące często. Pytanie, czy postęp w diagnostyce oraz próby terapii chorób rzadkich, uwarunkowanych dziedzicznie, są pożądaną strategią rozwoju medycyny, wydaje się zatem uzasadnione. Przykłady chorób tego typu, fenyloketonurii i mukowiscydozy, pozwalają uogólnić pewne założenia badań w dziedzinie patologii molekularnej. Dla chorób częstych, o zasięgu społecznym, na przykład z kręgu miażdżycy, astmy oskrzelowej i nowotworów, podobne założenia mogą pozwolić na ocenę przyszłych wyników postępu w genetyce.

Fenyloketonuria i mukowiscydoza dziedziczą się klasycznie, monogenowo, zgodnie z prawami Mendla. Chorzy mają z reguły zdrowych rodziców, natomiast często (w 25%) u rodzeństwa chorego stwierdza się tę samą chorobę. Na mukowiscydozę w Polsce choruje około 0,4 promile, a na fenyloketonurię 0,12 promile populacji.

Defekt genetyczny w mukowiscydozie dotyczy białka regulatorowego, pełniącego funkcję kanału jonowego dla chlorków (CFTR), obecnego w błonie komórkowej. Najczęściej spotykaną mutacją jest delecja kodonu fenyloalaniny, w 508 pozycji polipeptydu. Mutacja ta powoduje nieprawidłowe fałdowanie syntezowanego białka, które jest następnie degradowane w siateczce endoplazmatycznej. U chorych na mukowiscydozę stwierdza się brak aktywności kanału

chlorkowego, a w mutacji F508 brak białka CFTR w błonie komórkowej. Obraz kliniczny choroby wynika z obecności nieprawidłowej, gęstej wydzieliny gruczołów śluzowych, będącej główną przyczyną uporczywych zakażeń dróg oddechowych. Przewaga tej właśnie mutacji (70% zmutowanych alleli) nad 40 innymi prowadzącymi do mukowiscydozy sugeruje korzyść ewolucyjną nosicielstwa jednego zmutowanego allela. Proponowane wyjaśnienia takiego stanu sugerują zwiększoną odporność nosicieli mutacji F508 (4% populacji) na zakażenia dróg oddechowych i mniejszą u nich częstość astmy oskrzelowej.

W fenyloketonurii mutacje prowadzą do utraty aktywności enzymatycznej hydroksylazy fenyloalaninowej. U homozygot już w wieku niemowlęcym nadmiar fenyloalaniny oraz wtórny niedobór tyrozyny i powstających z niej neuroprzekazników prowadzą do ciężkiego i nieodwracalnego uszkodzenia ośrodkowego układu nerwowego. Najczęstsza w polskiej populacji mutacja hydroksylazy fenyloalaninowej (R408W) charakteryzuje się w skali Europy pewnym gradientem występowania. Nie jest znana korzyść ewolucyjna wynikająca ze stanu nosicielstwa allela R408W, niemniej duża jego częstość wśród innych mutacji (58%) może pośrednio za nią przemawiać. Wymienione dwie choroby, chociaż o podobnej etiologii genetycznej, bardzo różnią się możliwościami ich leczenia. Dla chorych na fenyloketonurię produkowana jest cała gama preparatów o obniżonej zawartości fenyloalaniny. Dieta eliminacyjna jest wystarczającym środkiem terapeutycznym, gwarantującym prawidłowo-

wy rozwój i brak objawów chorobowych, mimo obecności wrodzonego bloku enzymatycznego. Efektywne leczenie, które powinno być podjęte w pierwszych tygodniach życia, jest również przyczyną badań wszystkich noworodków testem Guthrie w kierunku fenyloketonurii. Mukowiscydoza, chociaż trzykrotnie częstsza od fenyloketonurii, nie jest rozpoznawana na podstawie badań przesiewowych, lecz po wystąpieniu objawów klinicznych. Podejmowane w przeszłości próby badań przesiewowych w kierunku mukowiscydozy zostały zarzucone. Brak wdrożenia metod skринingowych wydaje się zależny bardziej od braku perspektywy terapeutycznej w mukowiscydozie niż od problemów laboratoryjnych jej wczesnej diagnostyki. Dotychczasowa poprawa rokowania w mukowiscydozie pozwoliła na 3-krotne przedłużenie życia chorych. Jest ona jedynie wynikiem lepszej antybiotykoterapii i nowocześniejszej fizykoterapii dróg oddechowych. Próby transfekcji komórek nabłonka oddechowego prawidłowym genem CFTR przynoszą zaledwie kilkunastodniową normalizację jego funkcji. Główną przeszkodą w terapii genowej mukowiscydozy jest brak funkcjonalnego odpowiednika komórek pnia w nabłonku oddechowym. Genetyczna interwencja może prowadzić do trwałego wyleczenia jedynie w przypadku trwałej modyfikacji rezerwuaru odnawianych i złuszcanych komórek.

Przedstawione choroby, jakkolwiek jedne z najczęstszych, uwarunkowanych genetycznie, mają znaczenie społeczne raczej ze względu na duży koszt leczenia. Choroby o zasięgu społecznym dotyczą co najmniej 1% społeczeństwa. Wśród nich wiodącą przyczyną zgonów są choroby układu krążenia (49%) i nowotwory (19%). Na choroby układu oddechowego przypada średnio 400, a na choroby układu krążenia 230 dni niezdolności do pracy rocznie na 100 zatrudnionych. Choroba niedokrwienna serca, miażdżyc naczyń krwionośnych, choroby nowotworowe i alergie w niektórych grupach wiekowych dotyczą przynajmniej co piątej osoby.

Duża częstość występowania chorób jest powodem licznych dywagacji nad ich etiologią. Często wiąże się te choroby z niekorzystnym wpływem środowiska, nieprawidłowym odżywianiem, nazywa się je nawet chorobami cywilizacyjnymi. Częściej spotyka się teorie zakaźne lub autoimmunizacyjne niż próby wythumaczenia zachorowań na te choroby odziedziczną skłonnością. Duża częstość populacyjna tych chorób w sposób paradoksalny stanowi przeszkodę w próbie matematycznej analizy ich modeli dziedziczenia. Dla jej przeprowadzenia konieczna jest bowiem pewność, że mamy do czynienia z jedną chorobą, oraz że jej fenotyp ma w większości przypadków podłoże genetyczne.

W chorobach narządu krążenia, takich jak miażdżyc naczyń i choroba niedokrwienna serca, wysiłek badawczy, zwłaszcza na poziomie podstawowych badań molekularnych, wydaje się niewspółmierny mały w stosunku do rozmiaru problemu. Zmniejszenie zachorowalności na choroby narządu krążenia o kilka procent pozwala zaoszczędzić dziesiątków tysięcy pobytów szpitalnych. Podstawową przeszkodą w re-

alizacji profilaktyki, nie mówiąc o identyfikacji osób szczególnie podatnych na rozwój chorób z kręgu miażdżycy, jest ich wieloczynnikowa etiologia. Czynniki genetyczne, jeśli są znane, dotyczą bardzo niewielkiego odsetka chorych. W ogromnym nurcie miażdżycy znane do niedawna były jedynie niewielkie dopływy. Wymienić wśród nich można wrodzone hypercholesterolemie spowodowane mutacjami receptora LDL. Przy skomplikowanym mechanizmie transportu cholesterolu i lipidów z wątroby do tkanek obwodowych zaburzenia powodujące odkładanie blaszek miażdżycowych w ścianie naczyń wystąpić mogą w wielu miejscach. Odkryciem ostatnich kilku lat jest znalezienie najważniejszej przyczyny, stwierdzonej w 25% przypadków miażdżycy. Zaburzenie biochemiczne u tych chorych polega na nieprawidłowej przemianie aminokwasów siarkowych. Podwyższony poziom homocysteiny we krwi najczęściej jest wynikiem wrodzonego defektu enzymatycznego skojarzonego z niedoborami witaminowymi. Termolabilny wariant enzymatyczny reduktazy metylenotetrahydrofolianu (MTHFR) jest stwierdzany nie tylko u wielu chorych z zawałem mięśnia sercowego lub udarami naczyniowymi mózgu. W niektórych populacjach nosicielstwo tej mutacji stwierdza się w ponad 30% przypadków. Proponowany model dziedziczenia dla miażdżycy naczyń nie jest nowością w genetyce populacyjnej. Dziedziczenie wieloczynnikowe, charakteryzujące się obecnością progów dla manifestacji fenotypowej od dawna stosowano w celu wyjaśnienia ryzyka ponownego wystąpienia pewnych wad wrodzonych w tych samych rodzinach. Dla takiego modelu dziedziczenia istotne jest poznanie podłoża genetycznego, związanego z obecnością nieprawidłowych alleli genetycznych. Składowa środowiskowa dziedziczenia wieloczynnikowego przyczynia się także do odmiennego, niż w zdrowej populacji, rozkładu cechy choroby. W chorobach narządu krążenia cechą taką może być ryzyko wystąpienia niedokrwienia mięśnia sercowego. Odmienność rozkładu ryzyka nie oznacza jeszcze wystąpienia choroby. W modelu wieloczynnikowym często na plan pierwszy w historii choroby pacjenta wysuwają się czynniki wyzwalające, takie jak zakażenia, stres, palenie tytoniu, wysiłek fizyczny.

Abstrakcyjne pojęcie puli genowej, dzięki odkryciom z ostatnich kilku lat, powoli materializuje się. Metodami biologii molekularnej można wykazać obecność zmutowanych alleli reduktazy metylenotetrahydrofolianowej, syntetazy cystationinowej, a także czynnika V układu krzepnięcia (czynnik Leiden). Zmiennymi środowiskowymi są: dieta, ze szczególnym uwzględnieniem podaży kwasu foliowego, witaminy B₁₂ i B₆, które są kofaktorami przemiany aminokwasów siarkowych, a także podaż tlenków cholesterolu oraz wymiataczy wolnych rodników. Inne czynniki ryzyka, takie jak palenie tytoniu, związane są z wtórnymi niedoborami witamin i antyoksydantów. Warto nadmienić o innym, specyficznym czynniku wyzwalającym, jakim jest zakażenie *Chlamydia pulmonis*. Antygeny tej bakterii wewnątrzkomórkowej są szczególnie często spotykane w śródściennych blaszkach miażdżycowych.

Stosunkowo niewielka, szacowana na ekwiwalent kosztów jednodniowego pobytu w szpitalu, cena badań genetycznych w kierunku mutacji przemawia za ich upowszechnieniem w formie badań przesiewowych. Ważnym argumentem jest możliwość efektywnej korekcji stwierdzanych zaburzeń metabolicznych. Badania, których celem jest precyzyjne ustalenie ryzyka chorób narządu krążenia związanego z obecnością mutacji, są dopiero prowadzone. Stanowią one przełom w etiopatogenezie miażdżycy, ponieważ dotyczą czynników niezależnych, o dużej wartości predykcji wystąpienia choroby. Zaangażowanie genetyki molekularnej w badania problemu o skali społecznej, zwłaszcza wobec zarzutów akademizmu stawianych tej stosunkowo nowej gałęzi medycyny, jest bardzo korzystne.

Atopia i astma oskrzelowa, które w większości przypadków są powiązane ze sobą, stanowią doskonały przykład chorób, o których od dawna wiadomo, że często (w około 70%) występują rodzinnie. Znany wszystkim klinicystom fakt odziedziczalności atopii i astmy bywa podawany jako powód nieuleczalnego charakteru tej skazy. Poprawne rozpoznania astmy stawiane są już w wieku wczesnodziecięcym. Duża odziedziczalność, choć niezbieżnie dowodząca genetycznego podłoża choroby, jest źródłem zakłopotania genetyków. Chorobę o tak dużej częstości powtórzenia w rodzinie można opisać regułami genetyki klasycznej jedynie przy założeniu, że jest populacyjnie częsta. Częstość taka powinna sięgać od 20 do 30%, co bywa potwierdzane dla nadreaktywności oskrzeli w testach prowokacji wziewnej, a dla atopii w testach śródskórnych. Różne ryzyko choroby u dzieci, w zależności od płci chorego rodzica, sugeruje obecność napiętnowania genetycznego. Zjawisko napiętnowania genetycznego dotychczas wykazano w nielicznych chorobach dziedzicznych przebiegających z opóźnieniem umysłowym. Badanie par rodzeństwa, często stosowane w poszukiwaniu sprzężeń genetycznych, daje w atopii i astmie wyniki niejednoznaczne. Najczęściej podejrzewany jest region receptora IgE o dużym powinowactwie ($Fc\epsilon RI-\beta$) na chromosomie 11, lub klaster genów na długim ramieniu piętego chromosomu. Wśród obecnych tam loci genowych znajdują się geny wielu cytokin (IL-3,4,5,13, GM-CSF2), a także receptory glukokortykoidowy, β_2 adrenergiczny i PDGF. W tym właśnie regionie chromosomowym w roku bieżącym odnaleziono locus genu kodującego syntetazę leukotrienu C4. Leukotrieny są tymi pochodnymi kwasu arachidonowego, które są odpowiedzialne za główne efekty skurczowe i prozapalne w astmie oskrzelowej. Wspólną cechą hipotez genetycznych, mających na celu wyjaśnienie etiologii astmy, jest obecność zewnętrznego czynnika wyzwalającego. Może nim być ekspozycja na alergen lub zakażenie wirusowe.

Identyfikacja osób zagrożonych rozwojem astmy oskrzelowej, czy też mających skłonność do atopii, w wieku dziecięcym otwiera szerokie perspektywy profilaktyki. Przy współczesnym postępie genetyki molekularnej i immunogenetyki zapobieganie wystąpieniu astmy oskrzelowej w sposób znaczący zmniejszyłoby koszty ponoszone w związku z absencją choro-

bową, leczeniem farmakologicznym i hospitalizacją około 10% populacji cierpiącej na tę chorobę.

Choroby nowotworowe, z punktu widzenia genetyki są szczególnymi mutacjami, dotyczącymi linii komórek somatycznych. Klony komórek nowotworowych charakteryzują się bardzo złożonymi zaburzeniami genetycznymi, od przemieszczeń fragmentów chromosomowych do utraty receptorów i zwielokrotnienia onkogenów włącznie. W oczach biologa rozwój choroby nowotworowej przypomina chybioną mikroewolucję, w której następuje ekspansja coraz agresywniej dzielących się komórek, pasożytujących na organizmie gospodarza. Genetyka nowotworów człowieka skoncentrowała główny wysiłek na badaniu mechanizmów odpowiedzialnych za pierwszy etap transformacji nowotworowej. Koncepcja protoonkogenów zakładała istnienie sekwencji DNA człowieka wspólnych dla wielu organizmów, w tym również wirusów. W latach osiemdziesiątych sądzono, że aktywacja protoonkogenów jest źródłem przemiany nowotworowej. Obok przemieszczeń i duplikacji wykazano ponadto utratę specyficznych, dla różnych rodzajów nowotworów, regionów chromosomowych. Na podstawie rzadkich przypadków nowotworów rodzinnych udowodniono następnie, że aktywacja i amplifikacja protoonkogenów bywa zjawiskiem wtórnym do utraty tak zwanych genów supresorowych nowotworów. Poznane funkcje niektórych genów supresorowych obejmują regulację cyklu komórkowego, najczęściej jego hamowanie, które pozwala dokonać naprawy uszkodzeń DNA (geny ATN, p53, ligazy). Inne geny supresorowe hamują aktywność protoonkogenów, weryfikują jakość replikacji DNA, biorą udział w transdukcji sygnału mitogenowego z receptorów powierzchniowych do wnętrza komórki. Ustalono przyczynę kilkudziesięciu procent rodzinnie występujących raków sutka i jajników. Są nią mutacje jednego z 3 genów (brca1, brca2 i ATN). Obserwacja ta skłoniła do poszukiwań tych mutacji w populacji ogólnej. Przy obecnej technologii poszukiwanie różnorodnych mutacji jest uzasadnione ekonomicznie jedynie w przypadku postaci rodzinnych choroby, ze względu na dużą *a priori* szansę ich odnalezienia. Pojawiają się jednak doniesienia o nowych technikach badawczych radykalnie obniżających koszt badania molekularnego. Jako szczególnie obiecujące należy wymienić posługiwanie się testem sprzężonej transkrypcji-translacji *in vitro*. W badaniu tym poszukuje się charakterystycznego skrócenia produktu białkowego (*protein truncation*) typowego dla wielu mutacji genu brca1. Inna z metod, zastosowana już w analizie genetycznej zmiennych regionów wirusa HIV, polega na użyciu matrycy oligonukleotydu. Dzięki precyzyjnie ustalonym parametrom hybrydizacji matryca taka pozwala na wykrycie dowolnej mutacji w jednym cyklu badania.

Pojawia się jednak pytanie, czy identyfikacja osób zagrożonych rozwojem choroby nowotworowej, nie w przypadku jej rodzinnego występowania, a w próbie populacji ogólnej, leży w interesie jednostki i społeczeństwa. Możliwości profilaktyki procesu nowotworowego ograniczone są obecnie do tak zwanej ogólnej profilaktyki. Jej zadaniem jest ograniczenie

ekspozycji na promieniowanie jonizujące, mitogeny i kancerogeny. Trudno o wyobrażenie sobie szczególnej profilaktyki, zaplanowanej dla nosicieli mutacji genów supresorowych nowotworów. Pozostaje zatem kwestia wczesnej diagnostyki choroby nowotworowej, w jej stadium przedrakowym, w którym interwencja chirurgiczna zawsze jest sukcesem terapeutycznym. W krajach o dobrze rozwiniętej opiece medycznej, dzięki właśnie tej metodzie zmniejszono zachorowalność na nowotwory. Szczególnie częste badania profilaktyczne mogą być chętnie akceptowane przez rodziny chorych z nowotworem. Czy zastosowanie ich u kobiety z przypadkowo wykrytą mutacją, która wskazuje nawet na 50% ryzyka zachorowania rozłożonego jednak w czasie na kilkadziesiąt lat, będzie równie mile widziane?

Wykazanie mutacji może stać się przyczyną kancerofobii i społecznej stygmatyzacji. Środowisko lekarskie, na podstawie wyników odpowiednich badań populacyjnych, powinno mieć decydujący głos w kształtowaniu opinii publicznej i udostępnianiu tego typu testów genetycznych.

Choroby o społecznie marginalnym znaczeniu, nie stwarzające problemów diagnostycznych i precyzyjnie osadzone na gruncie molekularnym, wytyczyły przed

ponad 10 laty kierunek badań medycznych zwany patologią molekularną. Poprawa jakości życia chorych i nowe kierunki profilaktyki są perspektywą dla dynamicznie rozwijających się w ostatnich 5 latach badań nad molekularnym podłożem miażdżycy, atopii, astmy oskrzelowej i nowotworów. Badania przesiewowe populacji ogólnej w celu wykazania obecności mutacji są pożądane w chorobach narządu krążenia i astmie oskrzelowej. Dla chorób tych już obecnie istnieją programy profilaktyki. Szansa znalezienia w najbliższej przyszłości środków zapobiegających występowaniu mutacji somatycznych, które są przyczyną nowotworzenia, jest mała. Badania molekularne konieczne są w rodzinie występujących nowotworach. Podobnie jak w mukowiscydozie, w chorobach nowotworowych terapia genowa jest na razie jedynie próbą ratowania chorego. Leczenie nowotworów oparte jest nadal na metodach konwencjonalnych chirurgii, radio- i chemioterapii. Akceptacja przesiewowych badań molekularnych dla ustalenia ryzyka wystąpienia nowotworu wymaga, poza przygotowaniem opinii społecznej, odkrycia nowych, lepszych metod profilaktyki.

Wpłynęło 31 I 1997

Dr med. Marek Sanak pracuje w Instytucie Farmakologii PAN i II Klinice Chorób Wewnętrznych Collegium Medicum UJ w Krakowie

JACEK ZAREMBA (Warszawa)

ASPEKTY ETYCZNE BADAŃ GENETYCZNYCH W CHOROBACH Z PÓŹNYM POCZĄTKIEM

Genetyka medyczna wiąże się z bardzo wieloma problemami natury etycznej. Rozwój badań molekularnych i olbrzymi postęp, który dokonał się w ostatnim okresie, a szczególnie w ciągu ostatniego dziesięciolecia, stwarza wiele dylematów i niełatwych do rozwiązania problemów. Wiążą się one w dużej części z pogłębiającym się rozziwem pomiędzy tym, czego można byłoby dokonać wykorzystując dostępne już techniki inżynierii genetycznej a tym, co robić należy.

Jednym z wielu trudnych problemów, który dla poradnictwa genetycznego stanowi poważne wyzwanie, jest diagnozowanie niektórych genetycznie uwarunkowanych chorób na długo przed ich klinicznym początkiem. Chodzi tu w szczególności o diagnostykę przedobjawową chorób genetycznych, które charakteryzują się późnym początkiem i ciężkim przebiegiem, prowadzącym nieuchronnie do ciężkiego inwalidztwa i zgonu. Z etycznego punktu widzenia byłby to problem stosunkowo prosty, gdyby były to choroby uleczalne. Wczesne, przedobjawowe ich wykrycie miałoby wówczas duże znaczenie tak dla profilaktyki jak i terapii. Niestety jednak, jak dotąd wobec dużej części chorób genetycznych medycyna ma do zaoferowania tylko mało skuteczne lub nieskuteczne leczenie objawowe. Stąd trudno oczekiwać, żeby osoby obciążone zwiększonym ryzykiem genetycznym fa-

scynowały się trafnością i precyzją diagnozy, jeśli nie podażą za tym konkretna oferta skutecznego leczenia. Jeśli osoby takie w okresie przedklinicznym są jeszcze w pełni sprawne, a więc klinicznie zdrowe, to mogą jedynie żywić nadzieję, że w najbliższych latach w ślad za udoskonaloną diagnostyką podaży rozwój udoskonalonej i skutecznej terapii.

To i wiele innych zagadnień stało się przedmiotem międzynarodowych wysiłków zmierzających do wypracowania takich form postępowania, które nie byłyby sprzeczne i nie naruszały systemów wartości zarówno osób bezpośrednio zainteresowanych, tzn. chorych i członków ich rodzin, jak i personelu medycznego zajmującego się genetyką medyczną i poradnictwem genetycznym. Owocem analizy opinii genetyków zatrudnionych w zakładach genetyki medycznej i w poradniach genetycznych w 34 krajach świata — w tym Polski — jest wstępny dokument WHO z 1995 r. poświęcony aspektom etycznym genetyki medycznej, i zaleceniom w tym zakresie.

Jednym z wielu przedstawionych w nim zagadnień są badania przedobjawowe i testowanie predyspozycji do chorób genetycznie uwarunkowanych z późnym początkiem. Za przykłady chorób, w których prowadzi się testowanie przedobjawowe, niech posłużą: choroba Huntingtona, choroba Alzheimera i ro-

dzinna polipowatość okrężnicy. Testowanie predyspozycji prowadzi się natomiast m.in. w niektórych postaciach raka sutka i jajnika. Podejmując testowanie przedobjawowe należy zawsze brać pod uwagę nie tylko oczekiwane korzyści, ale także ryzyko związane z oferowaną diagnostyką. Kilka przykładów podano w tabeli 1.

Dobrym przykładem choroby, w której konieczne jest zachowanie szczególnej ostrożności w wykonywaniu i ujawnianiu wyników testu przedklinicznego jest choroba Huntingtona. Niektóre rekomendacje dla poradnictwa genetycznego odnoszące się do tej choroby, opracowane przez reprezentantów Międzynarodowego Stowarzyszenia Huntingtona i Światowej

Tabela 1. Korzyści i zagrożenia związane z wykonywaniem przedobjawowych testów molekularnych

I. KORZYŚCI

1) Medyczne

Zapobieganie groźnym konsekwencjom chorób genetycznych, przykłady:

- rodzinna polipowatość okrężnicy (stan przedrakowy)
 - predyspozycja do niektórych form genetycznych raka sutka i jajnika;
- postępowanie polega na organizowaniu programów profilaktycznych i systematycznych badaniach mających na celu wczesne wykrywanie i chirurgiczne usuwanie zmienionych nowotworowo tkanek.

2) Plany życiowe

Dzięki testom molekularnym nosiciele genów chorobowych mogą skorzystać z istniejących możliwości uniknięcia przekazania swoich genów chorobowych na potomstwu.

II. ZAGROŻENIA

- Niekorzystne reakcje psychiczne, np. depresja reaktywna u osoby dowiadującej się o dodatnim wyniku testu molekularnego.
- Konflikty rodzinne, do których niekiedy dochodzi, gdy na przykład dana osoba dowiaduje się, że małżonek jest nosicielem genu ciężkiej choroby.
- Naruszenie poufności*
- Utrata zatrudnienia *
- Stygmatyzacja społeczna *

* Jeśli informacja o dodatnim wyniku testu dostanie się w niepowołane ręce.

Tabela 2. Wytyczne dla poradnictwa genetycznego dotyczące wykonywania molekularnego testu przedklinicznego ukierunkowanego na wykrywanie choroby Huntingtona (rekomendacje z 1994 r. opracowane wspólnie przez Międzynarodowe Stowarzyszenie Huntingtona i Światową Federację Towarzystw Neurologicznych)

- Decyzja co do poddania się testowi przedklinicznemu musi być własna; nie wolno nikomu narzucać sposobu postępowania.
- W okresie przedklinicznym test wykonuje się tylko u osób dorosłych, które same o to proszą. Dzieci w okresie przedklinicznym nie testuje się — nawet na prośbę rodziców.
- Dostępność testu musi być powszechna, a proponowany test wykonywany bezpłatnie.
- Wynik testu nie może być podstawą do jakiegokolwiek dyskryminacji osoby zagrożonej wystąpieniem choroby.
- Wyniki testu stanowią własność osoby testowanej (nie wolno informować osób trzecich).
- Po odbiór wyniku badania pożądane jest zgłoszenie się w towarzystwie osoby drugiej; przekazana informacja może być bardzo niepomysłna, osoba informowana nie powinna zatem w tym czasie być bez opieki i wsparcia duchowego ze strony bliskiej i zaufanej osoby.
- Osobie testowanej należy dać czas do zastanowienia się (1—2 miesiące) czy naprawdę chce ona znać wynik testu.
- Testowane osoby należy objąć opieką psychologiczną — przed i po testowaniu przedklinicznym. Chroni to pacjentów przed zagrożeniami, które mogą zaistnieć po ujawnieniu dodatniego wyniku testu (zdarzają się desperackie kroki; samobójstwa).
- Osoba, która poddaje się testowi, winna mieć zapewnione prawo do niezapoznawania się z wynikiem testu — nawet jeśli uprzednio prosiła o wykonanie testu.
- Badanie prenatalne można zaoferować tylko po uprzednim wykonaniu testu u rodziców, i po podjęciu przez nich decyzji dotyczącej losu ciąży na wypadek, gdyby wynik badania płodu był dodatni (niepomysłny).

(są to tylko niektóre rekomendacje, częściowo z własnym komentarzem)

Federacji Towarzystw Neurologicznych, podano w tabeli 2. Większość z nich równie dobrze mogłoby dotyczyć postaci rodzinnych choroby Alzheimera (z początkiem poniżej 65 roku życia).

We wspomnianym wyżej dokumencie WHO zawarte są m.in. szczegółowe wytyczne dotyczące oferowania testu przedobjawowego — pokrywające się częściowo z rekomendacjami dla poradnictwa genetycznego podanymi w tabeli 2. Warto jednak przytoczyć niektóre z nich:

— Należy zagwarantować poufność uzyskiwanych informacji; pracodawcy, firmy ubezpieczające, szkoły nie powinny mieć dostępu do wyników badań — nawet jeśli osoba testowana wyraziła na to zgodę (!).

— Zmuszanie danej osoby do ujawnienia wyników badania winno być prawnie zabronione.

— Osoba testowana winna być poinformowana o ograniczeniach stosowanego testu. Na przykład wynik testu, mimo iż pozytywny nie daje podstaw do definitywnego wypowiedzania się na temat przewidywanego wieku zachorowania lub nasilenia objawów klinicznych choroby.

— Test można proponować i wykonywać wówczas, gdy istnieją podstawy by sądzić, że informacja

dotycząca wyniku testu będzie właściwie wykorzystana — z korzyścią dla danej osoby i/lub jej rodziny.

— Testowanie winno być powiązane z odpowiednim programem poradnictwa.

Wszystkie powyższe wytyczne i rekomendacje mają na celu zapewnienie, by dostępne metody badań i diagnozowania wykorzystywane były tylko dla dobra osób chorych i członków ich rodzin. Są też zgodne z zawsze aktualnym hipokratesowym kanonem: *primum non nocere*.

Niedawna historia pokazała, że odejście od tych zasad prowadzi do poważnych zagrożeń. Krańcowym tego przykładem było wykorzystywanie wiedzy w zakresie genetyki człowieka przez nazistów III Rzeszy w programie eksterminacji osób chorych, i to niestety czasem z udziałem uczonych i lekarzy. Przykłady takich nadużyć i wynaturzeń w odniesieniu do osób dotkniętych chorobą Huntingtona opisał niedawno (1992) znany genetyk brytyjski Peter S. Harper.

Wpłynęło 31 I 1997

Jacek Zaremba pracuje w Zakładzie Genetyki, Instytut Psychiatrii i Neurologii, Warszawa

KOMENTARZ

W dyskusji nad wszystkimi referatami wzięli udział profesorowie B. Górnicki, W. Ostrowski, E. Chróścielewski, J. Steffen, J. Nielubowicz, M. Safjan, Z. Herman, S. Malepszy, J. Nowak, Z. Chłap, M. Sanak, H. Juros, A. Paszewski, M. Żydowo i K. Gibiński.

Zwracano uwagę na niepojętą dociekań i badań naukowych niezależnie od tego czy wydają się one groźne czy nie, lub czy są zgodne z forsowaną ideologią i postulatami władz. Zagrożenie stanowi poziom świadomości społecznej. W tej sferze zagraża nam zarówno:

1. permissywizm i indyferentyzm (a więc wstrzymywanie się od działania tam, gdzie byłoby ono potrzebne),
2. konsumpcjonizm i komercjalizacja, ale także
3. kontestacja i niepewność przekonań o integralności biologicznej gatunku.

Właśnie z uwagi na wielokrotnie podnoszoną niepewność i piętrzące się trudności, wielu dyskutantów uznało przedmiot tego sympozjum za bardzo ważny i aktualny tak dziś jak i w najbliższej przyszłości.

W dotychczasowej skali 8-letnich doświadczeń z roślinami transgenicznymi nie wydaje się, aby niosły one poważne zagrożenie. Ostrzegano przed zbyt pochopnym przenoszeniem zaawansowanych już doświadczeń nad transgenicznymi roślinami i zwierzętami na człowieka. Nawet po skompletowaniu mapy genomu ludzkiego będziemy nadal bardzo mało wiedzieć o zależnościach, jakie zachodzą pomiędzy setką tysięcy genów i bilionami neuronów i synaps. Przy tej okazji zwrócono uwagę na to, że do tej pory nie

znamy markerów genetycznych chorób umysłowych, a przy wymienianiu różnych chorób genetycznie uwarunkowanych nie przytaczano tych chorób. Przypomniano tymczasem, że problem chorób i dewiacji psychicznych wzrasta i niedawno stwierdzano je u 1/5 społeczeństwa amerykańskiego, co było powodem ogłoszenia przez Senat USA „Dekady Mózgu”. U nas problem ten wydaje się szczególnie niedoceniany.

Dużo uwagi poświęcono zjawisku pewnego urzeczona i fascynacji wynikami badań i działań na polu genetyki, a z drugiej strony brakowi poczucia odpowiedzialności. W środkach masowego przekazu, które bardzo chętnie podejmują te tematy nie mając do tego przygotowanych reporterów, bądź to pomija się niektóre problemy związane z zagrożeniami genetycznymi, bądź też dezinformuje się sięjąc grozę. Przykładem pomijania może być sprowadzanie informacji o polimorfizmie genów do określenia tzw. genów „dobrych” i „złych”, bez wskazania, że to właśnie ten polimorfizm pozwolił przetrwać całemu ludowi chroniąc je przed wyniszczeniem, np. z powodu anemii sierpowatej. Przytaczano rażący przykład z „Polityki”, gdzie alarmowano o przyznaniu dużych środków finansowych dla „ratowania życia 200 tys. kobiet polskich”, gdyż rzekomo 30% pacjentek zagrożonych jest posiadaniem genu BMCA1 predysponującego do raka sutka. Tymczasem częstość występowania tego genu wynosi 1:800, a więc nieco więcej niż 1%, a poza tym testowanie jednego genu predysponującego nie

rozwiązuje sprawy, gdyż dziś znamy już 9 różnych takich genów.

Liczymy się z tym, że terapia genowa wejdzie kiedyś do medycyny praktycznej, ale dotyczyć to będzie raczej wyraźnych błędów w pojedynczych genach somatycznych. Jak na razie dotychczasowe wyniki tego rodzaju terapii są niedostateczne; efekty, jeśli się je uzyskuje, są nietrwałe i wymagają okresowych powtórzeń, zaś koszty postępowania są całkowicie nierealne dla praktyki. Jeśli chodzi zaś o nowotwory, to istotą tego procesu jest całkowita destabilizacja genomu i dlatego próby korygowania jednego genu, który akuratnie udało nam się poznać, są według dzisiejszego stanu wiedzy absurdem. Ta opinia o przedwczesności budzenia już teraz nadziei na skuteczną terapię genową, przez modyfikację genomu somatycznego, podzielało wielu uczestników dyskusji.

O manipulacjach na genomie rozrodczym ludzkim nie dyskutowano, gdyż zgodnie z międzynarodowymi ustaleniami nie są one u człowieka dopuszczalne. Natomiast pozytywnie odnoszono się do badań prenatalnych i poradnictwa genetycznego z zachowaniem wszelkich ostrożności i z przypomnieniem nadużyć praw człowieka i jego wolności osobistej grożących przez ujawnienie stygmatyzacji genetycznej.

Nie brakło też uwag natury metodycznej, wskazujących na to, że zamęt w bardzo obfitej literaturze na temat bioetyki powstaje przez ujmowanie zagadnienia w trzech różnych strategiach argumentacyjnych: deontologicznej, teologicznej i społeczno-politycznej. Najłabszym punktem jest niedostateczne zwracanie uwagi na skutki społeczno-polityczne, zwłaszcza że w różnych strefach kulturowych bioetyka jest bardzo różnie ujmowana. Termin „bioetyka” powstał przed 25 laty, jest różnie i niejednoznacznie interpretowany. Błędem jest, jeżeli z przesłanek empirycznych wyciąga się oceny i wnioski etyczne.

Nie brakło też uwag, że kompletne rozszyfrowanie genomu ludzkiego nie może mieć charakteru uniwersalnego, a dopiero służyć będzie za wytyczną do dalszych badań osobniczych struktury i funkcji. Natomiast rozwój technik laboratoryjnych, jaki przy tej okazji nastąpił, jak np.: sekwencjonowanie nukleotydów, otwierać może fantastyczne widoki na przyszłość w innych badaniach biologicznych. Metodyka badania genomu nabrała też szczególnego znaczenia w medycynie sądowej, np. w dochodzeniu ojcostwa lub w innych okolicznościach, gdy do czynienia mamy nie z próbką krwi, ale ze szczątkowym materiałem ludzkim po ekshumacji, wyłowieniu zwłok z wody lub po pożarze. Niestety, nasze Zakłady nie są przystosowane do takich bardzo kosztownych badań.

Ostatnio bardzo ważny okazał się na świecie problem prawa własności do informacji genetycznych, który różnie bywa rozwiązywany lub interpretowany. W Polsce nie ma żadnych regulacji prawnych w

tym względzie, jak i odnośnie do przekazywania tej informacji w stosunkach regulujących pracę, kontrakty, ubezpieczenia itp. Nie wiadomo, kto jest właścicielem informacji genetycznej wynikającej z badania diagnostycznego, np. czy właścicielem jest wyłącznie osoba poddana badaniu, czy cała linia genetyczna. Nasze rozstrzygnięcia winny być dostosowywane do ustaleń Wspólnoty Europejskiej.

Wydaje się, że temat obecnych obrad powracać będzie jeszcze na porządek dzienny obu Komitetów. Zmuszą do tego wielka skala trudności i interdyscyplinarność problematyki w zastosowaniach praktycznych. Już teraz publikacja tego sympozjum winna służyć krzewieniu w społeczeństwie świadomości rewolucyjnego postępu, jakiego w naszych czasach dokonuje nauka, ale zarazem i świadomości mirażu i zagrożeń, jakie temu postępowi towarzyszą. Budowanie autorytetu i uznania dla nauki (p. Nauka 1996, 4: 209) osiąga się nie publikowaniem sensacji i samych ciekawostek lub nowości, ale też dowodów, że świat nauki w ścisłej współpracy interdyscyplinarnej i współpracy z organami publicznymi dba i sam dokłada starań, aby nauka służyła ludzkości i aby wspólnie bronić się przed znanymi z przeszłości przykładami wypaczeń, kiedy to najwspanialsze odkrycia ludzkiego intelektu kończyły się nieobliczalnymi, a nawet zbrodniczymi zastosowaniami.

Z dzisiejszych obrad wynikł jeden konkretny wniosek, aby oba Komitety wystąpiły do Ministerstwa Zdrowia i Opieki Społecznej z petycją o wyłączenie spraw poradnictwa genetycznego i terapii genowej z gestii terenowej sieci Komisji Etycznych ds. Badań na Ludziach i o powołanie do tych spraw osobnej wysoce kompetentnej Komisji. Niedawo dokonany przegląd działalności takich 20 Komisji ujawnił, że w ich składzie znalazł się w całym kraju jeden genetyk. W wykonaniu tej uchwały połączonych Komitetów PAN i PAU odpowiedni wniosek został skierowany do Rady Naukowej Ministerstwa Zdrowia i Opieki Społecznej.

Będzie rzeczą niezmiernie odpowiedzialną i zadaniem na przyszłość, aby nie zaniedbać dorobku wielkiej nauki i tych możliwości, jakie się przed nami otwierają dla spełniania naszych obowiązków ochrony zdrowia i leczenia pacjentów, ale także, aby nie zmarnować dziedzictwa genomu, który rozwijał się przez dziesiątki tysięcy lat i który dziś otrzymujemy jakby w darze — niezależnie czy będziemy na to patrzeć ze stanowiska czysto ewolucjonistycznego, czy też kreacjonistycznego. Tego dziedzictwa genomu ani dziedzictwa kulturowego, które ludzkość wypracowała, nie można zatracić.

Sekretarz
Zbigniew S. Herman

Przewodniczący
Kornel Gibiński

DROBIAZGI

Terapia genowa, następne przybliżenie

W ciągu ostatniego roku zmalały nadzieje na szybkie wprowadzenie do praktyki klinicznej somatycznej terapii genowej. Brak jest wymiernych rezultatów przeprowadzonych do tej pory testów klinicznych. We wszystkich przypadkach terapii genowej chorób uwarunkowanych genetycznie albo nie zaobserwowano poprawy stanu chorych, albo poprawa dotyczyła jedynie niektórych wskaźników biochemicznych. Najbardziej obiecujące wyniki, związane z korekcją niedoboru deaminazy adenozykowej, nie były „czyste” z metodycznego punktu widzenia, ponieważ jednocześnie z korekcją genotypową stosowano konwencjonalne leczenie farmakologiczne. Problemy teoretyczne polegają m.in. na trudności uzyskania stabilnej i długotrwałej ekspresji wprowadzanej, poprawnej wersji genu.

Jak to zwykle jednak bywa, problemom towarzyszą nadzieje. W marcu 1996, w prestiżowej mutacji miesięcznika *Nature* — *Nature Genetics*, opublikowano pracę Marcusa Grompe i wsp. o somatycznej terapii genowej w mysim modelu tyrozynemii typu I (HT1). Nowość podejścia polega nie na użyciu nietypowego wektora czy nowego konstruktów sekwencji regulatorowych, lecz na selekcji „poprawionych” komórek *in vivo* siłami samego organizmu.

Tyrozynemia typu 1 (HT1) jest chorobą genetycznie uwarunkowaną, dziedziczną w sposób autosomalny recesywny. Powodowana jest mutacjami w genie kodującym hydrolazę fumaryloacetoocetową (FAH), enzym katalizujący ostatni etap degradacji tyrozyny. W rezultacie upośledzenia jego funkcji dochodzi do gromadzenia w komórkach wątroby (hepatocytach) toksycznych i mutagennych metabolitów fumaryloacetoocetanu i maleiloacetoocetanu. Chorzy od dzieciństwa cierpią na postępującą niewydolność wątroby, kończącą się rozwojem nowotworu wątroby i śmiercią, zwykle w pierwszych 20 latach życia. Do tej pory leczenie polegało na stosowaniu leków zmniejszających toksyczność nieprawidłowych metabolitów tyrozyny oraz transplantacji wątroby.

Zdawałoby się, że od interwencji chirurgicznej do terapii genowej daleka droga. Przypadek sprzyja jednak osobom przygotowanym i myślącym. W 1993 roku zaobserwowano, że wątroby chorych na HT1 często zawierają zgrupowania normalnie wyglądających hepatocytów, produkujące aktywne białko FAH. Już w pierwszych dwu pracach opisujących to odkrycie zwrócono uwagę, że u podstaw leżeć może spontaniczna rewersja mutacji, nadająca selekcyjną przewagę hepatocytom z przywróconą aktywnością FAH. Oczywiście, sama rewersja, zjawisko bardzo rzadkie, nie wystarczy. Istotna jest zdolność hepatocytów do aktywnych podziałów i różnicowania, prowadząca do odnowienia tkanki wątroby. Warunkiem jest odpowiednio silna presja selekcyjna.

Dogodnym modelem do zbadania tej koncepcji stały się myszy transgeniczne, eksprymujące urokinazę.

Gen urokinazy, choć obecny we wszystkich komórkach, podłączony został do promotora genu albuminy, aktywnego wyłącznie w komórkach wątroby. Ekspresja urokinazy prowadziła do zamierania hepatocytów i chronicznej niewydolności wątroby. Zaobserwowano jednak, że gen urokinazy ulega inaktywacji w niektórych komórkach, które uzyskują tym samym przewagę selekcyjną i aktywnie się dzielą, otwarzając zdrową wątrobę. Podobny efekt uzyskano „zaszczepiając” wątrobę myszy transgenicznych komórkami normalnymi pochodzącymi od dawcy z tej samej linii hodowlanej.

Wszczepianie komórek normalnych w przypadku ludzi nie jest tak proste, ze względu na problemy ze znalezieniem odpowiedniego dawcy. Dlatego też następnym krokiem było zbadanie możliwości dwuetapowej terapii genowej HT1. Projekt jest następujący: do pobranych od chorego hepatocytów wprowadzany byłby gen *FAH* (terapia *ex vivo*). Następnie hepatocyty transformowane wszczepiane byłyby do wątroby chorego, w której następowałaby selekcja i namnażanie komórek z aktywnością białka FAH. Selekcja, wzbogacająca populację transformantów, mogłaby być też z przeprowadzana w hodowli komórkowej.

Do wstępnych doświadczeń wybrano model myszy HT1, ze sztucznie zmutowanym genem *FAH*. Fenotypowo zwierzęta te bardzo przypominają ludzi cierpiących na ostrą tyrozynemię, z ostrą niewydolnością wątroby i zejszczem śmiertelnym w około 12 godzin po urodzeniu. Chroniczną niewydolność wątroby i rozwój nowotworów uzyskać można podając myszom HT1 wspomniany lek, zmniejszający toksyczność metabolitów tyrozyny.

Do zasadniczej odnowy wątroby myszy HT1 wystarczy przeszczepienie ok. 1000 hepatocytów normalnych, pochodzących od immunologicznie „zgodnego” dawcy. Podobny efekt uzyskać można wstrzykując dożylnie wektor retrowirusowy z prawidłowym genem *FAH* do żyły wrotnej myszy. W rezultacie terapii genowej następuje odzyskanie normalnych funkcji wątroby i przeżycie myszy bez konieczności stosowania leków. Nie jest na razie jasne, czy terapia zapobiega rozwojowi nowotworów.

Dotychczasowe doświadczenia udowodniły możliwość skutecznej transformacji pobranych od chorych hepatocytów i wszczepienia komórek transformowanych do wątroby. W ten sposób udawało się stabilnie zmienić fenotyp tylko mniej niż 5% hepatocytów. Rozwiązanie może przynieść przyłączenie do wektora, oprócz genu terapeutycznego, także genu nadającego odporność na czynnik zabójczy dla zwykłych hepatocytów. Stworzenie odpowiedniej presji selekcyjnej umożliwiłoby skuteczną odbudowę nowej wątroby, z niewielkiej wyjściowej liczby transformantów.

W początku tego roku opublikowano pracę opisującą zastosowanie sztucznej presji selekcyjnej do zwiększenia ilości komórek transformowanych, jeszcze przed ich wprowadzeniem do organizmu pacjenta.

Metodę zastosowano jako wstęp do terapii genowej ziarnicy septycznej, choroby genetycznej, powodowanej mutacjami w genie oksydazy nadtlenkowej. Choroba związana jest z chromosomem X i występuje tylko u chłopców, powodując upośledzenie zdolności bakteriobójczych granulocytów, wskutek niewytwarzania jonów nadtlenkowych. Rezultatem są nawracające infekcje i wczesna śmierć. Udało się opracować skuteczną metodę transformacji komórek macierzystych krwi, problemem pozostawała jednak bardzo mała jej wydajność. Rozwiązaniem okazało się przyłączenie do wektora, oprócz genu oksydazy, dwu genów nadających oporność na czynniki cytostatyczne. W rezultacie udało się wzbogacić populację komórek hodowanych w warunkach presji selekcyjnej, w komórki produkujące również gen oksydazy. Zastosowanie w opisanych doświadczeniach genu oporności wielolekowej stwarza nadzieję na przeniesienie presji selekcyjnej bezpośrednio do organizmu pacjenta.

Cezary Żekowski

Huby i ogień

W starych lasach, gdzie leśnik w porę nie usunął posuszu, można czasem spotkać martwe pnie pokryte owocnikami grzybów. Takie twarde, przyczepione bokiem do pni drzew owocniki są powszechnie nazywane hubami. Natomiast hubka oznacza przygotowany z mięszu huby, łatwopalny materiał przechowywany następnie w wodoszczelnym woreczku. Dawniej do tego celu używano niewyprawionej moszny byka. Któż z nas pamięta, w jaki sposób można zapalić ogień bez pomocy zapalek, zapalniczki lub szkła powiększającego. Informacje tego rodzaju można znaleźć w modnych obecnie poradnikach survivalowych, które uczą jak radzić sobie w ekstremalnych warunkach. Do najstarszych sposobów zapalania ognia należy zapewne pocieranie o siebie dwu kawałków drewna. Można też rozniecić ogień przy pomocy krzesiwa, krzemienia i hubki. Ten sposób był szeroko stosowany aż do drugiej połowy XIX wieku, kiedy to zostały wprowadzone zapalaki. Do zapalania ognia potrzebna była hubka. Z jakich gatunków grzybów dawniej przygotowywano hubkę? Odpowiedź na to pytanie daje nam ks. Kluk w swoim słynnym *Dykcyonariuszu roślinnym*. Do rozniecania ognia używano głównie owocników hubiaka pospolitego *Fomes fomentarius*, czyrenia ogniowego *Phellinus igniarius*, a także wielu innych grzybów zaliczanych obecnie do rodzaju czyreń *Phellinus*, które w czasach ks. Kluka nie były jeszcze wyodrębnione.

Najbardziej znanym grzybem używanym do tego celu był hubiak pospolity. Już w samej łacińskiej nazwie grzyba kryje się jego wartość użytkowa. *Fomes* to po łacinie podpałka a *fomentarius* — zapalający. Hubiak pospolity rośnie głównie na bukach (ryc. 1) i brzożach, rzadziej na innych drzewach. Owocniki tego gatunku są wieloletnie. Po przełamaniu owocnika wyraźnie widać coroczne warstwy hymenoforu. Ponad hymenoforem znajduje się mięsz, który był użytkowany do wielu celów w dawnych czasach. Mięsz rozbity drewnianym młotkiem służył do pro-



Owocniki hubiaka pospolitego *Fomes fomentarius* rosnące na pniu buka w Bieszczadach. Fot. A. Chlebicki

dukcji tamponów tamujących krew, stąd jego dawna nazwa *Fungus chirurgorum*. Przygotowywano z niego hubkę, a nawet wykonywano ciepłe czapki. Do celów użytkowych wykorzystywano najwyżej 30% masy owocnika.

Kolejnym gatunkiem, którego owocniki używano do rozniecania, jest czyreń ogniowy *Phellinus igniarius*. Ks. Kluk opisuje tego grzyba jako „*Boletus igniarius* — czyli hubka ogień chwytająca. Nie ma trzona, głowa wypukła, gładka. Dziurki bardzo cienkie. Rośnie na różnych drzewach. W gospodarstwie ta Hubka i znajoma i potrzebna jest do zapalania ognia przez uderzenie o stal krzemieniem. Na to moczy się w ługu robionym z moczu i popiołu przez dni kilka: opłukawszy potem, bije się drewnianym młotem, i powtórnie namoczywszy w ługu popiołowym, wysusza. Jeszcze lepsza będzie, gdy się do powtórnego ługu przyda nieco saletry. W lekarstwie przyłożona na rany, ale bez opisanego przygotowania na Hubkę, osobliwszym sposobem krew płynącą zastanawia”.

Przy zapalaniu ognia używano zapewne wszelkiego rodzaju zdrewniałych owocników grzybów, które rosnę w danej okolicy, takich jak porek brzożowy *Piptoporus betulinus*, pniarek obrzeżony *Fomitopsis pinicola* i różnych gatunków z rodzaju czyreń *Phellinus*. Do krzesania ognia oprócz hubki potrzebne było jeszcze krzesiwo i krzemień. Krzesiwa były wykuvane z miękkiej stali. Ogień krzesano uderzając krzesiwem o krzemień (a nie odwrotnie, jak podaje Kluk). Krze-

mienie występują w postaci okrągławych buł (tzw. konkrecji) w skałach wapiennych lub kredowych. Wewnątrz takiej buły, zazwyczaj o białej korze, znajduje się skała zbudowana z jasnego opalu, twardego chalcedonu i kwarcu. Krzemienie z przewagą chalcedonu i kwarcu są bardziej przydatne do krzesania ognia. Neolityczny człowiek wykorzystywał krzemienie do wyrobu pięściaków, toporków i grotów strzał, a także niecił przy ich pomocy ogień. Specjalną odmianą krzemienia są krzemienie pasiaste występujące w Polsce w okolicach Krzemionek Opatowskich (koło Ostrowca). Na tym obszarze znajdowała się największa w Europie kopalnia krzemieni. Do dziś zachowało się około 700 szybów połączonych wielokilometrowymi chodnikami (Hefik 1980). Czwartorzędowe lądolody przyczyniły się do rozprzestrzenienia wielu skał na obszarze Polski, w tym również i krzemieni. Dlatego można je znaleźć nawet daleko od najbliższych złóż wapieni.

Przygotowaliśmy miąższ z takich gatunków jak hubiak pospolity *Fomes fomentarius*, porek brzozowy *Piptoporus betulinus* i czyreń ogniowy *Phellinus igniarius*, zgodnie z receptą ks. Kluka. Krzesiwa zostały wykonane z grzbietu kosi. Zatlęcie się hubki następowało po kilku sekundach. Taką tłącą się hubkę należy wówczas przenieść do tzw. podpałki wstępnej i dopiero wtedy można otrzymać ogień. Najszczybiej zapalał się miąższ *F. fomentarius*, najtrudniej *Piptoporus betulinus*.

Andrzej Chlebicki i Hieronim Żygadło

Wystąpienie kianianki wielkiej *Cuscuta lupuliformis* na ligustrze

W sierpniu 1996 r. w Chełmnie (woj. toruńskie) stwierdzono silne porażenie przez kianiankę wielką *Cuscuta lupuliformis* Krock krzewów ligustra *Ligustrum vulgare* rosnących przy płocie otaczającym zabudowania mieszkalne. Żywicielami tego gatunku kianianki są różne drzewa i krzewy liściaste (wierzba, topola, chmiel, porzeczka czarna, wiąz, róża, jeżyna, tarnina), a rzadziej niektóre rośliny zielne (pokrzywa, kielisznik, dziewanna, bylica, łubin, wrotycz).

Kianianka wielka występuje od Europy Środkowej po Azję Środkową. W Polsce spotyka się ją praktycznie tylko w zaroślach nadrzecznych w dolinach Odry i Wisły, głównie na wierzbach i topolach. Dlatego wystąpienie tej rośliny pasożytniczej na ligustrze należy uznać za interesujący przypadek.

Lodyga kianianki wielkiej ma do 3,5 mm grubości i jest najgrubsza spośród wszystkich notowanych w Polsce kianianek (*Cuscuta* spp.). Lodyga ta jest rozgałęzioną, czerwona lub brąnatnoczerwona, gładka lub skąpo brodawkowata, niekiedy czerwono nakrapiana i może wspinać się na wysokość do 10 m. Kwiatostany są zwykle goniaste lub kłosowate, licząc do



Owocujący pęd kianianki wielkiej na ligustrze. Fot. Jacek Żandarski

ok. 30 kwiatów. Kwiaty są 5-krotne, siedzące lub na szypułkach, o koronie barwy białej lub różowej. Długość kielicha wynosi do 2 mm, a korony 4-5 mm. Pylniki są prawie siedzące, osadzone nieco poniżej wycięcia między łatkami korony. Łuski wewnątrz rurki korony są przyrośnięte do jej dolnej części. Znamię jest jajowate 2-płatowe, 2,5-3 razy krótsze od szyjki. Kianianka ta kwitnie od lipca do września. Owocem jej jest torebka, a raczej torebko-jagoda, jajowata, 7-9 mm długa, zakończona 1 szyjką, która zwykle jest zakryta przez oderwaną wskutek rozrostu zalążni, zaschłą, brunatną koronę. Ściany torebki są nieco mięsiste, odrywające się wzdłuż poprzecznego krążka u jej nasady. Nasiona są spłaszczone, jajowato niesymetrycznie sercowate, z wyraźnym znacznikiem nasennym, brunatne lub żółtawobrunatne, matowe, długości 3-3,75 mm, czyli znacznie większe od innych nasion występujących w Polsce gatunków kianianki, których długość zwykle nie przekracza 2 mm.

Kianianka wielka, podobnie jak inne gatunki z rodzaju *Cuscuta*, rozmnaża się przez nasiona. Jej biologia jest podobna do biologii kianianki południowej *Cuscuta cesatiana* opisaną w artykule zamieszczonym we „Wszechświecie” nr 3/1997.

Kianianka wielka w przypadku liczego wystąpienia może stanowić poważne zagrożenie dla nasadzeń wierzby, z których pozyskuje się surowiec stosowany w wikliniarstwie. Może ona przeniknąć także do upraw chmielu i niektórych roślin sadowniczych (np. porzeczki) także powodując liczne szkody.

Wszystkie gatunki z rodzaju *Cuscuta* są w Polsce organizmami szkodliwymi podlegającymi obowiązkowi zwalczania. Dlatego porażone przez kianiankę krzewy ligustra zostały niezwłocznie wycięte i spalone.

Wystąpienie kianianki wielkiej na ligustrze sugeruje, że może rozprzestrzeniać się ona z zarośli nadrzecznych (wierzba) na inne gatunki krzewów liściastych, nawet w warunkach miejskich.

Witold Karnkowski

WSZECHŚWIAT PRZED 100 LATY

Dziewiczy las wyspy Nusan Kambangan, jego liany i strategiczne bambusy

Trudno jest opisać las prawdziwie podzwrotnikowy, taki, jaki mamy tutaj, a jakiego nie znajdziemy już na Jawie. Cechą tego lasu jest prawie zupełny brak roślin zielnych, mała ilość krzewów i charakterystyczny cień, spowodowany przez korony drzew bardzo wysoko nad nami szczelnie zwarte. Niema o tem mowy, aby botanik europejski mógł w takim lesie znać składające go drzewa. Wyjątkowo tylko widzi on kwiaty, jeżeli te wyrastają z pnia drzewa, inne ukryte są wysoko i trzeba wysłać po nie malaja, umiejącego spinać się jak małpa, lub też drzewo ścinać. Przytem nie wiemy nigdy, czy kwiaty lub owoce leżące na ziemi pochodzą z drzewa pod którym leżą, czy też z jakiegoś epifytu, rosnącego wysoko w koronie lub z lian spinających się setki metrów z drzewa na drzewo. A lian tych jest tu olbrzymie mnóstwo, cienkich jak pióro gęsie i grubych jak nasze jodły, wyprężonych jak struny i zwisających w girlandach olbrzymich, gładkich lub okrytych morderczymi kolcami. Na jednodniowej wycieczce można tutaj zobaczyć z jakie 300 gatunków lian, należących do najrozmaitszych rodzin roślinnych, do traw, paproci, palm, liliowatych, a zwłaszcza do roślin motylkowych i winorośli. Cechą anatomiczną wspólną wszystkim są olbrzymie naczynia wodonośne, wypełnione wodą czystą lub niekiedy nieco słodkawą. Jest to też jedyna woda, jaką na mych wycieczkach piję. Jedno cięcie noża wystarcza do przecięcia dużego pnia liany, z dolnego wiszącego końca spływa odrazu smaczna woda obficie. Aby jej otrzymać więcej należy jednak odciąć metrowy kawałek liany, bo dopiero wtedy ciśnienie powietrza znajduje dostęp do szczelnie zamkniętych naczyń i zezwala na wypłynięcie wody z pnia pod jej ciężarem własnym. Można sobie wyobrazić, jaką olbrzymią pracę wykonywają te pnące się rośliny, pompujące olbrzymie ilości wody z ziemi i rozprowadzające ją przez 200 do 300 i więcej metrów długie pnie na wysokość jakich 50 m, gdzie z liści kradnie ją powietrze przy transpiracji.

Czasem droga stawała się żmudną, gdy trzeba było wyrąbywać przejście w lianach rotangu, kłujących kolcami twarde jak żelazo, czepiających się skóry i ubrania ostremi hakami. To znów omijać trzeba było kępy ciemnego bambusu bambu duri malajów (*Schizostachyum Blumeana*), trawy, wysokiej blisko 20 m, o żdźbłach na 8 cm grubych, twardych jak kamień, stojących zwarto obok siebie i splecionych nadto mnóstwem cieńszych kolczastych i silnych gałęzi bocznych. Była to dawniej jedna z najpospolitszych roślin na Jawie, każda wieś otoczona była nieprzebytym jej murem. Dziś nie dojrzeć jej więcej. Pod olbrzymimi karami zakazał rząd holenderski jej sadzenia, wszystkie dostępne okazy zniszczono—z powodów strategicznych. Płot z tego bambusu jest bowiem nie do zdobycia. Kule armatnie mogą wprowadzić strzaskać todygi grubsze, mimo tego całość jest tak spleciona, że potrzeba wolnej i systematycznej pracy nożami, aby przejście w tym żywopłocie wyrąbać. Jeżeli na Sumatrze północnej w Atjeh, od lat trzydziestu trwa powstanie Atczynezów, wobec których wojsko holenderskie jest prawie bezwładne, to przyczyną są, obok choroby „beri-beri” niszczącej ludzi, żywopłoty z bambu duri. Przy nich to padają żołnierze i oficerowie holenderscy od strzał i lanc ukrytego, a niedostępnego nieprzyjaciela.

M. Raciborski *Patma Wszechświat* 1897, 16: 433 (11 VII)

Zapylający nietoperz

Poznano obecnie pierwszy przykład rośliny, której pyłek przenoszony jest przez zwierzęta ssące, podobnie jak to często dzieje się przy udziale owadów. Rośliną tą jest *Baubinia magalandra*, nowo opisany gatunek rodziny strąkowych, zwierzęciem zaś, które jej wspomnianą usługę świadczy, jest nietoperz, którego nazwa bliżej podaną nie została. Nie na-

leży wszakże sądzić, by nietoperz ten miał skłonność do wegetaryanizmu; zwiedza on kwiat nie dla nasycenia się jego nektarem, ani dla napawania się jego wonią, ale, poprostu, polując na owady, które nęci sok słodki kwiatów. Czepiając się pręcików i płatków korony, nietoperz łatwo pokrywa łapy swe pyłkiem, a następnie, przenosząc się na kwiaty inne, pozostawia go na znamionach słupków.

T. R. (S. Kramsztyk) *Udział zwierząt ssących w roznoszeniu pyłku kwiatowego Wszechświat* 1897, 16: 432 (4 VII)

Starożytne kopalnie miedzi

Kopalnie miedzi na Synaju są najstarsze, o jakich wogóle wspomina historia. Według dokumentów zupełnie pewnych eksploatowano je od czasów III dynastji, a więc na 5000 lat przed naszą erą, aż do XIII wieku przed Chrystusem. W pierwszych czasach istnienia monarchji egipskiej były to może nawet jedyne znane pokłady miedzi. O władcę niemi stoczono wtedy niejedną wojnę; od trzech tysięcy lat jednak porzucono je zupełnie, gdyż rudy synajskie wogóle są w miedź ubogie. Dziś jednak znajdujemy tam jeszcze ślady dawnych robót i liczne napisy, z których możemy wnioskować o epoce samej. Z tych kopalń zapewne pochodzi berło króla Pepi z VI dynastji egipskiej, zrobione z czystej miedzi.

Kopalnie synajskie leżą w sąsiedztwie zatoki Suezkiej; w dwu miejscach przynajmniej miedź wydobywano napewno: w Wadi-Maghara i w Seradil-el-Khadem. Kraina kopalń, kraj „Mafek” starożytnych egipcyan (od słowa „Mafek” — kamień zielony) składa się z piaskowców zielonych i rozciąga się na północ-wschodzie półwyspu wzdłuż 31 południka; ma długości około 40-tu, a szerokości około 6 km. Na miejscu dawnych kopalń zostały dziś jeszcze galerie i oszalowania, odłamki pieców, tygli, żużli, szczątki mieszkań górników, ułamki ich narzędzi. Wytopianie rudy, potłuczonej ręcznie tłuczkami kamiennymi, odbywało się w sposób zupełnie podobny do dzisiejszego.

L. Bruner *Kopalnie starożytnych egipcyan Wszechświat* 1897, 16: 430 (4 VII)

Margaryna sto lat temu

Ustawiczne podnoszenie się cen dobrego masła, utrudniające zwłaszcza klasom uboższym nabywanie tego łatwo strawnego tłuszczu już dość dawno temu dało pochop do wprowadzenia na rynki surogatów, które mogłyby przynajmniej w potrzebach kuchennych masło zastąpić. Przeciwnie najważniejszemu z tych przetworów, t. zw. margarynie, składającej się z łatwo topliwych części dobrego tłuszczu wołowego, można ze stanowiska higieny tyle tylko powiedzieć, że brak w niej glicerydów kwasów tłuszczowych o niskim ciężarze cząsteczkowym, które stanowią właśnie najbardziej strawną część masła. Wielokrotnie przeto proponowano wprowadzenie w użycie zamiast masła tego tłuszczu, który w krajach zwrotnikowych istotnie zastępuje w części masło, mianowicie tłuszczu kokosowego. Ma on w zupełności konsystencją masła i podobnie jak to ostatnie zawiera wymienione wyżej łatwo strawne glicerydy. Lecz tłuszcz kokosowy dzieli też z masłem inną własność, mianowicie skłonności łatwe do jęlczenia, tak że na rynku prawie zawsze spotykamy go już w lekko zjełczałym stanie. Podejmowano już często próby uwolnienia takiego zjełzłego tłuszczu kokosowego od innych składowych części o przykrym smaku i zapachu, ażeby uczynić go odpowiednim do spożywania. Najlepszy tłuszcz kokosowy cejloński poddaje się działaniu przegrzanej pary wodnej, a po usunięciu złośliwych lotnych produktów rozkładu pozostawia się tłuszcz bez dostępu powietrza. Nowy ten surogat masła cieszy się już wzięciem, zwłaszcza we Francji.

A.L. *Surogaty masła Wszechświat* 1897, 16: XXVII (4 VII)

Odkorowany pies

W celu poznania udziału poszczególnych części mózgu w sprawach życiowych już od wielu dziesiątków lat fizjolo-

gowie posługują się doświadczeniem w ten sposób, że niższym zwierzętom, zwłaszcza żabom, a także gołębiom wycinają pewne części mózgu i obserwują następnie ich zachowywanie się. Ponieważ wszakże głównie prowadzono te badania na zwierzętach, których czynności umysłowe nie bardzo są wielostronne, więc i wyniki otrzymano nie dość obfite. Znanemu jednak fizyologowi strasburskiemu, F. Goltzowi, powiodło się wydoskonalić metodę prawie bezbolesnego operowania psów i pozbawiania ich w zupełności wielkich półkul mózgowych, tak że zwierzęta te, po szczególnym przetrwaniu bezpośrednich skutków operacji, pod względem cielesnym niczem od normalnych psów się nie różnią. Obecnie Goltz posiada doskonale odkarmionego psa, któremu już przed pięciu laty wyjęto wielkie półkule mózgowe i który tylko pod względem psychicznym, lecz nie cielesnie różni się od innych psów. Pies ten bezustannie biega w swej klatce, a gdy zbliża się godzina karmienia, staje się niespokojnym i podnosi się, niby szukając czegoś, na tylnych łapach, lecz nie zna swego stróża, który codziennie przynosi mu pokarm, a gdy tenże chce go wynieść z klatki, pies kąsaniem i gwałtownymi ruchami broni się. Wskutek braku półkul mózgowych niema on mianowicie żadnych obrazów pamięciowych i nie rozróżnia wrażeń zmysłowych, które nań działają. Kąsanie i rzucanie się sąto instynktowne odruchy, wywołane przez dotykanie się psa. Gdy wreszcie przyniesiono go na stół i uspokoił się, widzi on i odczuwa powonieniem kawałki mięsa rozrzucone przed nim, lecz nie wie, co to jest właściwie i poczynia jeść dopiero wówczas, gdy wywołano w nim ruchy żucia, które w szczególny sposób dają się sprowadzić przez drapanie w nasadę ogona. Wówczas pożera pokarm, lecz bez chciwości osobliwej, choć zjada i pije więcej niż normalny pies tejże wielkości. Prawdopodobnie ustawiczne bieganie w klatce jest przyczyną znacznego apetytu i żwawej przeróbki materii u tego zwierzęcia. Widzimy więc, że gdy tylko potrzeba pokarmu jest zaspokojona, wszystkie funkcje cielesne regulują się w środkowych i tylnych częściach mózgu bez współdziałania półkul, które służą przeto wyższemu celom życia uświadomionego (tworzenie pojęć, pamięć i t.d.)

M. Fl (Flaum) Pies bez półkul mózgowych Wszechświat 1897, 16: 447 (11 VII)

Termity jako pokarm ludzi i zwierząt

Niebacząc na ciągłe zabiegi ludzi, mających na celu uwolnienie się od tych szkodliwych owadów, są one jednak w bardzo wielu okolicach Azji, Afryki i Ameryki poszukiwane i jako pokarm sprzedawane na targach. Hotentoci, negrzy i inni mieszkańcy stref podzwrotnikowych spożywają termity żywe, suszone, lub z mąką pieczone, odrzucając zwykle głowę, która ma, według Wallacea, smak bardzo gorzki (prawdopodobnie wskutek obecności gruczołu żółowego).

Nietylko ze strony ludzi grozi termitom zagłada, istnieje bowiem ogromna liczba zwierząt, karmiących się termitami. Do tych zaliczyć należy wiele owadożernych ssących (Insectivora), jak np. mrówkojady, wiele bezzębnych (Edentata), jak pancerniki, a nade wszystko wiele gatunków ptaków, karmiących się jedynie termitami. Najgroźniejszego jednak wroga termity mają w mrówkach. Jeżeli w pobliżu znajdują się gniazda obu tych owadów, wkrótce powstaje wojna. Kulminacyjnym punktem każdej walki bywa ukazanie się żołnierzy termitów, którzy rozrywają na kawałki mrówkę, jeżeli dostanie się między ich straszne żuwaczki. Wkrótce jednak żołnierze ulegają przeważającej liczbie i zręczności, nawet znacznie drobniejszych od siebie mrówek. Walka zwykle kończy się zwycięstwem mrówek, unoszących ze sobą larwy, nimfy i robotnice, które służą potem mrówkom i ich gąsienicom za pożywienie; niektórzy badacze twierdzą, że mrówki często opanowują całe gniazdo termitów i osiedlają się w nim.

K. Czerwiński Społeczeństwo termitów Wszechświat 1897, 16: 449 (18 VII)

Jak widziano różnicę między nami a rasą żółtą

I mongol i arya stanowią jednostkę społeczną, mieszkają po domach, warzą sobie strawę, posiadają dorobek w mieście, czytają książki przechowujące im doświadczenie przodków, własne przechowują dla potomstwa w piśmie lub w druku. Lecz pomimo tego wszystkiego, pomimo nawet

wspólnej nazwy człowieka, to są dwie istoty tak różne, że zupełne porozumienie się pomiędzy nimi i wspólne działanie, prowadzące do jednego celu, w jednakowym rozumieniu tego celu, jest rzeczą niemożliwą. Cechą główną rasy mongolskiej jest trzodowość w instynktach społecznych, w umysłowości zaś lenistwo, prowadzące do zupełnej obojętności dla nauki i wiedzy, a uwydatniające się w braku wszelkiego krytycyzmu, co razem wzięte wytwarza znany ich konserwatyzm.

I. Radliński Stosunki etnograficzne na krańcach wschodnich Azji Wszechświat 1897, 16: 472 (25 VII)

Strusi żołądek

Zwyczaj pokarm strusia w stanie dzikim stanowią różne trawy, ziarna, owady, jaszczurki, węże i żaby; w niewoli je on wszystko, co mu dać do zjedzenia, a nawet więcej, gdyż połyka wszystko co tylko nie jest przybite lub przywiązane, a co przejść może przez gardło. Brehm powiada, że podczas pobytu jego w Chartumie, ile razy zginął jaki przedmiot niełatwo ulegający zepsuciu, szukano go w ekskrementach strusich i prawie napewno znajdowano. Uczony ten dodaje, że spory pęczek jego kluczy nieraz przebywał tę drogę. Oto jest wykaz przedmiotów, jakie Berchon znalazł w żołądku strusia przez się otwartym: piasek, pakuły, szmaty ważące 3 500 g, trzy kawałki żelaza, dziewięć monet angielskich, dwa klucze żelazne, 17 gwoździ mosiężnych, zawiaski mosiężne, 20 kluczy żelaznych, dalej kule ołowiane, guziki, dzwonki, żwir i t.d. wszystko razem ogólnej wagi 4 228 g czyli blisko 11 funtów polskich. Verreaux wspomina o strusiu, który mu połknął jednocześnie duży kawałek mydła i lichtarz mosiężny; ten ostatni wyszedł potem z ptaka, lecz kompletnie zgięty. Brehm dodaje, że chowane strusie często zjadają młode kurczęta lub kaczęta

J. Stolzman Ptaki strusiowate (Struthionas) Wszechświat 1897, 16: 458 (18 VII)

Kosmaci i szczerbaci

Zjawiska nieprawidłowego, nadmiernego uwłosienia ciała ludzkiego (*Hypertrichis universalis*) oddawna były spotykane, a indywidua tym dotknięte noszą nazwę ludzi kosmatych, ludzi leśnych (*Hundemenschen*, *Affenmenschen*, *Waldmenschen*). Zjawisko to wydarza się wśród wszystkich klas społecznych, zarówno u mężczyzn jak kobiet. Z własnych obserwacji autor przytacza opis Adryana Jewtichiewa i syna jego, Fedora, którzy odbywając podróż po Europie, pokazywali się w panoptikum różnych miast. Cała twarz Adryana, oczy, powieki, małżowiny uszne pokryte były gęstymi, kosmatymi, długimi na kilka centymetrów blond włosami. Włosy na głowie i brodzie były silniejsze i dłuższe. Czoło i dach czaszki odznaczały się również gęstym porostem. Głowa tego człowieka zupełnie przypominała głowę pinczera, zwłaszcza gdy włosy swobodnie w dół spływały. Gdy włosy uczesane były na jedną stronę, twarz przybierała bardziej ludzkie wejście.

Syn Adryana, Fedor, którego w r. 1884 Bartel widział w panoptikum jako 14-letniego chłopca, miał twarz porośłą również długimi na 4-5 cm włosami; kolor ich od brunatnego przechodził w jasny lila, im niższa okolica twarzy, tym zabarwienie było intensywniejsze. Całe ciało pokrywały również bujne włosy, wyjątek stanowiła tylko przednia strona szyi i wewnętrzne strony nóg i rąk. Portrety innych ludzi leśnych różnią się tylko w szczegółach, głównie długością włosów. Charakterystyczną cechą tych ludzi bywa często niekompletne uzębienie. Fedor np. przy pierwszym badaniu w dolnej szczęce okazywał 4, potem w kilka lat 6 zębów.

Nadmiernie uwłosienie ciała, idące zwykle z niekompletnym uzębieniem, jest zjawiskiem dziedzicznym.

E. God., j (Godlewski Jr.) Ludzie kosmaci Wszechświat 1897, 16: 476 (25 VII)

Co skłoniło do badań nad telegrafem bez drutu?

Podjęte do badań tych dało dostrzeżenie przypadkowe w r. 1884, gdy depesze telegraficzne, przesyłane do pod drutach izolowanych, umieszczonych w rurach żelaznych pod ulicami Londynu, mogły być słyszane w obwodach telefonicznych, których druty rozciągnięte były ponad dachami domów, w odległości 24 m. W roku następnym przekonano się, że prądy

przebiegające po zwykłych drutach telegraficznych powodowały zakłócenia elektryczne w odległości 600 m, a doświadczenia staranne w r. 1886 i 1887 wykazały, że działania te mają miejsce zgoła bez udziału przewodnictwa ziemi, jedynie wskutek rozchodzących się fal elektromagnetycznych.

S.K. (Kramsztyk) *Telegrafia bez drutu* Wszczęświat 1897, 16: 513 (15 VIII)

Surowa, acz skuteczne prewencja

W przemyśle dyamentowym ważne znaczenie mają konieczne środki ostrożności przed kradzieżą dyamentów. Dawniej straty wskutek kradzieży dochodziły do 30–40% całkowitej produkcji i rzecz oczywista, że kradziono zawsze najładniejsze okazy. Zwłaszcza murzyni dochodzili do nadzwyczajnej wprawy w ukrywaniu kamieni między palcami nóg, w uszach, w nosie, pod językiem, lub też połykali je odrazu. Ażeby powstrzymać kradzieże, robotników białych dozoruja bardzo surowo, wydano również prawa, według których każdy, u kogo znaleziony będzie dyament bez poświadczenia władz, że został kupionym, uważany jest za złodzieja i karany kilkoma latami ciężkich robót. Nasyp w Capetown, broniący portu od morza, zbudowany jest przeważnie pracą tych nieprawych właścicieli dyamentów. Daleko surowsze jeszcze zwyczaje zastosowano do murzynów; europejczycy oparli się im, wywoławszy groźny i powszechny strajk. Murzynów najmuje się odrazu na przeciąg kilku miesięcy i przez ten czas mieszkają oni w specjalnym budynku, ogrodzonym kilkoma parkanami; budynek całą noc oświetlony jest elektrycznie i dozorowany przez białych, którzy znów i sami siebie dozoruja nawzajem. Przed ukończeniem czasu pracy czamym nie wolno wydalać się z budynku; gdy praca ich się skończy, każdego poddaje się przez czas pewien systematycznej obserwacji, która nawet wnętrza jego ciała nie oszczędza. Wypuszczają ich dopiero, gdy niema wątpliwości, że dyamentów nie skryli.

Przy takich ostrożnościach i skoncentrowanym systemie produkcji, nic dziwnego, że przemysł dyamentowy w Afryce jest dziś w stanie zupełnie kwitnącym.

L. Br. (Bruner) *Kopalnie dyamentów Wszczęświat* 1897, 16: 538 (22 VIII)

Ach ta rączka, taka smukła...

Prócz znanych ogólnie różnic w długości i wąsności ręki i nogi, wspomnieć wypada, że u kobiet częściej palec wskazujący dłuższy jest od obrączkowego; zaś wręcz przeciwnie jest u mężczyzn, którzy w tym względzie zbliżają się do murzynów i małp antropoidalnych; stąd ręka kobieca ma kształt smuklejszy, delikatniejszy. Paluch kobiecy zwykle jest krótszy zarówno u ręki jak u nogi.

M. Fl. (Flaum) *O drugorzędnych cechach płciowych Wszczęświat* 1897, 16: 488 (1 VIII)

Wdowiec piękny i odpowiedzialny

W Nogent-le-Rotron zbudowała sobie gniazdo para łabędzi i jaja były już zniesione, gdy samica została zaduszona przez psa pasterskiego. Sądzone, że gniazdo zostanie opuszczone, stało się wszakże inaczej; samiec zasiadł na trzech jajach świeżo zniesionych i przez 41 dni spełniał gorliwie przyjęte na siebie obowiązki, opuszczając gniazdo tylko na kilka chwil rano i wieczorem, by się pożywić i oczyścić. Z dwu jajek wykluły się młode, a łabędź opiekował się nimi, jakby najczulsza i najwprawniejsza matka, prowadząc je do wody, okrywając skrzydłami i wychowując. Nie dozwolił zbliżyć się ku sobie samicy, którą mu sprowadzono i odpędzał ją uderzeniem dzioba, dopóki trwało wychowywanie młodych; wtedy dopiero, gdy mogły już one same sobie wystarczyć, przyjął samicę ofiarowaną sobie i zgodził się na wspólne z nią życie. Czy każdy inny łabędź zachowywałby się tak samo w podobnej okoliczności, z tego jednego przykładu wnosić oczywiście nie można.

T. R. (S. Kramsztyk) *Wysiadanie jaj przez samce Wszczęświat* 1897, 16: XXXI (1 VIII)

ROZMAITOŚCI

Prawdziwa endogenna morfina. Przełomowym odkryciem w dziedzinie walki z bólem było stwierdzenie, że morfina, najsilniejszy naturalny lek przeciwbólowy, działa poprzez przyłączanie się do specjalnych receptorów w organizmie, rozmieszczonych głównie w mózgu i przewodzie pokarmowym. Opisano istnienie trzech zasadniczych typów receptorów morfiny (nazwanych receptorami opioidowymi), określonych jako μ , δ i κ , a ponieważ wydawało się nieprawdopodobne, że receptory takie wyewoluowały jedynie na wypadek przypadkowego zetknięcia się różnych gatunków zwierzęcych z preparatami maku, w którym morfina występuje jako naturalny alkaloid, rozpoczęto poszukiwania substancji produkowanej w organizmie zwierzęcym, która działałaby na te receptory (substancje takie nazywa się endogennymi ligandami). Intensywne badania, prowadzone przez trzy grupy uczonych, doprowadziły do odkrycia trzech grup substancji peptydowych, działających z różną siłą na poszczególne receptory. Angielska grupa Johna Hughesa i Hansa Kosterlitz wyizolowała z mózgu świni dwa małe peptydy, działające głównie na receptory δ , i nazwała je enkefalinami. Amerykanie Derek Smythe i Chao Li wyodrębnili długie peptydy, endorfiny, należące, jak obecnie wiemy, do rodziny proopiomelanokortyny, działające równie silnie na receptory δ i μ . Inna grupa amerykańska, kierowana przez Avram Goldsteina, odkryła jeszcze jedną grupę peptydów opioidowych, dynorfiny, działające najsilniej na receptor κ .

Przeciwbólowe efekty morfiny zależą od jej działania na receptory μ , na które w wybiórczy sposób żaden z odkrytych w latach 70. peptydów opioidowych nie działał. Na znalezienie prawdziwego peptydu przeciwbólowego, silnego i wybiórczego endogennego liganda receptora μ , trzeba było czekać ponad 20 lat. Odkrycie jego opublikowano dopiero w kwietniu tego roku: stosując pomysłowe techniki chemiczne James Zadina, Laszlo Hackler, Lin-Jun G i Abba Kastin zsyntetyzowali i wyizolowali z kory czołowej mózgu bydłęcego dwa krótkie, składające się z czterech aminokwasów oligopeptydy, Tyr-Pro-Trp-Phe i Tyr-Pro-Phe-Phe, nazwane endomorfina-1 i endomorfina-2. Endomorfiny silniej i bardziej wybiórczo niż dotychczas znane peptydy opioidowe łączą się z receptorem μ , a podane domózgowo lub nardzeniowo powodują utrzymujące się długo znieczulenie, co najmniej równie silne, jak morfinowe. Wydaje się więc, że odkryto wreszcie swoisty, naturalny związek przeciwbólowy, chociaż z całą pewnością będzie to można stwierdzić dopiero po sklonowaniu genu syntetyzującego białko, z którego w drodze cięcia powstaje endomorfina. Odkrycie endomorfiny spowoduje na pewno badania nad możliwością ich użycia jako leku, a także nad syntezą przeciwbólowych oligopeptydów o podobnej budowie. Istnieją pewne, choć niewielkie, nadzieje, że na tej drodze uda się otrzymać leki przeciwbólowe wywołujące mniejszą tolerancję i mniejsze uzależnienia.

Nature 1997, 386: 499

J. Vetulani

Szybkość geparda. Ogólnie wiadomo, że gepard azjatycki czyli czytah (*Acinonyx jubatus*) jest najszybszym zwierzęciem lądowym, ale oceny szybkości jego biegu dość się wahały. Tradycyjnie podawano, że może on osiągnąć szybkość 114 km/h, ale okazało się, że pomiar, na podstawie którego obliczono tę wartość, był obciążony licznymi błędami: odcinek, na którym mierzono czas przebiegu wynosił nie 80 jardów, jak sądzono, a tylko 65, pomiar czasu był dokonany niedokładnym stoperem, a wreszcie i arytmetyka okazała się błędna. Kolejne pomiary przeprowadzano na podstawie zdjęć filmowych, jako miarę przebytej odległości uznając wielokrotność długości ciała zwierzęcia. Te pomiary przy-

niosły wynik zaledwie 90 km/h, co oznaczałoby, że czytah biegnie wolniej niż gazela Thomsona.

Ostatnio pomiary szybkości biegu czytaha przeprowadził N.C.C. Sharp, trener lekkoatletyczny dobrze wprawiony w używaniu stopera. Bieg mierzono na odcinku 220 jardów (201.2 m). Czytaha wypuszczono za landrowerem, na którym znajdowała się przynęta, a bieg mierzono ze startu lotnego: zwierzę ruszało w pogoń z dystansu 18 m przed linią startu. Trzykrotnie powtórzone doświadczenie dawało za każdym razem prawie identyczny wynik, a rekordowy wynosił 105 km/h. Warto przypomnieć, że rekord konia wyścigowego wynosi 69 km/h.

Nature 1997, 386: 659

J. Latini

RECENZJE

Werner Schöllkopf: **Aster**, Stuttgart 1995, Verlag Eugen Ulmer, s. 168, cena 78 DM, ISBN 3-8001-6573-2

Jak do tej pory astry stanowią taki rodzaj roślin ozdobnych, który nie posiadał własnej monografii botaniczno-ogrodniczej. Zwrócił na to uwagę W. Schöllkopf – wybitny znawca bylin w Niemczech i właściciel znanego ogrodnictwa specjalizującego się w ich produkcji. Pod wpływem innego znanego autora książek botaniczno-ogrodniczych, F. Köhleina, postanowił napisać monografię astrów jako stosunkowo słabo rozpoznanych roślin ozdobnych. Nie przeczy temu sytuacja, że niektóre gatunki astrów, zwłaszcza jesiennych, są już powszechnie znane (aster krzewiasty *A. dumosus*, aster nowoangielski *A. novae-angliae*, aster nowobelgijski *A. novi-belgii*, czy aster gawędka *A. amellus*).

Rezultatem wieloletnich zainteresowań W. Schöllkopfa jest interesująca książka poświęcona astrom. Obejmuje następujące rozdziały: „Astry – historia i pochodzenie”; „Morfologia”; „Opis gatunków i roślin”; „Rozmnażanie astrów”; „Selekcja i uprawa”; „Siedliska, właściwości i wymagania”; „Zastosowanie astrów”; „Choroby i szkodniki”; „Pokrewne rośliny astrowate”, a także bibliografię, adresy ogrodnictw sprzedających astry oraz skorowidze.

Astry należą do rodziny astrowatych (*Asteraceae*) liczących około 19 000 gatunków. Jest to jedna z najliczniejszych rodzin roślin wyższych. Do rodzaju „aster” zalicza się obecnie ponad 600 gatunków botanicznych. Zazwyczaj są to trwałe byliny, chociaż znane są także gatunki dwu- i jednoroczne. Główny obszar występowania astrów to: Ameryka Północna, Azja (zwłaszcza Chiny i Japonia), a także Europa. Znane są gatunki astrów w Ameryce Środkowej i Południowej oraz w Afryce Południowej. Wiele gatunków jest jeszcze bardzo słabo poznanych, a nadal odkrywa się nowe gatunki. W starych książkach (przed 1770 rokiem) nieznano w ogóle astrów. W ciągu XX wieku wzrosła znacznie ich znajomość i uznano je za wartościowe rośliny ozdobne. Ogólnie astry dzielimy na gatunki kwitnące wiosną, wczesnym latem i jesienią. Tych ostatnich jest zdecydowana większość.

Do astrów wiosennych należą przede wszystkim aster alpejski *A. alpinus* – bardzo przydatny jako roślina do ogródków skalnych (wiele odmian). Natomiast aster tongolski *A. tongolensis* nadaje się bardziej na rabaty, gdyż jest wyższy (do 50 cm). Do wiosennych astrów zaliczamy też *A. yunnanensis*. W okresie lata kwitnie przede wszystkim aster gawędka *A. amellus* z wieloma odmianami. Do mniej zna-

nych gatunków – przede wszystkim dla obszarów naturalistycznych – zaliczamy aster sercolistny *A. cordifolius* (z najważniejszą odmianą „Ideal”), a także długokwitnący aster rozkrzewiony *A. divaricatus*, *A. linosyris*, *A. ptarmicoides* var. *lutescens*, aster pirenejski *A. pyrenaicus* „Lutetia” oraz aster wąskolistny *A. sedifolius* „Nanus”.

Najważniejsze znaczenie posiadają jednak astry jesienne: aster krzaczasty *A. dumosus*, aster nowoangielski i aster nowobelgijski. Aster krzaczasty należy do roślin niewysokich (15-40 cm wysokości), natomiast odmiany dwóch pozostałych przekraczają zazwyczaj 100 cm. Jest charakterystyczne, że otrzymano już obecnie ogromną ilość odmian wymienionych astrów w najrozmaitszych kolorach i ich odcieniach. Aster nowoangielski i nowobelgijski należą do znakomitych bylin rabatowych, chociaż mogą być z powodzeniem uprawiane jako „solitary”.

Od niedawna stosuje się szereg gatunków astrów do różnego typu nasadzeń naturalistycznych. Chodzi tutaj zazwyczaj o gatunki botaniczne lub mało zmienione ich formy. Niektóre z nich stają się już prawie „niezbędne” dla zieleni miejskiej. Należy tutaj jeszcze w Polsce mało znany *A. ageratoides* (zwłaszcza odmiany „Ashi”, „Asmoe” czy „Asran”), który może być stosowany jako roślina okrywowa. Do podobnych celów mogą być stosowane: *A. glehnii* „Agleni” i *A. macrophyllus*. Ich żywotność jest tak duża, że wypierają one nawet podagrycznik, który jest pospolitym, bardzo uciążliwym chwastem w wielu ogrodach i parkach. Natomiast mało znane gatunki: *A. radula* i *A. umbellatus* mogą być stosowane na obszarach cienistych i wilgotnych. Wydaje się, że już wkrótce do nowych roślin rabatowych zaliczyć trzeba będzie także gatunki: *A. mongolicus*, *A. laevis*, *A. diffusus* czy *A. rugulosus*. Ten ostatni ma tylko 40-60 cm wysokości i nie rozprzestrzenia się silnie. Wiele gatunków astrów służyć może do produkcji wieńców i we florystyce.

Podsumowując książka W. Schöllkopfa – *Astry* stanowi znakomitą monografię ogrodniczo-botaniczną tych powszechnie znanych, a jednocześnie jeszcze tak mało znanych roślin ozdobnych. Można ją gorąco polecić – jako ciekawą lekturę – polskim czytelnikom, a zwłaszcza ogrodnikom i miłośnikom roślin. Wierzę, że już wkrótce uprawiane będą, także w Polsce, nowe gatunki i odmiany astrów.

Eugeniusz Kościński

L. Lipnicki, H. Wójciak: **Porosty. Klucz-Atlas do oznaczania najpospolitszych gatunków**, Warszawa 1995, WS i P, ISBN 83-02-05668-5, cena 13,00 zł, s. 216.

Recenzowana książka jest kierowana do wszystkich miłośników przyrody, a zwłaszcza do uczniów i nauczycieli, a przede wszystkim do osób, które nie są specjalistami z zakresu lichenologii. Autorzy starają się przybliżyć i ułatwić samodzielne poznanie tych interesujących organizmów. Porosty do niedawna zaliczano do świata roślin. Współczesne ujęcia systematyczne wyróżniają pięć królestw świata organicznego: *Monera* (organizmy bezjądrowe – bakterie i sinice), *Protista* (organizmy beztkankowe), *Fungi* (grzyby), *Plantae* (rośliny), *Zoa* (zwierzęta). Zgodnie z tym podziałem zostały one włączone do królestwa grzybów.

Aby móc odpowiednio korzystać z zamieszczonego w książce klucza, należy najpierw dobrze poznać budowę tych organizmów – anatomiczną, morfologiczną, podstawy ich fizjologii, a także zrozumieć jak ważną rolę pełnią one w przyrodzie i jakie znajdują wykorzystanie praktyczne. Właśnie takie informacje zawiera część wstępna niniejszej książki. W rozdziale „Pod lupą i mikroskopem czyli rzecz o anatomii i morfologii” autorzy podają w bardzo przystępny sposób charakterystykę tych organizmów. Poznajemy więc różnicowanie ich budowy morfologicznej, anatomicznej oraz wzajemną zależność wynikającą z symbiozy glonu i grzyba oraz różne typy ich rozmnażania. Tego rodzaju informacje są niezbędne dla amatorów, aby mogli lepiej poznać porosty, a w późniejszym etapie również korzystać z literatury lichenologicznej. Rozdział „To i owo o życiu porostów – podstawy fizjologii” zawiera głównie omówienie wzajemnej reakcji obu organizmów wspólnie żyjących. Autorzy przytaczają teorie, które odnoszą się do reakcji funkcjonalnej tego układu: glon-grzyb. Panuje pogląd, że porost jest przykładem idealnej symbiozy, w której dwa organizmy świadczą wzajemnie korzystne usługi. Jednakże walka o byt nie pozwala żadnemu z nich na całkowity „altruizm”. Kolejną, ważną cechą porostów jest ich zdolność do produkcji specyficznych substancji, zwanych „kwasami porostowymi”. Od rodzaju i ilościowej zawartości w plechach tych substancji zależą w dużym stopniu różnice we właściwościach chemicznych poszczególnych grup. Ich właściwa identyfikacja jest pomocna w określaniu cech diagnostycznych podczas ich oznaczania. Rozdział „Rola porostów” wprowadza czytelnika w zakres przystosowań różnych gatunków porostów jako organizmów pionierskich. Rosną one bowiem na większości siedlisk naturalnych, a także niektóre z nich stwierdzono również na podłożach antropogenicznych. Można je zatem znaleźć przede wszystkim na korze drzew i krzewów, na murszejącym drewnie, glebie i skałach. Przyczyniają się do przygotowania podłoża koniecznego do rozwoju wyższych organizmów roślinnych. Porosty znajdują również różne wykorzystanie w praktyce, m.in. w medycynie ludowej – np. brodaczy *Urena* stosowano niegdyś jako lek na porost włosów, a plechami

granicznika płucnika *Lobaria pulmonaria* leczono choroby płuc itp. Mogą być również wykorzystywane do celów kulinarnych – w kuchni japońskiej przysmakiem jest np. kruszownica *Umbilicaria esculenta* oraz włośotka *Alectoria pellucida*. Rozdział „Zamiast chemii i techniki – bioindykacja” zwraca uwagę na problem wykorzystania porostów jako wskaźników stanu sanitarnego powietrza. Pomimo że porosty są organizmami bardzo odpornymi, przeżywającymi nawet najbardziej ekstremalne warunki klimatyczne – nie są jednak w stanie przetrwać w warunkach, które stwarza człowiek. Wynika to z działalności przemysłowej (kwaśne deszcze), a także niewłaściwej gospodarki leśnej – wycinanie starych drzewostanów, wskutek czego następuje wyraźne obniżenie wilgotności powietrza i gleby. Substancje toksyczne wpływają na porosty bezpośrednio – uszkadzając składniki komórkowe, a także pojedyncze komórki, tkanki lub całe organy lub pośrednio – przez zmiany warunków ekologicznych w środowisku naturalnym. Wrażliwość porostów wynika głównie z faktu pobierania wody bezpośrednio z opadów atmosferycznych, nieprzefiltrowanej przez glebę. Wymieranie porostów w danej biocenozie stanowi symptom informujący o stanie i wzrastającym zagrożeniu tego obszaru. Kolejny rozdział „Wymieranie i ochrona” informuje, że „czerwona lista” porostów zagrożonych w Polsce obejmuje aktualnie 602 gatunki, co stanowi około 40% wszystkich znanych taksonów tej grupy z terenu Polski. Zbierając je, należy bardzo skrupulatnie przestrzegać reguł przedstawionych przez autorów w rozdziale „Czy i jak zbierać”, ponieważ są one bardzo pomocne w badaniu i poznawaniu tych organizmów w terenie. Część wstępną książki kończy zestawienie krótkich objaśnień dotyczących tego, w jaki sposób należy korzystać z zamieszczonego klucza, a także zamieszczono słowniczek podstawowych terminów, najczęściej używanych (w tym opracowaniu). Wykresy i ryciny ilustrujące tę książkę pomagają w zrozumieniu podstawowych zagadnień ekologicznych związanych z omawianą grupą organizmów.

Główną część książki stanowi szczegółowy klucz do określania powszechnie znanych porostów. Jest on wzbogacony barwnymi fotografiami każdego gatunku i opatrzony krótką charakterystyką. Umieszczony na końcu indeks polskich i łacińskich nazw gatunkowych umożliwia szybkie odnalezienie danego porostu w książce.

Ten popularny klucz wskazuje jak wiele ciekawych przystosowań kryją w sobie te niepozorne organizmy, jakimi są porosty. Fascynacja autorów lichenologią, którą starają się zainteresować czytelnika, jest tak znaczna, że z pewnością wielu, nie tylko biologów czy też studentów kierunków przyrodniczych, lecz również znaczną grupą miłośników piękna przyrody – chętnie zapozna się z omawianą książką. Tym bardziej, że ma charakter przewodnika kieszonkowego, który można zabrać na wycieczki szkolne czy wędrowki po naszym kraju.

Anna Lisiki Bożena Kowalczyk

KRONIKA

Wystawa w Muzeum Przyrodniczym UMK

W Muzeum Przyrodniczym Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu czynna jest od marca 1996 wystawa pt. „Świat porostów” autorstwa Edyty i Adama Adamskich. Wystawa włączona już na stałe do ekspozycji Muzeum prezentuje 23 barwne fotogramy porostów wykonane przez Adama Adamskiego oraz przegląd 50 gatunków okazów zielnikowych tych organizmów (z czego przeszło 30 to gatunki chronione). Okazy i zdjęcia opatrzone są odpowied-

nimi komentarzami oraz schematycznymi rysunkami. Ekspozycja adresowana jest głównie do studentów biologii oraz uczniów, ale także do osób zainteresowanych pogłębianiem wiedzy przyrodniczej. Porosty zwykle niezauważane ze względu na swoje niepozorne rozmiary i zabarwienie, przed obiektywem fotograficznym ujawniają swoją prawdziwą urodę. Odpowiednio powiększone struktury ich plech ukazują zupełnie inny świat, nieznanych kształtów i kontrastujących barw, jakże odmiennych od tych obserwo-

wanych na codzień. Wystawa przedstawia i ilustruje miejsca występowania porostów, ich różnorodność morfologiczną i budowę anatomiczną oraz sposoby rozmnażania się. Można znaleźć tu też informacje na temat roli i znaczenia



Fragment wystawy „Świat porostów”. Fot. A. Adamski

porostów. Porosty są niezwykle czułymi biologicznymi wskaźnikami zanieczyszczeń środowiska. Obserwując ich występowanie na danym obszarze, można bez drogiego specjalistycznego sprzętu ocenić z dużym prawdopodobieństwem stan sanitarny powietrza. Prezentowana jest także mapa Torunia z lat osiemdziesiątych. Na podstawie występowania porostów na terenie miasta, zaznaczono na niej tzw. „pustynie porostowe”. Są to strefy najbardziej skażone SO_2 i pozbawione zupełnie porostów. Mapa obrazuje, w jaki sposób bioindykatory mogą ostrzegać o zagrożeniu dla naszego zdrowia.

Największe zdziwienie budzi porównanie wyglądu eksponatów z prezentowanymi fotografiami. Wydaje się wręcz nieprawdopodobne, jak natura, w tak mistrzowski sposób, potrafi ukrywać zazdrośnie swoje subtelne piękno. Wystawa zachęca do rozglądania się wokół, w swoim najbliższym otoczeniu, bo i tu można dostrzec coś nowego i fascynującego, np. niepozorne porosty, a przynajmniej zauważyć ich istnienie.

Makroskopowe fotografie odsłaniają niedostrzegalny gołym okiem świat, dostarczając nie tylko wiedzy na temat porostów, ale także niezapomnianych doznań estetycznych.

Edyta Adamska

OLIMPIADA BIOLOGICZNA

Sprawozdanie z XXVI Olimpiady Biologicznej

W dniach 12-13 kwietnia 1997 r. odbyły się eliminacje centralne, a 14 kwietnia zakończenie XXVI Olimpiady Biologicznej; honorowym patronem zawodów był, tak jak i w latach poprzednich, Prezydent Miasta Stołecznego Warszawy – Marcin Świąciecki.

Do zawodów okręgowych przystąpiło w tym roku 1554 uczniów, aż o 172 więcej niż rok temu. Pierwszego dnia (18 stycznia) zawodnicy rozwiązywali test złożony ze 100 pytań. Najlepsze uzyskane wyniki to 93 punkty (1 osoba), 90 p. (1), 85 p. (1) i 83 p. (4 osoby). Powyżej 80 punktów osiągnęło w sumie 10 osób, w przedziale 71-80 p. było 36 osób, a w przedziale 61-70 p. – 127 osób. Po uwzględnieniu wyników z całej Polski do następnego etapu eliminacji – części ustnej – dopuszczono 254 osoby, które zdobyły ponad 57 punktów z testu (co ciekawe, identyczną granicę ustalono w roku poprzednim; wtedy osiągnęło ją 238 zawodników). Część ustna przebiegała identycznie, jak w latach poprzednich. Zawodnicy przedstawiali swoją pracę badawczą i odpowiadali na trzy pytania, za co w sumie mogli uzyskać maksimum 36 punktów. Na podstawie łącznych wyników testu i rozmowy do eliminacji trzeciego stopnia (finałów ogólnopolskich) dopuszczono 107 zawodników, którzy zdobyli co najmniej 95 punktów (rok temu granicą było 93,5 p.). Wyniki zawodników z poszczególnych okręgów przedstawia tabela.

Chciałbym przy tej okazji poinformować wszystkich zainteresowanych, że już w następnych zawodach (XXVII Olimpiady Biologicznej) w eliminacjach II stopnia część ustna zawodów ulegnie istotnemu skróceniu i będzie ograniczona wyłącznie do rozmowy o pracy. Taką decyzję podjął Komitet Główny po długich rozważaniach i konsultacjach z Komitetami Okręgowymi; głównym motywem były duże różnice w kryteriach oceny odpowiedzi pomiędzy poszczególnymi Komitetami Okręgowymi. W niektórych okręgach

dominowały oceny maksymalne, w innych – niemal nikt nie dostawał szóstek, przy czym oceny z Okręgów bardzo słabo korelowały z późniejszymi wynikami zawodników w zawodach III stopnia. W efekcie awans zawodnika do eliminacji centralnych w pewnym stopniu zależał od tego, w którym okręgu startował. Mimo licznych wysiłków nie udało się ujednolicić wymagań stosowanych w różnych Komitetach, co zresztą nie powinno dziwić.

Zawody trzeciego stopnia otworzył w sobotę, 12 kwietnia, przewodniczący Komitetu Głównego Olimpiady Biologicznej, prof. dr hab. Bronisław Cymborowski. Kolejny już raz władze Uniwersytetu Warszawskiego bezpłatnie udostępniły sale w Auditorium Maximum; dziękujemy za to serdecznie, zwłaszcza kierownikowi Działu Gospodarczego UW, panu Jerzemu Miksie.

Test, tak samo jak w ostatnich latach, składał się z 90 pytań z jedną odpowiedzią poprawną i 10 pytań „+/-”, tzn. takich, w których należało ocenić prawdziwość każdej z pięciu zaproponowanych odpowiedzi. W sumie za bezbłędne rozwiązanie testu można było otrzymać 140 p. Najlepsze tegoroczne wyniki to 112 p. (w zeszłym roku – 113), 110 p. i trzykrotnie 108 p.; wyniki powyżej 100 p. osiągnęło w sumie 13 osób (rok temu – 14), w przedziale 91-100 p. były 33 osoby, a w przedziale 81-90 p. – 36 osób. Wyniki poniżej 70 p. miało aż 8 osób (rok temu – 4). Do części ustnej zawodów dopuszczono 44 osoby, które zdobyły minimum 92 p. (rok temu granicę stanowiło 89 p.). Zawodnicy opowiadali o swoich pracach badawczych i odpowiadali na trzy wylosowane pytania, identycznie, jak w latach poprzednich. Tym razem nikt nie otrzymał czterech maksymalnych ocen (szóstek), ale za to aż pięciu zawodników – po trzy szóstki i jedną piątkę. Oceny odpowiedzi przeliczano na punkty tak samo, jak dotychczas – mnożąc średnią ocenę przez 20, tak więc do zdobycia było w tej części aż 120 punktów. Ostateczną pozycję zawodnika ustalano na podstawie sumy punktów z testu i odpowiedzi.

W tym roku wprowadzono dwie istotne zmiany dotyczące prac badawczych, przedstawianych przez zawodników. Po pierwsze, zastąpiono dotychczasową formę opracowania pracy (rozprawę) plakatem. Informacja na ten temat była rozpowszechniana zarówno poprzez Komitety Okręgowe Olimpiady Biologicznej, jak i prasę (artykuły prof. Cymborowskiego w „Biologii w Szkole” i „Wszechświecie”), dzięki czemu niemal wszystkie prace zostały opracowane zgodnie z nowymi zasadami. Było wprowadzone sporo plakatów przegadanych (za dużo tekstu, za mało graficznych przedstawień wyników) i słabo czytelnych, ale było też bardzo wiele opracowań doskonałych. Niemal wszyscy zainteresowani (uczniowie, nauczyciele i działacze Olimpiady) bardzo pozytywnie oceniali wprowadzoną innowację. Nie ulega wątpliwości, że z upływem lat będzie ubywać plakatów „nie trafionych”. Druga zmiana dotyczyła wyróżniania prac. Po raz pierwszy prace zawodników uczestniczących w zawodach okręgowych były wyróżniane bezpośrednio przez Komitety Okręgowe; na podstawie wstępnej oceny plakatów komisje typowały prace kandydujące do nagrody, ich autorzy przedstawiali pracę przed komisją i dopiero na podstawie takiej obrony podejmowano ostateczną decyzję o wyróżnieniu. Identyfikując procedurę zastosowaną w zawodach III stopnia. Sądzymy, że ten tryb decydowania o wyróżnieniu prac jest znacznie lepszy niż stosowany dotychczas. Pozwala on z jednej strony uniknąć nagradzania prac atrakcyjnych, ale nie samodzielnych, a z drugiej – daje zawodnikom szansę rozwiania ewentualnych wątpliwości i przekonania komisji o walorach pracy. W tym roku w zawodach centralnych wyróżniono ostatecznie dziesięć prac, z których jedna została zaprezentowana w formie wielostronicowego opracowania, a nie plakatu (ponieważ był to pierwszy rok obowiązywania nowych zasad, w drodze wyjątku przyjmowano także prace formalnie niezgodne z wytycznymi), a dwie – były pracami, których pierwotnie nie przewidziano do nagrody, ale których doskonałe przedstawienie przez autorów skłoniło komisję do zmiany decyzji. Wyróżnione prace przedstawiono na wystawce, towarzyszącej zakończeniu Olimpiady. Obok nich swoje produkty wystawiały Polskie Zakłady Optyczne S.A., a firma Elbox – pomoce dydaktyczne.

Uczestnicy zawodów i ich opiekunowie mieli okazję zwiedzić szklarnie Ogrodu Botanicznego UW (dziękujemy dyrektorowi Ogrodu, dr Hannie Werblan-Jakubiec i pracownikom Ogrodu) i wysłuchać wieczornych wykładów: mgr Roberta Jarzyny z Instytutu Biochemii UW o amyloidozach, prionach i chorobie Alzheimera i Maćka Panczykowskiego, studenta Wydziału Biologii UW i członka KGOB (i laureata Olimpiady sprzed kilku lat) o ewolucji człowieka. Niżej podpisany opowiedział nauczycielom i opiekunom zawodników o bioluminescencji i rodzicielskim piętnie genomowym.

Zakończenie zawodów zaszczycili liczni goście, wśród nich przedstawiciele instytucji wspierających Olimpiadę. Ministerstwo Edukacji Narodowej reprezentował dyrektor dr Krzysztof Kafel, Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej pani mgr inż. Ewa Piotrowska-Janias, Polskie Zakłady Optyczne S.A. dyr. Krzysztof Frelich, Wydział

Udział uczniów z poszczególnych okręgów w zawodach XXVI Olimpiady Biologicznej

LP.	OKRĘG	II ST. TEST	II ST. USTNE	II UST.: II TEST (%)	III ST. (FIN.)	LAUREACI
1.	Białystok	54	8	15	2	—
2.	Bydgoszcz	36	5	14	—	—
3.	Gdynia	84	11	13	4	—
4.	Katowice	193	29	15	14	2
5.	Kielce	94	18	19	8	4
6.	Kraków	119	38	32	17	9
7.	Lublin	87	15	17	4	2
8.	Łódź	69	21	30	9	2
9.	Olsztyn	54	6	11	2	—
10.	Opole	61	7	11	5	—
11.	Poznań	110	11	10	2	—
12.	Rzeszów	113	19	17	8	2
13.	Słupsk	34	4	12	—	—
14.	Szczecin	73	5	7	1	—
15.	Toruń	63	8	13	6	—
16.	Warszawa	90	12	13	6	2
17.	Wrocław	143	24	17	10	2
18.	Zielona Góra	77	13	17	9	—
19.	RAZEM/ŚREDNIO	1554	254	16	107	25

Biologii UW dzięki prof. dr hab. Ewa Symonides, Polskie Towarzystwo Przyrodników im. Kopernika prof. Wiesław Rzędowski, wydawnictwo Operon dyrektor Jarosław Lewiński, firmę Elbox p. Beata Juraszek. Po otwarciu uroczystości przez przewodniczącego prof. Cymborowskiego i krótkich przemówieniach gości przystąpiono do odczytania protokołów i wręczenia nagród i upominków. Nagrody wręczali przedstawiciele fundatorów. Cztero najmłodszych finalistów otrzymało nagrody im. Janiny Zdebskiej-Sierosławskiej – ufundowane przez Wydawnictwo Naukowe PWN podręczniki akademickie; autorzy wyróżnionych prac – książki ufundowane przez wydawnictwo Prószyński i S-ka i Oficynę Wydawniczą Multico. Laureaci pierwszego stopnia otrzymali albumy o Warszawie ufundowane przez Prezydenta Warszawy, Marcina Świąćckiego i ufundowane przez NFOŚiGW nagrody rzeczowe – kamerę wideo (zwycięzca) i aparaty fotograficzne Olympus M101 (firma Eurocolor sprzedała je z 21% rabatem); zwycięzca dostał jeszcze mikroskop Studart ufundowany, zgodnie z 26-letnią tradycją, przez PZO. Drobne upominki ufundowało Ministerstwo Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa. Laureaci drugiego stopnia

otrzymali albumy ufundowane przez Radę Warszawy i lornetki ufundowane przez Oficynę Wydawniczą Multico. Laureaci trzeciego stopnia – spiwory ufundowane przez Elbox.

Zdobywcy czterech pierwszych miejsc będą reprezentować Polskę na zawodach VIII Międzynarodowej Olimpiady Biologicznej w Aszchabadzie, Turkmenistan. Jeden z laureatów weźmie udział w tygodniowym międzynarodowym obozie naukowym w Alpach Szwajcarskich, a inny – na zaproszenie dr. Krzysztofa Skóry, kierownika Stacji Morskiej Instytutu Oceanografii Uniwersytetu Gdańskiego – spędzi tydzień w Stacji na Półwyspie Helskim.

Nagrody specjalne dla nauczycieli-opiekunów zdobywcy I (pani mgr Barbara Bukała) i II (pani mgr Ewa Przygoda) miejsca, odpowiednio 1500 i 1000 zł, ufundowało wydawnictwo Operon. Wszyscy nauczyciele-opiekunowie laureatów otrzymali też drobne upominki i zestawy podręczników szkolnych, ufundowane przez Operon. Wspaniałe nagrody dla szkół laureatów I stopnia – kwoty po 1800 zł przeznaczone na zakup pomocy naukowych – ufundował NFOŚiGW; z tego samego źródła pochodziła nagroda specjalna – 5000 zł na zakup komputera – dla szkoły, której uczniowie uzyskali najlepsze wyniki w tegorocznych zawodach. Było to IV LO im. Hanki Sawickiej w Kielcach: sześciu uczniów p. mgr Barbary Bukały uczestniczyło w finałach, z czego czwórka została laureatami (w tym dwóch – I stopnia). Warto przy tej okazji wspomnieć, że tylko nieznacznie gorsze (czy raczej – mniej rewelacyjne) wyniki mieli uczniowie pani mgr Janiny Szczepanek z I LO im. Jana Długosza w Nowym Sączu – piątka finalistów, a wśród nich trzech laureatów. Na dodatkowe podkreślenie zasługuje fakt, że wśród 10 wyróżnionych prac po dwie były autorstwa uczniów obu wymienionych Pań.

Po zakończeniu części oficjalnej głos zabrała pani mgr Bukała, która wspominała swoje niełatwe początki jako opiekunki olimpijczyków i podkreślała sympatyczną atmosferę Olimpiady (to, jak sądzę, w głównej mierze zasługa jej obecnego przewodniczącego). Paweł Pietraszek mówił do swych kolegów, w tym zwłaszcza – młodszych; namawiał do kontynuowania udziału w Olimpiadzie nawet jeśli pierwsze podejście nie zakończyło się pełnym sukcesem, co oczywiście jest ze wszech miar godne polecenia, tyle że w ustach Pawła zabrzmiało trochę zabawnie – bo on już w swoim pierwszym – zeszłorocznym – starcie zwyciężył.

Zachęceni gorącym przyjęciem koncertu na zeszłorocznym zakończeniu Olimpiady także i w tym roku przewidzieliśmy część artystyczną. Zrealizował ją stypendysta Krajowego Funduszu na Rzecz Dzieci, uczeń klasy maturalnej Liceum Muzycznego we Wrocławiu, pan Łukasz Pietrzak, gitarzysta klasyczny. W pierwszej części koncertu wystąpił solo w repertuarze klasycznym; na drugą część zapowiedział „niespodziankę”. Niespodzianką okazała się koleżanka ze szkoły, z klasy skrzypiec, pani Małgorzata Kogut, która jednak nie grała na skrzypcach, lecz śpiewała z akompaniamentem gitarowym p. Łukasza standardy jazzowe. Chyba nie przypadkowo były to utwory bliskie natury: Summer Time, Jesienne Liście, W Moim Magicznym Domu, a na deser już nie-przyrodnicza samba. Obie części koncertu były wprost rewelacyjne. Pani Małgorzata brała wprost interpretacją i fantastyczną angielszczyzną do tego stopnia porwała prof. Cymborowskiego, że i on zaczął przemawiać po angielsku. Niestety (?) nie zaśpiewał.

Janek Fronk
Sekretarz Naukowy KGOB

Laureaci XXVI Olimpiady Biologicznej

Laureaci I stopnia:

1. PAWEŁ PIETRASZEK, kl. IV, IV LO im. H. Sawickiej w Kielcach, uczeń mgr Barbary Bukały, okręg Kielce, 227 pkt. (112 + 115)

2. TOMASZ RELIGA, kl. III, II LO im. Głowackiego w Opatowie, uczeń mgr Ewy Przygody, okręg Rzeszów, 224 pkt. (109 + 115)
3. PAWEŁ KUNDERA, kl. IV, IV LO im. H. Sawickiej w Kielcach, uczeń mgr Barbary Bukały, okręg Kielce, 223 pkt. (108 + 115)
4. JAN SKUPIEŃ, kl. III, II LO im. Króla Jana III Sobieskiego w Krakowie, uczeń mgr Marzanny Wikery, okręg Kraków, 222 pkt. (107 + 115)
5. TOMASZ RYGIEL, kl. IV, I LO im. Kopernika w Krośnie, uczeń mgr Urszuli Marcinkowskiej, okręg Rzeszów, 220 pkt. (110 + 110)

Laureaci II stopnia:

6. PAWEŁ SYSKA, kl. IV, IV LO im. H. Sawickiej w Kielcach, uczeń mgr Barbary Bukały, okręg Kielce, 213 pkt. (98 + 115)
7. AGNIESZKA WOJTOWICZ, kl. IV, LO im. B. Nowodworskiego w Krakowie, uczennica mgr Marii Górki, okręg Kraków, 209 pkt. (104 + 105)
8. JACEK SZCZYGIELSKI, kl. IV, LO im. Kościuszki w Łukowie, uczeń mgr Heleny Pajdowej, okręg Warszawa, 208 pkt. (108 + 100)
- 9/10. SEWERYN OLKOWICZ, kl. IV, I LO im. Polskiej Macierzy Szkolnej w Mińsku Mazowieckim, uczeń mgr Elżbiety Mejsztunowicz, okręg Warszawa, 205 pkt. (100 + 105)
- 9/10. ELIZA WÓJCICKA, kl. IV, XIV LO im. Polonii Belgijskiej we Wrocławiu, uczennica mgr Mariana Piszczka, okręg Wrocław, 205 pkt. (100 + 105)
- 11/12. ZYTA KLEBEKO, kl. IV, II LO im. W. Korfańtego w Jastrzębiu Zdroju, uczennica mgr Łucji Klebeka, okręg Katowice, 204 pkt. (99 + 105)
- 11/12. GRZEGORZ PACYNA, kl. IV, I LO im. Długosza w Nowym Sączu, uczeń mgr Janiny Szczepanek, okręg Kraków, 204 pkt. (94 + 110)
13. JACEK RAKOCZY, kl. IV, ZSO Nr 1 LO im. Mickiewicza w Prudniku, uczeń mgr Ireneusza Grzegockiego, okręg Opole, 200 pkt. (100 + 100)
14. WOJCIECH CZOGAŁA, kl. IV, I LO im. Kopernika w Katowicach, uczeń mgr Irminy Kantor – Kuśnier, okręg Katowice, 198 pkt. (98 + 100)
15. KAROL JAMKA, kl. IV, II LO im. Króla Jana III Sobieskiego w Krakowie, uczeń mgr Renaty Rogoży, okręg Kraków, 197 pkt. (97 + 100)

Laureaci III stopnia:

16. SZYMON KOCANĀDA, kl. IV, I LO im. Długosza w Nowym Sączu, uczeń mgr Janiny Szczepanek, okręg Kraków, 196 pkt. (96 + 100)
17. KRZYSZTOF ROGOZIEWICZ, kl. IV, ZSO Nr 3 IX LO im. Słowackiego we Wrocławiu, uczeń mgr Marii Maroń, okręg Wrocław, 195 pkt. (95 + 100)
- 18/19. KRZYSZTOF KACZMAREK, kl. IV, I LO im. Kopernika w Łodzi, uczeń mgr Małgorzaty Tomtały, okręg Łódź, 193 pkt. (93 + 100)
- 18/19. MAREK ŻÓŁCIŃSKI, kl. IV, I LO im. Długosza w Nowym Sączu, uczeń mgr Janiny Szczepanek, okręg Kraków, 193 pkt. (103 + 90)
20. ANNA KAJZAR, kl. II, LO im. Skłodowskiej-Curie w Skawinie, uczennica mgr Grażyny Wojtylak, okręg Kraków, 191 pkt. (101 + 90)
- 21/22. KRZYSZTOF PIĘTAK, kl. IV, LO im. ONZ w Biłgoraju, uczeń mgr Barbary Zielińskiej, okręg Lublin, 190 pkt. (100 + 90)
- 21/22. KRZYSZTOF SAMBOR, kl. IV, VI LO im. Rejtana w Warszawie, uczeń mgr Anny Kociękiej, okręg Warszawa, 190 pkt. (100 + 90) (w roku szkolnym 1996/97 p. Kocięcka zawiesiła członkostwo w KGOB i nie uczestniczyła w jego pracach)
23. WOJCIECH GOŁĄB, kl. IV, I LO im. Króla Kazimierza Wielkiego w Olkuszu, uczeń mgr Marii Łaskawiec, okręg Katowice, 189 pkt. (99 + 90)
24. MATEUSZ SUMARA, kl. IV, IV LO im. Stanisława Anioła w Tarnowie, uczeń mgr Marii Sznajder, okręg Kraków, 188 pkt. (93 + 95)
25. SŁAWOMIR LANGNER, kl. IV, IV LO im. H. Sawickiej w Kielcach, uczeń mgr Barbary Bukały, okręg Kielce, 187 pkt. (102 + 85).



ROPUCHA PASKÓWKA *Bufo calamita* Laur. Fot. Władysław Strojny



SROMOTNIK BEZWSTYDNY *Phallus impudicus* L.:Pers. Fot. Krzysztof Spalek

Indeks 381586

