

WSZECHŚWIAT



PISMO PRZYRODNICZE

Tom 96 Nr 9

Wrzesień 1995



*Jak wężymy?
Szum losowy
Superplemniki*



ZDOBYCZ MŁODEGO (7 tygodni) TCHÓRZA *Mustela putorius* L. Fot. W. Strojny

Treść zeszytu 9 (2381)

M. Kruczek, O układach węchowych u kręgowców	219
Z. Bocheński, Ewolucyjne procesy wędrówek ptaków	221
J. Banaszak, Z wizytą na Pustkowie u Jean-Henri Fabre'a	223
H. Szarski, Szczególny przykład ewolucji	225
M. Grzybowska, J. Wiedeńska, Ochotki — „natrętne” owady	227
R. Karczmarczyk, Buk zwyczajny w Polsce i jego znaczenie	231
Fizjologia i patologia reaktywnych form tlenu. VIII. Reaktywne formy tlenu uszkodzają DNA (G. Bartosz)	232
Drobiazgi	
Od złodowaceń do raków czyli pożytek z losowego szumu (M. Sanak)	234
Stanowisko paprotnika kolczystego <i>Polystichum aculeatum</i> na Wyżynie Śląskiej (K. Spatek)	236
Wszechświat przed 100 laty (opr. JGV)	237
Rozmaitości	239
Obrazki mazowieckie (Z. Polakowski)	239
Recenzje	
E. Moskala: Atlas turystyczny Tatr Polskich (W. Mizerski)	240
J. Weigel: Australian Reptile Park's Guide to Snakes of South-East Australia (A. Żyłka)	240
Kronika Sieci BKM	241

* * *

Rada redakcyjna: Henryk Szarski (przewodniczący), Jerzy Vetulani (z-ca przewodniczącego), Adam Łomnicki (sekretarz).
Członkowie: Stefan W. Alexandrowicz, Wincenty Kilarski, Adam Kotarba, Halina Krzanowska, Barbara Płytycz, Adam Zajac, Kazimierz Zarzycki

Komitet redakcyjny: Jerzy Vetulani (redaktor naczelny), Halina Krzanowska (z-ca redaktora naczelnego), Stefan W. Alexandrowicz, Barbara Płytycz, Adam Zajac, Wanda Lohman (sekretarz redakcji)

Adres Redakcji: Redakcja Czasopisma *Wszechświat*, 31-118 Kraków, ul. Podwałe 1, tel. (12) 22-29-24

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 również recenzje z książek przyrodniczych oraz krótkie wiadomości z życia środowisk przyrodniczych w Polsce. 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 niosła pomoc w opracowaniu materiałów lub wyjaśniała powody odrzucenia pracy.

2. Typy prac

Wszechświat drukuje materiały w postaci artykułów, drobiazgów i ich cykli, rozmaitości, 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.

Rozmaitości 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 ukaże 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 wyliczanki 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 co 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 (NLQ lub HQ) i pisane na świeżej taśmce.

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 na dyskietce znacznie przyspieszy ukazanie się pracy drukiem.

Prace należy nadsyłać pod adresem Redakcji (Podwałe 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 WSPÓŁUDZIALE POLSKIEJ AKADEMII UMIEJĘTNOŚCI

TOM 96
ROK 114

WRZESIEŃ 1995

ZESZYT 9
(2381)

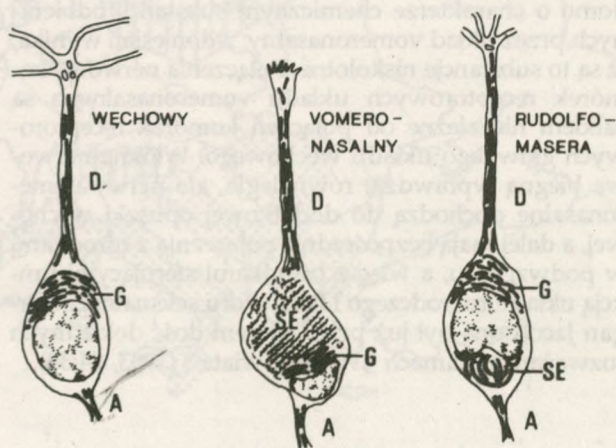
MAŁGORZATA KRUCZEK (Kraków)

O UKŁADACH WĘCHOWYCH U KRĘGOWCÓW

Narząd węchu jest filogenetycznie bardzo stary, jego obecność wykryto już u ryb chrzęstnoszkieletowych, żyjących około 100 mln lat temu. Prawie u wszystkich współczesnych ssaków węch jest jednym z podstawowych zmysłów decydujących o przetrwaniu osobnika. Odgrywa on bardzo istotną rolę w zdobywaniu pożywienia, jak również w różnych procesach związanych z rozrodem, identyfikacją osobników zarówno własnego jak i obcego gatunku, agresywnym zachowaniem i terytorializmem.

Chyba nie wszystkim wiadomo, że większość kręgowców (a prawie wszystkie ssaki) posiada pięć niezależnych systemów węchowych, potencjalnych „wykrywaczy” sygnałów zapachowych, biorących początek w jamie nosowej. Struktura nabłonka węchowego kręgowców wykazuje bardzo małą zmienność w obrębie poszczególnych gromad. W jego skład wchodzi trzy typy komórek: receptorowe, podstawowe i podporowe. Komórki receptorowe są dwubiegunowe i nazywają się komórkami zmysłowo-nerwowymi. Podobnie jak typowy neuron, każda komórka składa się z kadłuba, pojedynczej wypustki obwodowej zwanej dendrytem oraz wypustki dośrodkowej pełniącej funkcję włókna osiowego. Dendryt wystaje ponad powierzchnię nabłonka, a na jego powierzchni występują włoski czuciowe typu rzęski lub mikrokosmki. Dodatkowo w skład nabłonka węchowego wchodzi gruczoły Bowmana produkujące śluz zabezpieczający nabłonek przed uszkodzeniem. W tym właśnie śluzie muszą rozpuścić się substancje wonne, aby mogły na

nie zareagować komórki receptorowe. Komórki receptorowe wchodzące w skład poszczególnych systemów węchowych zbudowane są bardzo podobnie. Różnice dotyczą jedynie rozmieszczenia organelli komórkowych — aparatu Golgiego i gładkiej siateczki endoplazmatycznej (ryc.). Bardzo interesującą cechą systemów węchowych jest fakt, iż komórki receptorowe ulegają dezintegracji, a w ich miejsce rozwijają



Komórki receptorowe głównego układu węchowego, układu vomeronasalnego i Rudolfo-Masera. D – dendryt, A – akson, G – aparat Golgiego, SE – siateczka endoplazmatyczna. Za: Graziadei, P.P. (1977). *Functional anatomy of the mammalian chemoreceptor system*. In: *Chemical Signals in Vertebrates* (ed. D. Muller-Schwarze and M.M. Mozell). Plenum Publishing Corp., New York, pp. 435-454.

się nowe komórki zmysłowo-nerwowe z komórek podstawowych nabłonka węchowego. U gryzoni na przykład komórki receptorowe ulegają rozpadowi po 28-35 dniach. Jest to o tyle ciekawe, że jak powszechnie wiadomo, komórki nerwowe nie mają zdolności do rozmnażania. Wyjątek, oprócz oczywiście komórek receptorowych, stanowią komórki nerwowe w mózgu ptaków, kiedy zaczynają śpiewać i wędrują (patrz „Wszechświat” 1994, 95: 255). Z biologicznego punktu widzenia warto zanotować, iż komórki receptorowe rozwijają się w życiu zarodkowym osobnika z tej samej płytki zarodkowej (plakody) co i neurony produkujące LHRH — hormon uwalniający hormon luteinizujący, którego istotna rola w regulacji procesów związanych z rozrodem jest powszechnie znana.

Główny układ węchowy rozpoczyna się komórkami receptorowymi umieszczonymi w błonie śluzowej wyścielającej węchową część jamy nosowej. Komórki zmysłowo-nerwowe tego układu mają zdolność do percepcji lotnych substancji zapachowych, raczej o charakterze niespecyficznym. Twierdzi się, iż układ ten pełni rolę analizatora cząsteczkowego substancji chemicznych pochodzących ze środowiska zewnętrznego; między innymi decyduje o zdolności zwierzęcia do odszukania pożywienia. Z komórek receptorowych wybiegają włókna osiowe, które w czaszce przez blaszkę sitową łączą się w obrębie głównej opuszki węchowej, która z kolei ma połączenia do wzgórza i innych ośrodków kory mózgowej.

Dodatkowy układ węchowy, zwany też układem vomeronasalnym, organem Jacobsona, jest głównym narządem, za pomocą którego zwierzęta na drodze węchowej komunikują się ze sobą w obrębie gatunku. Układ ten rozpoczyna się komórkami receptorowymi zlokalizowanymi w narządzie vomeronasalnym. Otwory prowadzące do tego narządu umieszczone są różnie u różnych gatunków. U gryzoni znajdują się one u podstawy jamy nosowej, zaś u jeleni i słońi narząd vomeronasalny ma połączenia z jamą gębową otworami umieszczonymi w podniebieniu. Układ vomeronasalny bierze udział w przekazywaniu bodźców węchowych tzw. feromonów, które mają ścisły związek z procesami rozrodczymi. Niewiele wiadomo o charakterze chemicznym substancji odbieranych przez układ vomeronasalny; z doniesień wynika, iż są to substancje niskolotne. Połączenia nerwowe komórek receptorowych układu vomeronasalnego są całkiem niezależne od połączeń komórek receptorowych głównego układu węchowego. Włókna nerwowe biegną wprawdzie równolegle, ale nerwy vomeronasalne dochodzą do dodatkowej opuszki węchowej, a dalej mają bezpośrednie połączenia z ośrodkami w podwzgórzu, a więc z ośrodkami sterującymi funkcją układu rozrodczego i behawioru seksualnego. Organ Jacobsona był już przedmiotem dość dokładnych rozważań na łamach „Wszechświata” (1983, 84:34).

Badania przy użyciu mikroskopu elektronowego, prowadzone na gryzoniach, udowodniły istnienie trzech innych dodatkowych systemów węchowych. Są to: organ Rudolfo-Masera, zakończenia nerwu trójdzielnego i nerwu krańcowego.

Na organ Rudolfo-Masera (organ przegrodowy) składa się tkanka leżąca po obu stronach przegrody nosowej. Jakkolwiek komórki receptorowe nabłonka wyścielającego organ przegrodowy są wrażliwe na lotne substancje zapachowe, to dokładna jego funkcja nie jest znana. Włókna nerwowe komórek receptorowych dochodzą do różnych regionów głównej opuszki węchowej. Przypuszcza się, iż układ ten działa jako system wczesnego ostrzegania i dostarcza niespecyficzną informację o obecności lotnych substancji zapachowych, co z kolei pobudza zainteresowanie zwierzęcia.

Nerw trójdzielny (IV nerw czaszkowy) zbudowany jest z trzech gałęzi — jedna biegnie do nabłonka węchowego jamy nosowej, inna do komórek skóry głowy i ostatnia do rogówki oka. Zakończenia wewnętrznosowe nerwu trójdzielnego zdolne są do percepcji lotnych substancji zapachowych o charakterze drażniącym i szkodliwym, jak na przykład amoniak czy kwas solny. Mogą również współdziałać z głównym układem węchowym w wykrywaniu klasycznych substancji zapachowych nie będących jednak feromonami. Włókna nerwu trójdzielnego biegną do jąder pasma samotnego w rdzeniu kręgowym, jak również do wzgórza.

I ostatni z omawianych systemów węchowych, **nerw krańcowy**, którego włókna biegną zarówno do głównej jak i do dodatkowej opuszki węchowej. Zakończenia nerwu krańcowego wykazują ścisłe anatomiczne połączenia z obwodową częścią układu vomeronasalnego i dlatego też uważa się ten nerw za potencjalnego wykrywacza „feromonów”.

Fakt istnienia kilku niezależnych układów węchowych u gryzoni świadczy ewidentnie o istotności zmysłu węchu w życiu tych zwierząt. Są to tzw. zwierzęta makrosmatyczne.

Natomiast w życiu człowieka współczesnego węch odgrywa stosunkowo niewielką rolę (gatunek mikrosmatyczny). Spośród dodatkowych systemów węchowych u człowieka stwierdzono jedynie obecność szczątkowego narządu vomeronasalnego z komórkami receptorowymi zlokalizowanymi w nabłonku węchowym jamy nosowej. Wydaje się, iż nie pełni on istotnej funkcji biologicznej, bowiem niejasne są jego połączenia z centralnym systemem nerwowym.

Wpłynęło 2 II 1995

Dr Małgorzata Kruczek jest adiunktem w Instytucie Zoologii UJ w Krakowie

EWOLUCYJNE PROCESY WĘDRÓWEK PTAKÓW

Zjawisko wędrówek ptaków znane jest ludziom od tysiącleci. Pierwsze opisy wędrownych stad sięgają czasów Arystotelesa. Rozwój nauk przyrodniczych od dziewiętnastego wieku, wprowadzenie metody obrączkowania ptaków, a następnie zastosowanie radaru i różnych technik telemetrycznych doprowadziły do coraz lepszego poznania tego zjawiska. Poznane zostały trasy przelotów poszczególnych gatunków, ich fenologia, przebadano fizjologię i energetyczne podstawy zjawiska. Doświadczenia nad orientacją przestrzenną, prowadzone zarówno w terenie jak i w pracowniach, próbują odpowiedzieć m.in. na pytania, skąd ptaki wiedzą gdzie lecieć i jak, wracając z odległych nieraz o tysiące kilometrów zimowisk, trafić do zajmowanego przez wiele lat gniazda.

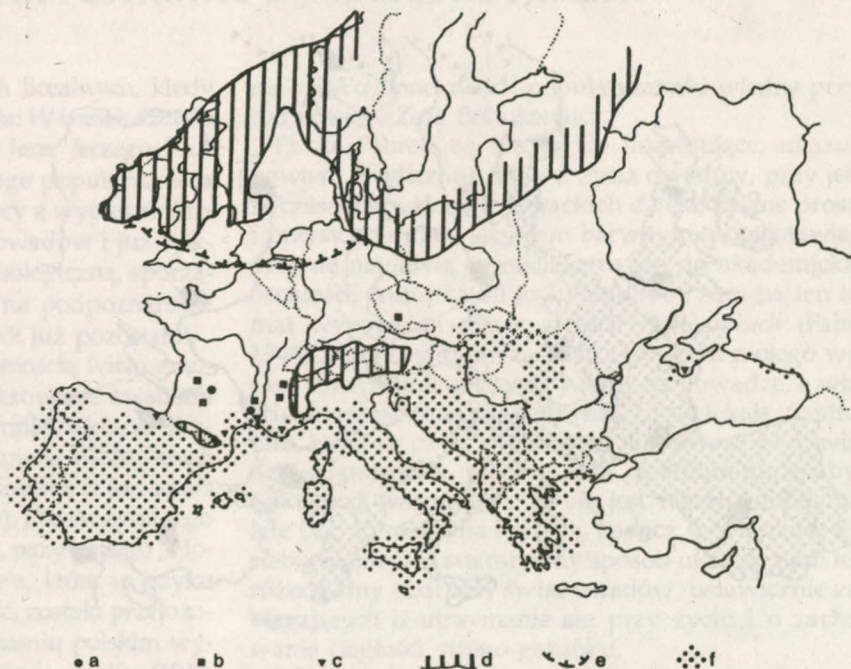
Mimo uzyskanych wielu odpowiedzi na wspomniane wyżej pytania powstają coraz to nowe problemy, związane ze zjawiskiem wędrówek ptaków. Ostatnio, w kwartalniku „Living Bird” (z lata 1994) ukazał się bardzo interesujący artykuł P. Bertholda i A. Helbiga, omawiający nowe dane na temat ewolucji migracyjnych zachowań ptaków. Dotyczy on czasu potrzebnego do dziedzicznego utrwalenia nowego dla danego gatunku kierunku wędrówki na zimowiska. Z kolei podsumowanie procesów mikroewolucyjnych w migracyjnych zachowaniach przedstawił Berthold na XXI Kongresie Ornitologicznym w Wiedniu w sierpniu 1994, wymieniając oprócz wspomnianego wyżej zjawiska także m.in. zmiany w fenologii, powstawanie niewędrownych części populacji wśród typowych gatunków wędrownych, czy wreszcie coś, co nazwał „rozciąganiem wędrowności”.

Na przełomie wieków łączono powstanie wędrówek ptaków z okresem epoki lodowcowej i koniecznością odlatywania na zimę z nowo zajmowanych terenów lądowych po wycofaniu się lodowca. Dziś, kiedy wiemy, że lądolód nasuwał się na teren północnej i środkowej Europy przynajmniej kilka razy, proste z pozoru wytłumaczenie (w przypadku wędrownych ptaków, zamieszkujących obecnie północną Europę) wydaje się być bardziej skomplikowane.

Migracje ptaków są zjawiskiem znacznie starszym niż okres plejstocen. Pośrednich dowodów na to szukać możemy w danych paleontologicznych, także na terenie Polski. Otóż jeszcze przed wypiętrzeniem się Karpat, w końcu paleogenu, przez południową Polskę przechodziła odnoga morska zwana Paratetydą. W głębokomorskich osadach z późnego oli-

gocenu (ok. 25-27 milionów lat temu), jakie stanowią łupki menilitowe, w Karpatach Przemyskich znaleziono obok licznych szczątków morskich ryb, także kilka fragmentów ptaków. Dla obecnych rozważań nieważne jest, że są to jedne z najstarszych na świecie szczątków reprezentujących rząd wróblowych; istotne natomiast, że są to pozostałości ptaków wyraźnie lądowych. Ptaki te najprawdopodobniej utonęły w morzu w czasie przelotu nad nim, tak jak się to zdarza obecnie ptakom wędrującym, gdy podczas przelotu nad morzem napotykają niekorzystne warunki atmosferyczne. Fakt istnienia zjawiska wędrówek ptaków już w zamierzchłej przeszłości nie oznacza oczywiście, że ukształtowane w trzeciorzędzie trasy przelotów przetrwały do dzisiaj. Zmieniły się bowiem zarówno kształty kontynentów jak i ptaki, gdyż szczątki z paleogenu reprezentują wymarłe rodzaje, a w większości przypadków także wymarłe rodziny ptaków.

Twierdzenie, że trasy wędrówek w Europie kształtowały się w miarę regresji lodowca kilkanaście tysięcy lat temu wydaje się nie całkiem pozbawione racji. Trzeba jednak pamiętać, że może to dotyczyć nie całych tras wędrówek poszczególnych gatunków, a stosunkowo krótkich ich odcinków, zwłaszcza w północnej i środkowej części subkontynentu, które dodatkowo w miarę zmieniających się warunków też zapewne ulegały zmianom. Pośrednim na to dowodem może być owo wymieniane przez Bertholda „rozciąganie wędrowności”, obserwowane u kulczyka *Serinus serinus*. Ten pierwotnie osiadły (niewę-



Ryc. 1. Miejsca znalezienia w Europie kopalnych szczątków pokrzewki czarnobistej *Sylvia atricapilla* ze środkowego plejstocenu (a), górnego plejstocenu (b) i holocenu (c) na tle granic maksymalnego zasięgu lądolodu ok. 20 000 lat temu i ważniejszych górskich czap lodowych występujących w tym czasie (d), granicy terenów objętych arktyczną tundrą (e) i rozmaitych środowisk z udziałem drzew (f) – pozostałe obszary Europy obejmowały rozmaite środowiska stepowe i górskie łąki (wg Zagwijn – bardzo uproszczone).

drowni) gatunek o śródziemnomorskim rozsiedleniu, w miarę obserwowanej w ostatnich stukilkudziesięciu latach ekspansji w kierunku północno-wschodnim, wytworzył na nowo zajmowanych terenach populację w pełni wędrowną. I istotne jest nie tylko samo powstanie zachowań wędrowkowych u osiadłego gatunku, ale przede wszystkim krótki przeciąg czasu w jakim się to stało.

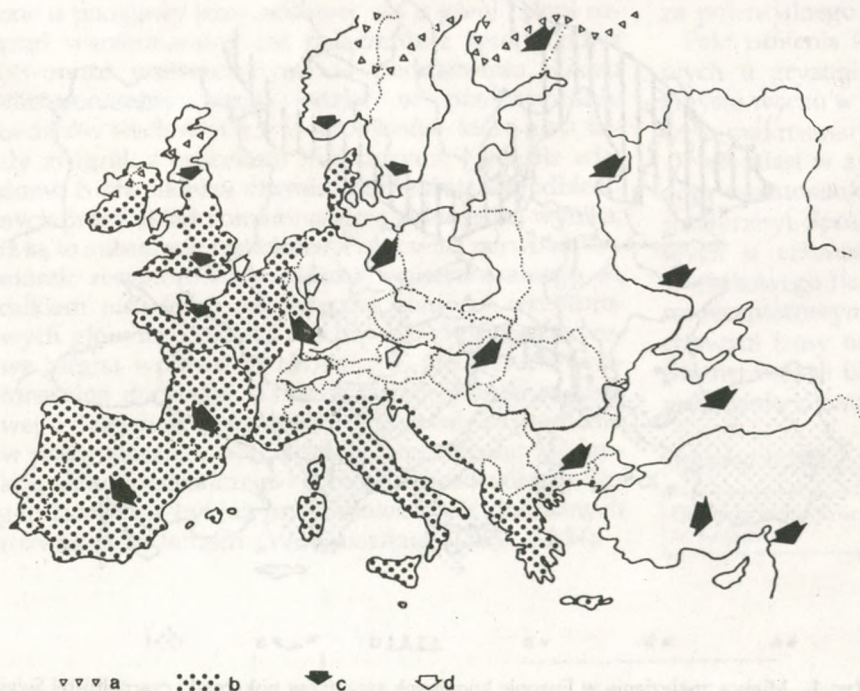
Jeszcze krócej, bo zaledwie ok. 30 lat, trwało opisanie we wspomnianym w wstępie artykule Bertholda i Helbiga zajęcie nowych terenów zimowiskowych i pojawienie się związanego z tym nowego kierunku wędrowki u pokrzewki czarnołbistej *Sylvia atricapilla*. Jest to gatunek wędrowny, szeroko rozsiedlony w Europie w strefie umiarkowanej i chłodnej. Niestety o historii zasiedlania Europy przez tę pokrzewkę niewiele wiemy. Dane kopalne są, jak to często w przypadku drobnych ptaków śpiewających bywa, bardzo skąpe. Na podstawie danych Hernandez, Lambrechta, Mourer-Chauviré, Vilette'a, Vilette'a i in. oraz Voinstvenskiego najstarsze ślady tego gatunku pochodzą z 2 stanowisk datowanych na środkowy plejstocen, położonych w południowej Francji; w późniejszych osadach z górnego plejstocenu i holocenu, a więc z ostatnich ok. 25 tysięcy lat, zostały stwierdzone szczątki kostne pokrzewki czarnołbistej w dalszych 11 miejscach: w Hiszpanii, w południowej Francji, w południowych Czechach oraz na Krymie. Położenie tych stanowisk na tle maksymalnego zasięgu lodowca i zasięgu rozmaitych siedlisk z udziałem drzew zostało przedstawione na mapie (ryc. 1). Wynika z niej, że szczątki z ostatniego zimnego okresu ostatniego zlodowacenia, obejmującego okres między 25 a 10 tysięcy lat temu, pochodzą z terenów o bogatej szacie roślinnej, choć (wg mapy opracowanej

niedawno przez Zagwijn) w czasie największej transgresji lodowca (20 000 lat temu) nie było tam lasów, będących typowym biotopem lęgowym pokrzewki czarnołbistej. Jednak po pierwsze, szczątki te przynajmniej w części pochodzą z osadów nieco młodszych, z czasów gdy zaczęła się już ekspansja drzew, a po drugie, zgromadzone przeze mnie dane o rozsiedleniu ptaków w okresie maksymalnej transgresji lodowca zdają się wskazywać, że przynajmniej niewielkie ostoje drzew musiały przetrwać na północ od granicy proponowanej przez Zagwijn (np. na stokach dolin rzecznych w południowej Polsce — podobne ostoje daleko od północnej granicy lasu opisał kilkadziesiąt lat temu Pleske w dziele o ptakach eurazjatyckiej tajgi). Poza tym stanowiska te (wyjawszy owe w Czechach i na Krymie) znajdują się w granicach obszaru, gdzie areał lęgowy pokrywa się z terenami zimowania w zachodniej Europie.

Wróćmy jednak do obserwacji i doświadczeń opisanych przez Bertholda i Helbiga i nieco wcześniej przez samego Helbiga. Otóż w grudniu 1961 w Irlandii stwierdzono po raz pierwszy zimowanie pokrzewki czarnołbistej, która zaobrazkowana była w okresie lęgowym w Austrii. Zimowanie tych ptaków na terenie Wysp Brytyjskich było wówczas zjawiskiem rzadkim. Od tego czasu liczba zimujących ptaków rosła do ok. 10 tysięcy w latach osiemdziesiątych. Wiele powtórnych złowień ptaków obrączkowanych wskazuje, że są to ptaki pochodzące z Belgii, Holandii, Niemiec i Austrii, które kierują się na zachód lub północny zachód. Obecnie w tych kierunkach leci w jesieni 7-11% lokalnych populacji. Pozostałe ptaki (ok. 90%) ze środkowo europejskich populacji lęgowych lecą tradycyjnie, jak dotychczas, w kierunku południowo-zachodnim lub południowo-wschodnim, w

zależności od populacji (ryc. 2), co wykazywały zarówno wyniki obrączkowania jak i doświadczeń, prowadzonych w specjalnych klatkach. Bada się w nich ukierunkowania niepokoju migracyjnego trzymanych w nich ptaków. Mają one możliwość obserwowania gwiazd, według których orientują się wędrując nocą.

W latach 1988-1990 wykonano następujące doświadczenie. Złapano 40 zimujących na Wyspach Brytyjskich ptaków, a następnie wpuszczono pary do wolier, w których się zagnieździły, i otrzymano razem 41 młodych. Kolejnej jesieni badano we wspomnianych klatkach ukierunkowanie niepokoju migracyjnego zarówno ptaków rodzicielskich jak i ich potomstwa. Okazało się, że obie grupy orientowały się w kierunku północno-zachodnim. Kontrolna grupa ptaków niemieckich, złożona z osobników zimujących w krajach śródziemnomorskich, wykazała podobnie jak dawniej orientację w kierunku południo-



Ryc. 2. Północna granica rozsiedlenia lęgowego (a) i tereny, w których (wg Crampa — uproszczone) w Europie spotyka się w zimie pokrzewki czarnołbiste *Sylvia atricapilla* zarówno z populacji wędrownych, jak i częściowo osiadłych (b), oraz główne kierunki wędrowki jesiennej na zimowiska (c) i opisywany przez Bertholda i Helbiga nowy kierunek wędrowki (d) — nie uwzględniono danych Franssona i Słota ze Szwecji.

wo-zachodnim. Zbadano doświadczalnie także w jakim kierunku orientuje się potomstwo par mieszańców, w których jedno z rodziców należało do grupy zimującej na Wyspach Brytyjskich, a drugie w rejonie śródziemnomorskim: ukierunkowanie ich niepokoju migracyjnego było pośrednie.

Autorzy uważają, że pokrzewki zimujące na Wyspach Brytyjskich znajdują tam korzystne warunki bytowania, tak pokarmowe (masowe dokarmianie) jak i klimatyczne (łagodne zimy, m.in. dzięki efektowi cieplarnianemu), trasa do pokonania jest ok. 1/3 krótsza niż na zimowiska śródziemnomorskie, a prócz tego szybciej wydłużające się na wiosnę dni powodują wcześniejszy powrót na lęgowiska, co z kolei pozwala zająć optymalne miejsca lęgowe. Powstało więc pytanie, dlaczego lęgowa populacja brytyjska nie pozostaje na zimę, tylko odlatuje w rejony Morza Śródziemnego? Autorzy uważają, że w całkowicie wędrownej lęgowej populacji brytyjskiej behawioralne zmiany, powodujące przejście tej populacji na osiadły tryb życia będą ewoluować powoli; prawdopodobnie to jednak nastąpi, podobnie jak w przypadku osiadłych brytyjskich populacji rudzików i kosów.

Najważniejszym wnioskiem, wypływającym z doświadczeń Bertholda i Helbiga jest jednak stwierdzenie, że „zachowania migracyjne mogą ewoluować w błyskawicznym tempie w porównaniu do epok geologicznych”.

I na zakończenie jeszcze jedna ciekawostka z ostatniej chwili. Otóż w jesieni 1994 Fransson i Slot opublikowali podsumowanie licznych obserwacji zimowania pokrzewek czarno-blistych w Szwecji. Nasiliły się one od lat sześćdziesiątych, co czasowo współgra z danymi z Wielkiej Brytanii. Z obserwacji wędrownych stad zbieranych we wrześniu i październiku w południowej Skandynawii wynika, że 9% ptaków leci w kierunku północnym. Potwierdzające te obserwacje wyniki obrączkowania są jednak nader skąpe: autorzy wymieniają tylko jednego ptaka, zaobrączkowanego w październiku 1993 w Belgii i znalezione go w grudniu tego roku w południowej Szwecji. Brak też danych, czy wśród zimujących ptaków nie ma osobników z miejscowej populacji lęgowej. W odróżnieniu od pokrzewek zimujących na Wyspach Brytyjskich, dane ilościowe ze Szwecji wskazują na bardzo wysoką śmiertelność w ciągu miesięcy zimowych. Wśród sposobów tłumaczenia zjawiska Fransson i Slot wymieniają m.in. ocieplanie się klimatu. Nie jest ono jednak na tyle duże, by stworzyć ptakom dogodne warunki przeżycia. Może więc jesteśmy świadkami tej, błędnej tym razem, ślepej uliczki ewolucji, działającej na zasadzie prób i błędów?

Wpłynęło 27 II 1995

Dr hab. Zygmunt Bocheński jest profesorem zw. w Instytucie Systematyki i Ewolucji Zwierząt PAN w Krakowie; zajmuje się różnymi zagadnieniami dotyczącymi współczesnych i kopalnych ptaków

JÓZEF BANASZAK (Poznań, Bydgoszcz)

Z WIZYTĄ NA PUSTKOWIU U JEAN-HENRI FABRE'A

Było to jeszcze w moich czasach licealnych, kiedy wpadła mi w ręce książka niezwykła: *W krainie dziwów* Jean Henri Fabre'a, napisana przez Jana Jerzego Karpińskiego, entomologa i niedoścignętego popularyzatora przyrody. Odtąd w zimowe wieczory z wypiekami na twarzy śledziłem życie i obyczaje owadów i już tęskniłem do wiosny, by z siatką entomologiczną, sporządzoną ze starej firanki, wyruszyć na podpoznańskie pola po pierwsze moje owady. I tak już pozostało!

Trudno powiedzieć ilu, ale z pewnością wielu entomologów zawdzięcza swoje zainteresowanie owadami lekturze dzieł Fabre'a lub przynajmniej lekturze licznych opracowań, powstałych na kanwie niezwykłych *Souvenir entomologiques. Etudes sur l'instinct et les mœurs des insectes* (Paris, Librairie Delagrave). Dzieło życia tego genialnego przyrodnika-entomologa, nazywanego „Hommerem owadów”, Jean Henri Fabre'a, które w języku francuskim tworzy 10-tomową całość, zostało przełożone na dziesiątki języków. W tłumaczeniu polskim wyszły wybory z pism tego autora: *Z życia owadów* (1948, wyd. III), i *Dziwy instynktu u owadów i pająków* (wyd. I w 1916, wyd. II w 1948). Powstały też różne opracowania na kanwie głównego dzieła, w tym wymieniona na wstępie książka Jana Karpińskiego oraz wcześniej wielokrotnie wznawiana książka *Służba zdrowia w świecie*

owadów, innej naszej popularyzatorki wiedzy przyrodniczej — Zofii Bohuszewicz.

Pisma Fabre'a są niezwykle interesujące, ukazują bowiem niezliczone fakty z życia owadów, przy jednoczesnych walorach literackich dzieła. Pisane prosto i przystępnie choć językiem barwnym, przedstawiają prawdę naukową bez uciekania się do akademickiej oschłości. Autor czyni to świadomie i sam na ten temat wypowiada się w swoich *Pamiętnikach* (Fabre 1948): „Inni czynili mi zarzuty z powodu mojego wysłowienia, któremu zbywa jakoby na powadze, a właściwie na oschłości akademickiej. Ci się lękają, że stronica, którą się czyta z łatwością, nie zawsze daje świadectwo prawdzie. Według nich, głębokim można być tylko pod warunkiem, że się jest niezrozumiałym”. Nie bacząc zatem na krytykę, badacz w właściwy dla siebie niezwykle sugestywny sposób ukazuje nam ten różnorodny i barwny świat owadów, ustawicznie zabiegających o utrzymanie się przy życiu i o zachowanie ciągłości swego gatunku.

Serignan du Comtat — to niegdyś mała wieś prowansalska w pobliżu Orange, dziś niewielkie miasteczko, otoczone winnicami. Na małym ryneczku opodal kościoła stoi brązowy pomnik sławnego mieszkańca tej osady — J.-H. Fabre'a. Tutaj bowiem przez wiele lat prowadził obserwacje nad owadami i tutaj

pisał swoje dzieło. Ale zanim trafił do Serignan, były lata nauki zawodu nauczycielskiego, studia i pierwsza praca.

Po prawie czterdziestoletnich zmaganiach spełnia się gorące pragnienie Fabre'a: zostaje właścicielem małego ustronia w Serignan. W otaczającym dom ogrodzie zakłada „żywe” laboratorium, nazwane przez niego „Harmas” — „Pustkowie”. Sam uczony tak pisze o swoim miejscu życia i pracy (Fabre 1948): „Oto, czegom pragnął, *hoc erat in votis*: kawałek ziemi, oh! niezbyt duży, lecz zewsząd ogrodzony i osłonięty od zgiełku publicznego gościńca; kawałek ziemi opuszczonej, bezpłodnej, spieczonej od słońca, gościnnej dla ostów i owadów błonkoskrzydłych. Tam, pewny iż żaden przechodzień mi nie przeszkodzi, będę mógł stawiać pytania szczerklinie (*Ammophila* Kirby) i nękowi (*Sphex* Lin.), oddawać się owej trudnej rozmowie, w której językiem zapytań i odpowiedzi jest doświadczenie”. „Pustkowie” będzie teraz miejscem jego długoletniej pracy nad życiem i instynktem owadów. Tutaj będzie czerpał materiał obserwacyjny do dalszych dziewięciu tomów *Pamiętników*. Tutaj też 12 października 1915 roku zakończy swoje długie i pracowite życie; Fabre liczył wówczas dziewięćdziesiąt trzy lata.

Prowansję — to prawdziwe entomologiczne eldorado — dane mi było ujrzeć po raz pierwszy w maju 1993 roku. Korzystając ze środków udzielonych mi przez Narodowy Fundusz Badań Naukowych Belgii, realizowałem dwa tematy badawcze: pracowałem nad rewizją zachodnioeuropejskich *Eucerini*, czyli grupy dziko żyjących pszczoł, spełniających ważną

rolę w zapyłaniu wielu roślin, m.in. lucerny, a jednocześnie oceniałem zasoby naturalne całej nadrodziny pszczoł *Apoidea* na obszarze Belgii i południowej Francji. Dla przyrodnika z nizin Europy Środkowej przeżyciem niezwykłym jest obserwowanie stopniowo zmieniającego się krajobrazu na coraz bardziej egzotyczny. W swoim dzienniku pod datą 9 maja 1993 roku zanotowałem: „Vidauban, Les Esperifes. Jestem już dzień w Prowansji. Pieknej, naprawdę wspaniałej. To co podczas dzisiejszego dnia widziałem, mniej więcej pokrywa się z moimi wyobrażeniami; wcześniej poznałem już hiszpańską Grenadę. Chłody zostawiliśmy w Belgii, gdzieś przed Ardenami, czy w samych Ardenach. Wczoraj do Francji wjechaliśmy przez Luksemburg dwoma mikrobusem. Są studenci zoologii i asystenci prof. Pierre'a Rasmonta, razem jest nas kilkanaście osób. Luksemburg — łagodne wzgórza, niżej pastwiska, ze stadkami łaciących krów i płaty kwitnącego rzepaku. Taki obraz oglądałem również przez znaczną część Francji, mniej więcej gdzieś do Lyonu. Potem wpada się w dolinę Rodanu: z obu stron wysokie zielone zbocza z przyklejonymi wiosieczkami-miasteczkami. Mknęliśmy 6-8 pasmową Autostradą Słońca. Ciepło, 20 stopni. Chmury i chłód daleko za nami. Wzdłuż szosy pasy kwitnących głógów i złociste płaty *Spartium junceum*. Dolina Rodanu za Lyonem rozlewa się szeroko, dając miejsce sadom brzoskwiniowym i winnicom. Kwitną już akacje. Przejechaliśmy Orange, Awinion i już nasza Vidoban, pośród szerokiej doliny z winnicami, otoczonymi wzgórzami, które pokrywają zarośla makiowe”.

Prowansja to wzgórza zamykające horyzont, porośnięte lasem lub zaroślami typu makia lub garrigue. Przeważnie jest to dąb korkowy *Quercus suber*, niżej zarośla z rozmarynem, tymiankiem, różnymi gatunkami *Cistus* i dziesiątkami innych krzewów, krzewinek i ziół. Jakże to w południe wszystko pachnie! A w dolinach winnice, winnice, winnice. Czasem pośród grupy pinii *Pinus pinea* i cyprysów jaśniejają zabudowania. Można zająchać, skosztować i kupić butelkę dobrego miejscowego wina. Tablice przy drodze zapraszają do takich „domaines”. Prowansja.

Nie od razu trafiamy do Serignan, chociaż jadę z dwoma belgijskimi entomologami, prof. Pierrem Rasmontem i dr Raymondem Wahisem, którzy niemal każdego roku prowadzą swoje badania w południowej Francji. Kłopot z odnalezieniem właściwej drogi zaczyna się za Carpentras: na naszej mapie nie ma Serignan. Trzeba pytać o drogę. Każą się nam kierować na Orange, gdzie przy okazji oglądamy łuk Trajana. Wreszcie drogowskaz: Serignan 5 km. Moje emocje sięgają zenitu: zbliżam się do mojej entomologicznej Ziemi Świętej. Towarzysze podróży natomiast zachowują zupełny spokój. Raymond zna to miejsce, natomiast Pierre jedzie tu także po raz pierwszy, ale od początku nie wykazywał entuzjazmu; obaj chcieli po prostu zrobić mi przyjemność i dlatego nadłożyliśmy tyle drogi, by się tu znaleźć. Ale oto i Serignan. Wysoki mur i metalowa brama z tablicą informacyjną: Museum national d'Histoire naturelle, l'Harmas — J.-H. Fabre. Za chwilę znajdujemy się pośród bujnej zieleni, otaczającej dom — muzeum wielkiego przyrodnika. Zanim nas wpuszczą do muzeum, jak urzeczony chodzę przez godzinę po tym ogrodzie. Je-



Pomnik J.-H. Fabre'a w Serignan, obok autor artykułu. Fot. P. Rasmont

stem jednak nieco rozczarowany „Pustkowiem”: zamiast zdziczałego ogrodu, pełnego chwastów i spieczonej słońcem ziemi, jak to opisywał Fabre, stoję wśród doskonale utrzymanego ogrodu botanicznego! Rozłożyste drzewa, bogactwo kolorów kwitnących krzewów i ziół, zaopatrzonych w tabliczki z nazwami. Staję obok kapiącego złotym kwieciami krzewu *Phlomis chrysophylla*, nad którym uwija się w godowym zapamiętaniu chmara zadrzechni *Xylocopa*. Te ogromne, czarne pszczoły o fioletowych skrzydłach są niezwykłą atrakcją dla przyrodnika z północy, który na codzień może je oglądać jedynie w gablocie. Według piśmiennictwa, przedstawiciele tego rodzaju występowały w Polsce, ale była to jeszcze Galicja, a obserwatorami fauniści z początku naszego wieku — Wierzejski i Śnieżek. Tutaj zadrzechnie nie należą do rzadkości. Nie wytrzymuję: sięgam do chlebaka po siatkę i odławiam kilka okazów. Niech mi będzie wybaczone, że uczyniłem to na „Pustkowie”.

Natomiast pełną satysfakcję sprawiło mi obejrzenie pracowni mistrza. Mniej więcej znałem jej wygląd ze zdjęć, ale cóż znaczą zdjęcia wobec możliwości bezpośredniego kontaktu ze wszystkim, co otaczało wielkiego przyrodnika i służyło mu w jego życiu i pracy. Zachowało się wszystko, jak za życia uczonego. Ma się wrażenie, jakby przed chwilą wyszedł do ogrodu, a my, nie przeszkadzając, dyskretnie przyglądamy się wewnątrz. Obszerny pokój z wyłożoną czerwonymi płytkami podłogą. Pod dwiema ścianami przeszklone szafy wypełnione kolekcjami muszli, skamielin, wypchanych ptaków. Na szafach szeregi opastych zielników, liczę — jest ich bodaj z 50. Na pozostałych ścianach wiszą gabloty z owadami, etykiety pisane ręką mistrza. Jest i prosta, drewniana skrzynka — znany ul obserwacyjny Fabre’a do hodowli dzikich pszczół murarek. Środek pracowni zajmuje długi orzechowy stół, z porozkładanymi miskami z piaskiem, w których Fabre śledził rozwój owadów. Poza

tym rozłożony zielnik, waga, mikroskop, ba, jest i kapelus, z którym się chyba nigdy nie rozstawał, bo na tyłu zdjęciach ma go na głowie, czarny, z szerokim rondem. Mimo czujnego oka kustosa muzeum, biorę na chwilę do ręki laskę, którą mistrz podpierał się w czasie wycieczek. A na ścianie wisi niewielka skórzana torba, służąca do noszenia niezbędnych przyborów w czasie obserwacji terenowych. Do końca stołu przystawiony małeńki stolik, na którym Fabre pisał swoje wielkie dzieło. Na nim, pod szklanym kloszem, wyłożono rękopis jednego z tomów *Pamiętników*; obok skromne przybory do pisania.

W drugiej sali dzieła Fabre’a: różne wydania *Pamiętników*, dysertacja doktorska i książki — kilkadziesiąt popularnych książek z różnych dziedzin — zoologii i botaniki, a także chemii, fizyki i geologii. Wszystkie autorstwa jednego człowieka! I dziesiątki tłumaczeń fragmentów *Pamiętników*. Są także listy, wśród których zwraca uwagę list od Karola Darwina. Pośród innych, są też pamiętki polskie: książeczka Zofii Bohuszewicz *Jean Henri Fabre* nakładem Księgarni Św. Wojciecha oraz drugi numer *Entomologa Polskiego* z roku 1911 z artykułem tejże autorki o Fabrze. Ściany zdobią dziesiątki przepięknych akwarel grzybów; Fabre był również świetnym rysownikiem i malarzem.

Przed wyjściem podsuwają mi księgę pamiętkową. Chciałbym wpisać coś nadzwyczajnego. Po krótkim namyśle piszę tylko to, co dla mnie jest teraz najważniejsze: „At last I am here”. Podpis, data. Ale Pierre podpowiada, by napisać coś po polsku. „O czym tyle czasu marzyłem” — dopisuję. Zupełnie oszołomiony wychodzę z chłodnej pracowni na oślepiające słońce „Pustkowie”.

Wpłynęło 27 I 1995

Prof. dr hab. Józef Banaszak jest zoologiem i ekologiem, kierownikiem Katedry Biologii i Ochrony Środowiska WSP w Bydgoszczy. Autor m.in. wydanej ostatnio książki pt. *Przegląd systematyczny owadów*, Wyd. Uczeln. WSP, Bydgoszcz 1994, 142 pp., 110 tabl.

HENRYK SZARSKI (Kraków)

SZCZEGÓLNY PRZYKŁAD EWOLUCJI

Płazy ogoniaste są niewielkim rzędem kręgowców. Nie można podać dokładnej liczby ich gatunków współczesnych, gdyż wiele problemów ich systematyki pozostaje nie rozstrzygniętych. Ocenia się ją na 300-400. Zgromadzono je w 9 rodzinach. Do pięciu z nich zalicza się tylko po parę gatunków, trzy liczą od 30 do 55 gatunków, zaś do rodziny ostatniej, *Plethodontidae*, której poświęcony jest niniejszy artykuł, należy ponad 220 gatunków.

Wszystkie pozostałe rodziny żyją tylko na lądach półkuli północnej, zdala od równika, jedynie pletodonty sięgają do Kanady aż do Kolumbii, Brazylii i Boliwii, zaś najliczniej są reprezentowane w południowym Meksyku i w Ameryce Środkowej. Tylko dwa gatunki tej rodziny, należące do rodzaju *Hydromantes* występują w Europie, w jej okolicach południowo-zachodnich.

Rodzinę tę charakteryzuje parę wyraźnych cech morfologicznych. Wszystkie gatunki są pozbawione płuc, ich wymiana gazowa przebiega przez skórę i błonę śluzową jamy gębowej i gardzieli. Wiele miejsca w tułowiu zajmuje aparat wyrzucający język, sięgający u niektórych gatunków aż do miednicy i złożony z chrząstek i mięśni. Długość wyrzuconego języka sięga do 80% długości całkowitej zwierzęcia.

Znaczna większość płazów łowi zdobycz lepkiem językiem, lecz zarówno budowa, jak i sprawność aparatu wyrzucającego język pletodontów są niewątpliwie najdoskonalsze. Szczegóły budowy sugerują, że aparat ten ewoluował niezależnie i równolegle co najmniej pięć razy w obrębie rodziny.

Pomijam szczegóły budowy czaszki, ale trzeba wspomnieć o występowaniu u niektórych gatunków

pletodontów fałdów skórnych powiększających powierzchnię palców, jak również o chwytnych ogonach. Dzięki tym cechom wiele gatunków swobodnie utrzymuje się w koronach drzew tropikalnego lasu, inne żyją w ściółce leśnej i w wodach podziemnych. Pletodonty są tak zwinne jak jaszczurki, trudno je schwytąć. Zdolność tę zawdzięczają gromadzeniu wielkich ilości kwasu mlekowego. Złowione szamoczą się czasem tak gwałtownie, że nagle umierają.

Systematycy dzielą je na dwie podrodziny: *Desmognathinae* obejmują tylko 3 rodzaje z 13 gatunkami. Wszystkie one składają do wody jaja, z których wylęgają się larwy. Znacznie liczniejsza podrodzina *Plethodontinae* zawiera większość gatunków składających na lądzie jaja, z których wylęgają się osobniki przeobrażone. Tylko osiem rodzajów należących do tej grupy posiada w rozwoju stadium larwy. Tworzą one tribus *Hemidactyllini*. Spośród nich gatunki zaliczane do rodzajów *Haideotriton* i *Typhlomolge* żyją w wodach podziemnych, nie przeobrażają się, lecz składają jaja jako larwy.

W tropikach żyją tylko gatunki zaliczane do ogromnego nadrodzaju *Bolitoglossa*. Wiele należących tu form ma bardzo małe rozmiary. Tak np. żaden z 9 gatunków rodzaju *Thorius* nie przekracza 30 mm długości. Równocześnie zwierzęta te są bardzo wysmukłe, np. średnica tułowia *Thorius pennatulus* wynosi ok. 2 mm. Nie ulega wątpliwości, że ich przodkowie mieli znacznie większe rozmiary. W ich ewolucji wystąpiło zjawisko miniaturyzacji, które zdarza się również u innych kręgowców, szczególnie u ryb i u płazów bezogonowych. Jako okoliczności sprzyjające miniaturyzacji można wymienić: wczesne osiągnięcie dojrzałości płciowej, a więc wysoką płodność, łatwość zapewnienia tkankom dostępu do tlenu, małe zagrożenie upadkiem, gdyż do utrzymania się na pionowych lub przewieszonych powierzchniach wystarcza adhezja wilgotnej skóry, a szybkość spadania jest niewielka, łatwość krycia się w szparach np. kory drzew, wreszcie obfitość drobnych organizmów nadających się na pożywienie.

Zmniejszanie rozmiarów ciała może natrafić również na rozmaite przeszkody. Małe rozmiary utrudniają, względnie uniemożliwiają regulowanie temperatury ciała zarówno metabolizmem tkanek jak również zachowaniem, gdyż odszukanie środowiska o optymalnej temperaturze staje się trudne lub niemożliwe. Małeńki płaz okryty stale wilgotną skórą musi się znajdować w bardzo wilgotnym powietrzu, by szybko nie zginąć z utraty wody. Stąd drobne pletodonty żyją głównie w wilgotnych lasach tropikalnych i często spędzają czas w ukryciu. Wreszcie miniaturyzacja wydaje się ograniczać niezbędną złożoność narządów wewnętrznych. Najbardziej złożoną budowę w ciele kręgowca ma mózg, toteż — jak od dawna wiadomo — gdy porównuje się z sobą blisko spokrewnione lecz różniące się rozmiarami gatunki względnie rasy gatunków udomowionych, z reguły stwierdza się, że im dana forma jest mniejsza, tym więcej gramów mózgu przypada u niej na gram masy ciała. Jest więc rzeczą zadziwiającą, że u niektórych pletodontów (np. *Desmognathus wrighti*, *Thorius narisovalis*) całkowita objętość mózgu nie osiąga 2 mm³! Budowa wewnętrzna tak małego mózgu musi

Gatunek	Genomu w pg	Rozmiary komórki w µm ³	Mózgu w mm ³	Złożoności mózgu (0-6)
<i>Desmognathus wrighti</i>	14,1	7,7	1,2	1
<i>Desmognathus quadramaculatus</i>	15,0	9,5	12,9	5
<i>Hydromantes italicus</i>	76,2	15,1	12,5	0
<i>Bolitoglossa subpalmata</i>	68,9	13,4	7,8	0
<i>Thorius narisovalis</i>	25,2	10,5	1,3	0,5
<i>Salamandra salamandra</i>	33,0	9,5	19,3	3

być ograniczona przez rozmiary komórek, zależne od ilości DNA zawartego w jądrze komórkowym.

Tymczasem właśnie wśród płazów ogoniastych, nie wyłączając pletodontów występują gatunki o ogromnych genomach, a więc i wielkich neuronach. Warto przypomnieć, że haploidalna ilość DNA komórek ryb kostnoszkieletowych wynosi ok. 2 pg, komórek ptaków ok. 3,5 pg. Tablica 1 zawiera niektóre dane o rozmiarach genomów, mózgów i neuronów oraz stopniu komplikacji wewnętrznej mózgu (w skali od 0 do 6) kilku gatunków płazów ogoniastych. Autorzy tej tablicy oceniali złożoność mózgu na podstawie 23 cech. Stwierdzili oni, że zarówno małe rozmiary mózgu, jak i duże rozmiary neuronów korelują z uproszczoną budową mózgu. Tak np. liczba warstw komórek i włókien w pokrywie wzrokowej śródmózgowia jest niska u *Hydromantes italicus*, zaś wyraźnie wyższa u salamandry plamistej. Liczba włókien w nerwie wzrokowym pletodontów wynosi od 25 000 do 35 500, natomiast u przedstawicieli rodziny *Salamandridae* jest dwa razy większa (u gołębia wynosi 2 380 000!). Prymitywizm jest wyraźny także w innych szczegółach budowy mózgu pletodontów. Przypomina on mózgi larw innych płazów ogoniastych np. bardzo małą liczbą komórek gleju. Uważa się, że struktura mózgu pletodontów wynika z pedomorfozy czyli przedwczesnego zahamowania ontogenezy.

Można powiedzieć, że przypuszczalny przebieg ewolucji pletodontów obala niektóre rozpowszechnione poglądy. Tak np. często przyjmuje się, że dowodem postępowości grupy systematycznej jest wysoka liczebność zaliczanych do niej podjednostek w porównaniu do grup spokrewnionych. Parzystokopytne mają więc być bardziej postępowe od nieparzystokopytnych. O postępowości ma też świadczyć wysoka liczebność osobników, a więc ryby śledziowate byłyby bardziej postępowe od węgorzowatych. Również wielkość i złożona budowa mózgu mają wskazywać na postępowość taksonu, podobnie jak opanowanie nowego sposobu życia i odmiennej niszy ekologicznej.

Cóż więc powiedzieć o pletodontach? Jest to grupa bogata w gatunki, niektóre z nich opanowały środowisko niedostępne dla innych płazów ogoniastych — lasy tropikalne. Obfitość osobników w niektórych lasach Ameryki jest tak duża, że ich biomasa na jednostce powierzchni przewyższa biomasę ptaków w ich okresie rozrodczym. Ich mózg ma cechy prymitywizmu względnie uproszczenia, a jednak sprawnością w łowieniu zdobyczy językiem przewyższają wszystkie pozostałe płazy. Wynika to przypuszczalnie z następujących cech budowy: liczba komórek światłoczułych w siatkówkach pletodontów jest równa liczbie neuronów siatkówki (u pozostałych krę-

gowców liczba komórek światłoczułych jest znacznie wyższa od liczby komórek zwojowych); znaczna część włókien nerwów wzrokowych nie krzyżuje się, lecz pozostaje po tej samej stronie ciała co oko, z którego wybiegają; w pokrywce wzrokowej pletodontów włókna krzyżujące się i niekrzyżujące są z sobą ściśle splecione, natomiast u innych płazów nieliczne włókna nie skrzyżowane tworzą pola oddzielone od pól włókien skrzyżowanych.

Bardzo niewiele wiemy o możliwościach intelektualnych płazów, stąd trudno nam je porównywać. Można się jednak spodziewać, że brak w rozwoju większości pletodontów larwy i przeobrażenia dopuścił do redukcji zapisu w mózgu pewnych zachowań i mechanizmów koordynacji. Gdy w rozwoju występuje larwa, konieczne jest odszukanie w pewnym momencie cyklu rocznego zbiornika wody słodkiej, a następnie opuszczenie go i powrót na żerowisko. U gatunków z rodziny *Salamandridae* stwierdzono zdolność do nawigacji zwierząt zmuszonych do dość odległej wędrówki. Dla maleńkich pletodontów dalsza wędrówka wydaje się niemożliwa i zbyteczna. Przykład nadrodzaju *Bolitoglossa* sugeruje, że obfitość gatunków w grupie nie jest dobrą wskazówką sukcesu ewolucyjnego. Zróżnicowanie się ogoniastych na rodziny odbyło się prawdopodobnie bardzo dawno. Występowanie w Europie rodzaju *Hydromantes* pozwala przypuszczać, że w trzeciorzędzie *Plethodontidae* posiadały już od dawna kluczowe apomorfie i zamieszkiwały całą Eurazję, a zostały wytepione przez epokę lodową, gdyż te drobne i wrażliwe na suszę zwierzęta były niezdolne do przesunięć zasięgów na północ i południe, które w Eurazji wymagały poko-

nywania biegnących równoleżnikowo barier geograficznych. Opanowanie przez przodków *Bolitoglossa* lasów górskich tropików Ameryki wyzwoliło szybką specjację, gdyż wobec uproszczenia ontogenezy nie muszą one wędrować w okresie godowym, zaś ich drobne rozmiary nie pozwalają na pokonywanie nawet takich przeszkód jak strumień lub skalisty grzbiet górski. Dzięki małym rozmiarom silny wiatr zapewne niekiedy przenosi nieliczne osobniki tych płazów razem z liśćmi i gałązkami na znaczne odległości, gdzie w sprzyjających warunkach powstają nowe, izolowane populacje. Tereny górzyste są dla małych zwierząt środowiskiem tak sprzyjającym specjacji, jak archipelagi wysp. Innym czynnikiem wywołującym specjację była zapewne wysoka tolerancja w stosunku do znacznych wahań ilości DNA w genomie.

Tworzenie hipotez o przyszłości taksonów wydaje się niepoważne, skoro nie istnieje możliwość ich sprawdzenia ani obserwacją, ani eksperymentem. Mimo tego ośmielam się przypuszczać, że przed pletodontami nie ma wielkiej perspektywy rozwoju ewolucyjnego. Raczej jest to takson, który wskutek zdobycia przystosowań do życia w trudnym środowisku zdołał przetrwać pomimo uproszczenia budowy mózgu. Być może przyczynił się do tego niski metabolizm komórek wymuszony przez duże rozmiary genomu, ale ułatwiający znoszenie okresów głodu, na które narażone są maleńkie płazy w czasie suszy.

Wpłynęło 30 III 1995

Henryk Szarski jest emerytowanym profesorem UJ

MARIA GRZYBKOWSKA, JOLANTA WIEDŃSKA (Łódź)

OCHOTKI — „NATRETNE” OWADY

Owady z rodziny ochotkowatych, należące do rzędu muchówek (*Chironomidae*, *Diptera*), osiągnęły niebywały sukces w opanowaniu cieków i zbiorników słodkowodnych na kuli ziemskiej. Są one najczęściej dominującą lub współdominującą grupą organizmów, zasiedlających dno tych ekosystemów. Ich pierwotnym siedliskiem były górskie odcinki strumieni, o wodzie dobrze natlenowanej i stosunkowo zimnej, ale stopniowo ochotki opanowały wszelkie środowiska słodkowodne. Wprawdzie zdarzają się też gatunki zasiedlające wody słonawe i gatunki glebowe, jednak jest ich niewspółmiernie mało w porównaniu z poprzednią grupą. W chwili obecnej mówi się o 4 tys. gatunków; daleko jest jednak do zamknięcia listy, chociażby z powodu słabego poznania fauny wielu regionów świata.

Larwy ze względu na masowe występowanie budziły od wielu lat duże zainteresowanie hydrobiologów. Należy podkreślić, że tylko stadia larwalne, z reguły cztery, realizują całe zapotrzebowanie energetyczne osobnika, a więc pełnią ogromną rolę w trofii

ekosystemów wodnych. Czas rozwoju larwalnego jest bardzo zróżnicowany; może trwać od kilku dni do — w skrajnych przypadkach — kilkunastu miesięcy. W warunkach naszej strefy klimatycznej trwa przeciętnie kilka tygodni. Okres przeobrażenia od larwy do uskrzydłonej postaci doskonałej, czyli stadium poczwarki, trwa średnio 2-3 dni, podczas gdy imagines mogą żyć tylko o kilka dni dłużej. Oczywiście na długość rozwoju larw ma wpływ szereg czynników abiotycznych i biotycznych, z których najważniejszą rolę odgrywa temperatura oraz ilość i jakość dostępnego pokarmu; jest to jednak bardzo obszerne zagadnienie, przekraczające ramy niniejszego artykułu — zainteresowanych odsyłamy do literatury przedmiotu.

Larwy ochotkowatych są raczej mało znane niespecjalistom. Największe rozmiarami larwy z rodzaju *Chironomus* używane są sporadycznie przez wędkarzy, jako żywa przynęta, zakładana na haczyk, natomiast do ich popularyzacji przyczyniają się akwariści, stosujący ochotki jako pokarm dla ryb. Opanowanie technologii hodowli ochotek, nie tak znowu

skomplikowanej, przynajmniej w przypadku gatunków o bardzo niewielkich wymaganiach tlenowych i pokarmowych, stało się przyczyną ich pojawienia się w sklepach jako żywego pokarmu. Jeśli amator-akwarysta lubi przekarmiać swoje ryby, co — jak wiemy z praktyki — zdarza się często, to ma okazję zaobserwować stadium poczwarki, z reguły zalegające na dnie akwarium, lub uskrzydłone postaci doskonałe, najczęściej na suficie pokoju.

Należy się też kilka słów wyjaśnienia, dlaczego, mimo tak ogromnej roli w zbiornikach i ciekach, ilość opublikowanych opracowań, dotyczących tej grupy owadów, nie jest adekwatna do ich znaczenia w ekosystemach. Wydaje się, że przyczyn tego stanu należy szukać w historii badań ochotkowatych. W oparciu o morfologię larw i poczwarek utworzono jeden system klasyfikacyjny *Chironomidae*. Drugi z kolei powstał na podstawie zróżnicowania morfologicznego samców postaci doskonałych. Trzeba podkreślić, że te dwa niezależne od siebie systemy identyfikacyjne spowodowały ogromny zamęt w taksonomii tych muchówek. Jeśli do tego dodać informację, iż owady z rodziny *Chironomidae* są nosicielami cech różnicujących, powstałych głównie w środkowej części ontogenezy (deiwacje), a więc należą do bardzo trudnych w identyfikacji gatunkowej, to jasne się staje, że poznanie ich wymaga żmudnych, wieloletnich badań, co zniechęca młodych badaczy i w rezultacie nie uwzględniają oni tej grupy w swoich badaniach ekologicznych.

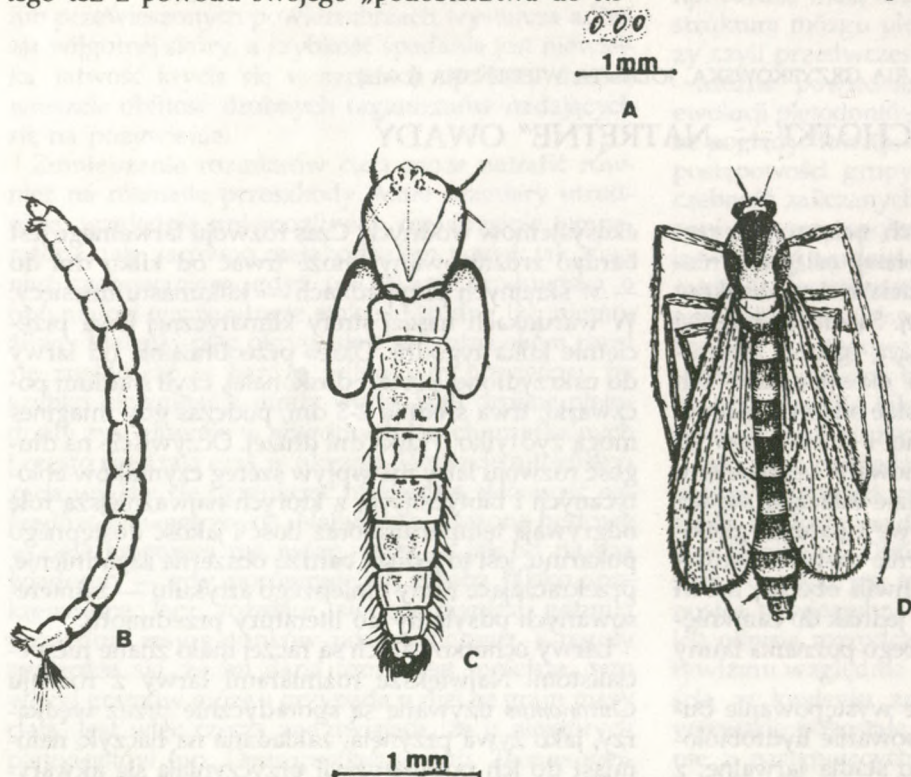
Imagines ochotkowatych początkowo były przedmiotem zainteresowań głównie taksonomów, nieco później także etologów. W świadomości laików masowa obecność owadów doskonałych, które okresowo pojawiają się w powietrzu przy zbiornikach wodnych tworząc rójki, kojarzona jest z komarami; dlatego też z powodu swojego „podobieństwa do ko-

marów” wywołują obawę ludzi przed ukąszeniem. Obawa jest o tyle bezzasadna, że rójki tworzą zwykle samce ochotek, które, podobnie zresztą jak samce komarów, nie pobierają pokarmu. W przypadku *Chironomidae* zarówno samce jak i samice nie odżywiają się, stąd też pochodzi ich angielska nazwa non-biting midges. Na podstawie obserwacji rójek samce *Chironomidae* nazwano nawet „tańczącymi owadami”, bowiem często zmieniają kierunek lotu. Warto ponadto wiedzieć, że samce różnych gatunków wydają dźwięki o różnej częstotliwości, a więc brzęczenie rójek może mieć różne tony.

WSZĘDOBYLSKIE OCHOTKI

W ostatnim okresie pojawia się w czasopismach o charakterze inżyniersko-sanitarnym coraz więcej doniesień, dotyczących uciążliwości uskrzydłonych imagines. Pierwsze tego rodzaju doniesienie zawdzięczamy J. J. Audubonowi, który w 1831 roku na podstawie obserwacji rzeki St. Johns (Floryda, USA) zanotował: „Były one [owady] tak liczne, że pokryły każdy przedmiot na łodzi, a nawet gasiły świece w kabinach, światła sygnalizacyjne itp.” Należałoby się zastanowić nad przyczynami tego wzmożonego zainteresowania, pogłębiającego się z każdym rokiem. Nietrudno się domyślić, że kryją się za tym pieniądze, a ściślej chodzi o ogromne straty finansowe ponoszone w turystyce, komunikacji lotniczej czy drogowej. Przyczyn jest kilka. Po pierwsze, ludzie lubią sytuować swoje siedziby zwłaszcza o charakterze rekreacyjnym, nad jeziorami lub rzekami, a więc zbliżają się do siedlisk ochotek; po drugie, sami wytwarzają coraz więcej dogodnych środowisk dla *Chironomidae*, takich jak stawy w oczyszczalniach, zbiorniki zaporowe, sztuczne jeziora itp. I wreszcie trzecia przyczyna tkwi w coraz silniejszej

eutrofizacji wód śródlądowych, na którą składa się bardzo wiele czynników. Eutrofizacja z reguły ogranicza różnorodność gatunkową, eliminując formy wrażliwe na niską zawartość tlenu, a preferując gatunki tolerancyjne na zanieczyszczenia — jednymi z nich są gatunki z rodzaju *Chironomus*. Zagęszczenie ich może dochodzić w tego typu ekosystemach do dziesiątków tysięcy na 1 m². *Chironomus* jest zresztą formą wskaźnikową w wielu indeksach biotycznych używanych w monitoringu wody. Zdaniem wielu badaczy również ocieplenie klimatu kuli ziemskiej wpływa na wzrost populacji *Chironomidae*. Bo właśnie w cieplejszych wodach wzrasta produkcja zarówno fitoplanktonu, jak i glonów bentonicznych, a więc podstawowym składnikiem diety wielu gatunków *Chironomidae*.



Stadia rozwojowe *Paratanytarsus grimmii*: A — jaja; B — larwa IV stadium; C — wylinka poczwarkowa; D — dorosła samica.

Oczywiście bardzo wysokie zagęszczenie larw owocuje ogromną ilością szybujących w powietrzu owadów, które po pierwsze — ograniczają aktywność ludzi, „zapychając” ich usta, oczy i nosy; odnosi się to również do zwierząt hodowlanych. W doniesieniach z Wenecji podkreśla się ich uciążliwość dla załóg i pasażerów w tramwajach, łodziach a także w mieszkaniach. Ich masowe pojawienie się powoduje straty finansowe, np. masowy wylot ochotek nad jeziorem Monroe w 1977 roku spowodował straty dla stanu Floryda rzędu 3-4 mln dolarów; po drugie — blokują, zwłaszcza nocą, a więc w okresie tworzenia rójek, produkcję tych gałęzi przemysłu, które pracują w cyklu całodobowym, głównie przemysłu farmaceutycznego i spożywczego; po trzecie — są ogromnym problemem dla portów lotniczych, położonych przy dużych zbiornikach słodkowodnych. Najwięcej danych na temat uciążliwości imagines i metod walki z nimi na lotniskach pochodzi ze Stanów Zjednoczonych, Japonii i Włoch (Wenecja); po czwarte wreszcie — mają także związek z higieną i zdrowiem człowieka, bowiem imagines, wylatując z zanieczyszczonych środowisk, mogą przenosić organizmy chorobotwórcze.

Wielokrotnie podejmowano próby walki z tym zjawiskiem. Można wyróżnić kilka rodzajów przeciwdziałań masowym wylotom imagines *Chironomidae*. Dla przejrzystości opisu tych metod pogrupujemy je w zależności od sposobu ich działania.

I. Mechaniczne metody walki

1. Ograniczanie zagęszczenia sposobami bezpośrednio mechanicznymi:

- a) rozlewanie oleju, aby uniemożliwić wylot owadów doskonałych,
- b) mieszanie dna np. rzek w celu unieszkodliwienia jaj i larw,
- c) stosowanie pułapek porażających prądem.

2. Manipulacje ekologiczne, które przede wszystkim wpływają na ograniczenie zagęszczenia larw. Należą do nich:

- a) rotacyjne osuszanie i zalewanie kolejnych fragmentów dna zbiorników,
- b) zwiększanie głębokości zbiorników,
- c) regulowanie pokrycia dna roślinnością naczyniową.

3. Metody wykorzystujące behawior ochotek:

- a) stosowanie różnego rodzaju lamp do wylapywania owadów. (W wyniku wielu eksperymentów okazało się, że ochotki bardziej reagują na moc i intensywność, niż na kolor i długość fal światła).

II. Biologiczne metody walki (głównie z larwami)

1. Z wykorzystaniem wirusów, grzybów, pierwotniaków i nicieni. Wymienione organizmy mogą czasami pojawiać się w znacznej ilości w populacjach, przyczyniając się do powstawania różnego rodzaju deformacji morfologiczno-anatomicznych, ale nie przypuszcza się, aby można było regulować (ograniczać) zagęszczenie ochotek przy użyciu tych organizmów.

2. Z wykorzystaniem drapieżników:

- a) makrobezkęgowców — jest wiele grup bezkęgowców, takich jak: pijawki, ważki, chrząszcze itp., dla których larwy i poczwarki *Chironomidae* stanowią ważny element diety;

- b) ryb — larwy ochotkowatych są podstawowym źródłem pokarmu dla narybku wielu gatunków a także dla ryb bentosożernych przez całe ich życie; krytycznym okresem w rozwoju osobniczym *Chironomidae* jest również stadium poczwarki; poczwarki są bowiem masowo pożerane przez gatunki ryb pelagicznych w okresie, gdy unosząc się w toni wodnej, zmierzają ku powierzchni.

III. Chemiczne metody walki prowadzone są dwiema drogami:

1. Oddziaływanie na larwy poprzez stosowanie:

- a) środków chemicznych i hormonów hamujących szybkość wzrostu larw,

- b) inhibitorów w syntezie chityny — podstawowego składnika oskórka, pokrywającego zarówno ciało owadów, jak i wyścielającego niektóre odcinki narządów wewnętrznych. Substancje te używane są do zwalczania *Chironomidae* głównie w Japonii i Stanach Zjednoczonych.

2. Bezpośrednie stosowanie chemicznie szkodliwych substancji, oddziałujących na owady, w postaci aerozoli rozpylanych z samolotów, łodzi, ciężarówek itp.

Należałoby w tym miejscu zwrócić uwagę, że stosowanie większości metod mechanicznych, a także niektórych chemicznych metod walki z ochotkami nie pozostaje obojętne dla innych zwierząt, a także roślin, zamieszkujących to samo siedlisko. Czasem w wyniku drastycznego stosowania tych metod zmienia się całkowicie charakter środowiska, aż do zupełnej jego degradacji. Czy zatem nie powinno się dokonać choćby bardzo powierzchownego bilansu — co się bardziej opłaca? Czy walczyć metodami już znanymi, eliminując owady i jednocześnie działając pośrednio, a często i bezpośrednio na szkodę gatunku ludzkiego? Czy może jednak zacząć walczyć z przyczynami „nadmiaru” ochotek, bo przecież nie każdy wie, że masowy wylot owadów, „zapychających” nam oczy i usta na naszej działce rekreacyjnej nad jeziorem, jest spowodowany tym, że najpierw to jezioro zanieczyszciliśmy, pozbawiając warunków do życia wiele gatunków roślin i zwierząt, a tym samym umożliwiając masowy rozwój innych?

OCHOTKI W WODOCIĄGACH

Nieco innych metod walki wymaga jeden z gatunków ochotek z rodzaju *Paratanytarsus*, którego cykl życiowy odbywa się głównie w systemach wodociągowych, zwłaszcza w zbiornikach retencyjnych, w których gromadzona jest woda ze studni głębinowych. Muchówki te stanowią problem sanitarny w coraz większej liczbie krajów na kilku kontynentach. Szczególne zagrożenie stanowi partenogenetyczny gatunek *Paratanytarsus grimmii*. Niezapłodnione samice tego gatunku składają jaja, podobnie jak inne *Chironomidae*, w galaretowatej osłonce, pęczniejącej w wodzie. Pierwsze złożenie jaj ma miejsce w ciągu dwu godzin po wylocie samic. Jeżeli samica nie jest w stanie uwolnić się ze skórki poczwarkowej, to wówczas jaja składane są w wylinkę poczwarkową — młode larwy tuż po wykluciu są w stanie wydostać się na zewnątrz dopiero po rozerwaniu skórki

poczwarkowej osobnika macierzystego. Samica powtarza składanie jaj w ciągu 24 godzin, w wyjątkowych przypadkach może wykonywać tę czynność nawet ośmiokrotnie. Sam proces składania jaj jest bardzo krótki. Samica, siedząc na powierzchni, zanurza odwłok pod wodę tylko na 30 sekund. Większość samicy ginie w ciągu 1-2 godzin po ostatnim złożeniu jaj. Złóże jajowe (każde po kilkanaście-kilkadziesiąt jaj) pęcznieje w wodzie, osiągając średnicę do 1 mm. Pierwsze larwy wykluwają się po 48-100 godzinach od chwili złożenia jaj.

Najkrótszy eksperymentalnie stwierdzony okres rozwoju czterech stadiów larwalnych trwał 17 dni. Okres poczwarki jest najkrótszy w rozwoju osobniczym, bowiem trwa od 25 minut do 4,5 godziny. Z kolei czas uwolnienia się samicy od wylinki poczwarkowej zajmuje około 20 sekund. Oczywiście podane powyżej okresy rozwoju osobniczego zależą od temperatury wody.

Ten w miarę szczegółowy opis rozwoju osobniczego ma uzmysłowić czytelnikowi tempo rozmnażania się, a więc liczbę pokoleń, które mogą pojawić się w systemach wodociagowych w ciągu roku. Jeżeli uświadomimy sobie, że temperatura wody w zbiornikach retencyjnych jest ustabilizowana w cyklu rocznym na poziomie 11-14°C, to łatwo można przewidzieć, że w tych warunkach występuje co najmniej kilkanaście pokoleń w ciągu roku.

W przypadku masowego pojawienia się ochotek w wodzie pitnej, najbardziej zauważalna jest obecność imagines, poczwerek lub ich wylinek. Jest to związane nie tylko z ich wymiarami, ale także z ich biologią. Trudno bowiem zauważyć małą, a do tego przeźroczystą larwę I stadium, zawieszoną w wodzie, z kolei starsze larwy żyją w rurkach wytworzonych przez siebie, przytwierdzonych do dna lub ścian zbiornika. Natomiast martwe czy żywe samice, poczwarki i ich wylinki znajdują się albo na powierzchni wody zbiornika, albo w toni wodnej, skąd mogą być zasysane do rur wodociagowych.

Oczywiście metody ich zwalczania są w tym przypadku znacznie ograniczone, wyklucza się bowiem stosowanie pestycydów czy innych toksycznych substancji. Jednorazowe mechaniczne oczyszczenie ścian i dna zbiorników daje efekt tylko na bardzo krótki czas. Jaja, które nie zostały usunięte, rozwijają się dalej i dają początek następnemu pokoleniu. Dopiero częste i wielokrotne stosowanie tej metody pozwala znacznie, ale nie całkowicie ograniczyć liczebność populacji *Paratanytarsus grimmii*.

Testowano również metody z zastosowaniem wysokiej temperatury. Okazało się, że dopiero temperatura powyżej 80°C skutecznie zabija jaja, ale widoczne ograniczenie liczebności populacji można osiągnąć (podobnie jak w przypadku mechanicznego czyszczenia) dopiero po kilkakrotnym i częstym jej stosowaniu. Ponieważ doprowadzenie do tak wysokiej temperatury w ujęciach wody pitnej nie zawsze jest możliwe, poszukiwane są także inne rozwiązania. Jedną z najbardziej obiecujących metod polega na ograni-

czeniu pokarmu larw *Chironomidae*. Badania te są szczególnie rozwinięte w stanie Indiana (USA).

Problem pojawienia się ochotek w wodzie pitnej zaistniał, o czym już wspomniano, w wielu krajach, także europejskich. Nie ominął również Polski, o czym miały okazję przekonać się autorki. Jak na razie nie jest to zjawisko szczególnie nagłaśniane, a główne tego powody, jak się wydaje, są dwa. Oba absolutnie zrozumiałe, co nie znaczy, że do zaakceptowania.

Jeden z nich wynika stąd, że w świadomości społecznej tkwi strach przed wszystkim co żyje, jest małe i porusza się. Obawy te są często nieuzasadnione, ale jeszcze częściej jest to uzasadniony lęk przed chorobami, które żywe zwierzęta mogą przenosić lub wywoływać. Tymczasem wystarczy trochę wiedzy. Każdy wie, że mucha w szklance z herbatą jest nie tylko obrzydliwa, ale może z poprzedniego miejsca, na którym siedziała, przenieść bakterie chorobotwórcze. Ale czy każdy wie, że *Paratanytarsus grimmii*, żyjący w zbiornikach wody pitnej, pochodzącej ze studni głębinowych, wymaga czystej, zimnej, dobrze natlenowanej, niechlorowanej wody i tylko trochę pokarmu w postaci np. bakterii żelazistych, które i tak rozwijałyby się w tym środowisku? Czy zatem nie wystarczy tylko nie dopuścić do tego, aby owady dostawały się do sieci wodociagowej, a pozwolić im żyć, kontrolując liczebność, w zbiorniku retencyjnym?

Drugi powód, dla którego problem nie jest nagłaśniany, wiąże się częściowo z pierwszym, bo wynika również ze świadomości społecznej. Stan wody pitnej w różnych rejonach Polski pozostawia wiele do życzenia i przyzwyczailiśmy się już słyszeć częściej o tym, że jest źle, niż że jest dobrze. Bo tak też jest. Każda więc kolejna informacja, podana do publicznej wiadomości, spotyka się natychmiast z reakcją — walczyć i zmienić. I to jest pozytywne. Lepsze, niż gdyby w życiu publicznym miała nam towarzyszyć obojętność. Ale w parze z tą reakcją znowu nie zawsze idzie wiedza i mądrość. Walka często nie dotyczy rozwiązania rzeczywistego problemu, ale służy osobistym porachunkom między ludźmi, a zmiany dokonują się jedynie na stanowiskach kierowniczych. Nie można zatem dziwić się dysponentom wody, że utajniają „problem *Paratanytarsus*”, który na świecie staje się coraz bardziej powszechny i który, jak nam się wydaje, zostanie w najbliższym czasie rozwiązany.

Ten artykuł o „natrętnych” owadach (mając nadzieję, że został usprawiedliwiony cudzysłów przy słowie natrętne) zakończymy jeszcze jednym pytaniem, bardzo prostym, na które nie ma chyba dotąd odpowiedzi. Czy potrafimy, my — ludzie, nauczyć się żyć w zgodzie z przyrodą, żyć tak, aby nasza działalność nie stwarzała dla niej, a tym samym i dla nas samych niebezpieczeństw?

Wpłynęło 3 I 1995

Dr hab. Maria Grzybkowska i dr Jolanta Wiedeńska pracują w Instytucie Ekologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Łódzki

BUK ZWYCZAJNY W POLSCE I JEGO ZNACZENIE

Spośród dziesięciu gatunków buków znanych ze strefy umiarkowanej półkuli północnej występuje u nas tylko buk zwyczajny *Fagus silvatica* L. dochodzący do 35 m wysokości i 2 m pierśnicy. Okazy rosnące w zwarciu charakteryzują się prostym walcowatym pniem, natomiast egzemplarze samotnie stojące mają pień o wiele grubszy, rozdzielający się nad ziemią i tworzący ogromne konary. W górach pojawia się niekiedy w formie krzewiastej. Można to obserwować m. in. w Karpatach Wschodnich, gdzie decydują o tym zjawisku mroźne zimy oraz wiosenne i jesienne przymrozki. Osobliwą właściwością buka jest gładka popielata kora osiągająca grubość 1,5 cm. Rzucająca się wyraźnie w oczy jasna barwa drzewa sprawia, że jest ono często nacinane przez wandalów i oszpećane różnymi inskrypcjami.

Palowy system korzeniowy młodego buka przechodzi z czasem w system ukośny, którego korzenie przenikają do znacznych głębokości gleby. Dzięki temu drzewa mają łatwiejszy dostęp do wody i mogą skutecznie opierać się silnym wiatrom. Całobrzegie lub odległe ząbkowane liście o kształcie jajowatym bądź eliptycznym są początkowo z obu stron owłosione, później zaś włoski występują tylko na nerwach spodniej strony blaszki.

Buki należą do drzew jednopiennych o kwiatach rozdzielnopłciowych i wiatropylnych, które w postaci kwiatostanów są rozłokowane w kątach liści na pędach jednorocznych. Z każdego kwiatu żeńskiego powstaje jeden owoc, tak więc w okrywie mieszczą się dwa, czasem trzy trójkątne orzeszki, znane powszechnie pod nazwą „bukwia”. Owoce dojrzewają we wrześniu lub październiku. Okrywa pęka wtedy na wierzchołku i orzeszki wysypują się. Stanowią one wartościowy pokarm dla niektórych ptaków i ssaków.

W drzewostanie buk zaczyna owocować w wieku 60-70 lat, a na otwartych stanowiskach trochę wcześniej. Z naszych wszystkich drzew liściastych jest najbardziej odporny na ocienienie, ale siewki rozwijają się szybko przy świetle. Należy do gatunku subatlantyckiego i dlatego nie odpowiadają mu mroźne kontynentalne zimy. Wymaga dużo wilgoci, a najlepiej rośnie na obszarach charakteryzujących się roczną sumą opadów od 600 do 1500 mm. Przez Polskę przechodzi północno-wschodnia granica jego zasięgu.

Na terenie naszego kraju możemy wyodrębnić dwa zasadnicze zespoły buka — *Fagetum carpaticum* (buczyna karpacka) oraz *Melico-Fagetum* (buczyna pomorska). W górzyściej części Polski buk razem z jodłą i świerkiem reprezentował niegdyś główny element lasotwórczy regla dolnego i dopiero bezmyślne wprowadzenie świerka obcego pochodzenia przyczyniło się do ograniczenia jego znaczenia. Takim klasycznym przykładem poważnego ubytku powierzchni lasów bukowych są przede wszystkim Sudety Zachodnie. Natomiast w Bieszczadach Zachodnich obserwujemy w lasach pewne zwiększenie udziału buka, co ma związek z masowym wycinaniem jodły w początko-

wych latach obecnego wieku. O jego roli świadczy fakt, że zajmuje on tam prawie 50% arealu leśnego. W północnej połaci naszego kraju najładniejsze buczyny przetrwały na obszarach moren i na ich przedpolach. Można je podziwiać m. in. na wyspie Wolin, w Puszczy Bukowej koło Szczecina, na Pojezierzu Drawskim, Kaszubskim oraz Olsztyńskim i Mrągowskim.

Największe wyniszczanie omawianego taksonu miało miejsce w osiemnastym i w pierwszej połowie dziewiętnastego stulecia, kiedy to w przemyśle hutniczym rosło zapotrzebowanie na drewno bukowe, stanowiące wówczas najważniejszy materiał do produkcji węgla drzewnego. W ten sposób przetrzebiono lasy w Tatrach, zużytkowując tamtejsze buki dla potrzeb pieców hutniczych w Kuźnicach. Dalszą przyczyną dewastacji było masowe wykorzystywanie drewna bukowego do opalania parowozów oraz ogrzewania mieszkań zarówno w miastach, jak i na wsi. W następstwie karczowania lasów i przeobrażania środowiska naturalnego doszło do degradacji gleb i niekorzystnej zmiany stosunków wodnych. Klęskę przyspieszył wypas zwierząt, stosowanie poręby i usuwanie ściółki. Częściowa zmiana na lepsze nastąpiła dopiero w drugiej połowie XIX wieku, gdy drewno zostało wyparte przez bardziej kaloryczny węgiel kamienny.

Jakkolwiek buk zajmuje zaledwie 4,5% obszaru naszych lasów, to jednak z uwagi na zasobność przewyższa go tylko sosna i świerk, a pod względem zapasu grubizny zajmuje czwarte miejsce po sosnie, świerku i dębach. Dzięki obfitej i szybko rozkładającej się ściółce wywiera korzystny wpływ na glebę, a ponadto gromadzi w liściach znaczną ilość soli wapnia, które przeciwdziałają procesom bielicowania. Osłaniając glebę zapobiega intensywnemu parowaniu wody, przyczyniając się zarazem do powstawania osobliwego zdrowotnego mikroklimatu. W czasie upałów w lesie bukowym jest zawsze chłodno i dlatego można tam świetnie odpocząć oraz oczyścić płuca z toksycznych substancji.

Buki należą do szczególnie wartościowych gatunków lasotwórczych i parkowych. Ich delikatna i wczesna zieleń wiosenna oraz malownicze przebarwienie liści w jesieni stwarzają obraz pełen splendoru i gracji. Niezmiernie piękne i dekoracyjne są niektóre odmiany *Fagus silvatica*. Na specjalną uwagę zasługuje „*Atropunicea*” (*atropurpurea*) — odmiana purpurowa odznaczająca się liśćmi ciemnopurpurowymi, które nie tracą barwy do późnej jesieni. Znana jest od połowy XVIII wieku i często hodowana w parkach. Do bardzo cennych należy też „*Pendula*” — odmiana zwisająca o ładnych koronach i zwisających gałęziach, „*Laciniata*” — strzępolista posiadająca liście pierzasto-wcinane o wąskich kłapach oraz „*Fastigiata*” — stożkowa, podobna swym pokrojem do topoli włoskiej.

Drewno buka jest dość twarde i łatwo łupliwe. Można je z powodzeniem giąć i skrawać a ponadto sklejać, polerować i barwić. Ponieważ jednak wchłania sporo wilgoci i przy wysychaniu pęka, nie powinno być

wykorzystywane do wyrobu przedmiotów mających styczność z wodą. Z tego względu bukowe podkłady kolejowe muszą być impregnowane olejem kreozotowym. Natomiast w suchych pomieszczeniach drewno to utrzymuje się w dobrym stanie nawet kilkaset lat. W dzisiejszych czasach służy przede wszystkim do wyrobu mebli, sklejki, klepki parkietowej, skrzyń, różnych przedmiotów gospodarstwa domowego, części instrumentów muzycznych i płyt pilśniowych. W wyniku suchej destylacji drewna bukowego otrzymujemy 33% węgla drzewnego, 8% smoły, 6% kwasu octowego, 2% metanolu i trochę acetonu. Aktywowany węgiel ma zastosowanie przy oczyszczaniu wody i innych cieczy, służy też do nawęglania stali, produkcji karbidu, cyjanków i czterochloru węgla.

Użyteczne są również nasiona buka, w których stwierdzono około 35% tłuszczów, 23% białka, nieco kwasu jabłkowego i cytrynowego, błonnika, cukrów oraz soli mineralnych. W ich skład wchodzi ponadto oszałamiający alkaloid fagina, ulegający rozkładowi w wyższej temperaturze. Dlatego orzeszki można spożywać bez obawy dopiero po ich wyprażeniu. Przez wytłaczanie jądra bukwi na zimno uzyskujemy olej jadalny, a na gorąco techniczny. Warto zaznaczyć, że są one pozbawione szkodliwej faginy. Olej spożywczy odznacza się jasnym kolorem i delikatnym smakiem. Nie podlega jętczeniu, łatwo rozpuszcza karoten i dlatego nadaje się do witaminizowania różnych środków żywności.

Zainteresowanie człowieka bukiem sięga czasów zamierzchłych. Z podań greckich dowiadujemy się, że rosły one na Olimpie, który był siedzibą bogów. Zakładały na nich gniazda sowy, uważane powszechnie za symbol mądrości. Natomiast w mitologii greckiej występowały jako drzewa płodności. Podobną rolę przypisywali im Dakowie, plemiona trackie zamieszkujące w starożytności tereny obecnej Rumunii. Gromadzili oni pod bukiem jałowe zwierzęta w przekonaniu, że dzięki niemu staną się płodne. Nasi przodkowie osiedlali się chętnie w sąsiedztwie tych drzew, wierząc w ich dobroczynny wpływ na człowieka. Świadectwem tego może być cmentarzysko kurhanowe z epoki brązu w Kniei Bukowej pod Szczecinem. Istniało również przekonanie, że słowik nigdy nie siada na buku. Dowiadujemy się o tym z angielskiej legendy związanej z sędziwym lasem bu-

kowym w hrabstwie Sussex noszącym miano lasu św. Leonarda. Pod osłoną cienistych buków święty wypoczywał i oddawał się nabożnej kontemplacji, ale dręczyły go w dzień żmije, a w porze nocnej słowiki. Sytuacja uległa zmianie dzięki jego żarliwej modlitwie, która sprawiła, że węże zniknęły, a na bukach nie ma słowików. Wypada jeszcze dodać, że popiół z drewna bukowego zmieszany z łojem i studzienną wodą miał stanowić czarodziejski eliksir przywracający cerze świeżość i młodość.

Wysoko osadzonej koronie drzewa należy przypisać powstanie ludowego przysłowia: „Jeżeli chłop z buka spadnie, to sobie odpocznie”. Są również inne, np. „Na Wszech Świętych sztuka, utnij gałąź z buka”, albo „Pośród lasów z buku woła dziewczę: kuku!”

W naszej toponimii wyraz „buk” jest bardzo częsty. Wystarczy przypomnieć, że na mapie administracyjnej Polski w skali 1:500000 dostrzegamy 73 miejscowości o takim brzmieniu jak Buk, Bukowa, Bukowiec, Bukowina, Buków, Buczek, Bukówka itp., a ogółem mamy ich w Polsce 250.

Określanie wieku buków napotyka trudności, bo ich pień jest często wypróchniały, a jego grubość nie zawsze stanowi miarodajny wskaźnik, gdyż zależy od warunków siedliska. Stąd więc szacowanie najstarszych okazów buka na 900 lat może być zawsze przedmiotem kontrowersji. Najbardziej wiarygodne są oceny dokonane przez naszego znanego dendrologa dra Cezarego Pacyniaka, który w latach 1967-1984 badał różne krajowe drzewa i swe wyniki przedstawił w pracy zatytułowanej *Najstarsze drzewa w Polsce*. Posługując się najnowszymi metodami pomiarów stwierdził m. in., że najstarszy buk zwyczajny rośnie w Sierakowie w województwie poznańskim. Według obliczeń ma 327 lat, jego obwód wynosi 678 cm, pierśnica 216 cm i wysokość 35 m. Nieco młodszy jest okaz z Przedborowa (województwo kaliskie), którego wiek oceniono na 297 lat, obwód 630 cm, pierśnica 200,5 cm, a wysokość 22 m. Natomiast najstarszy buk zwyczajny odmiany purpurowej znajdujący się w Żaganiiu (województwo zielonogórskie) liczy 238 lat, jego obwód szacuje się na 566 cm, pierśnica wynosi 180 cm, a wysokość 29,5 m.

Wpłynęło 24 II 1995

Dr Roman Karczmarczyk jest emerytowanym nauczycielem

FIZJOLOGIA I PATOLOGIA REAKTYWNYCH FORM TLENU

VIII. REAKTYWNE FORMY TLENU USZKADZAJĄ DNA

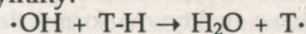
Uszkodzenia białek przez reaktywne formy tlenu mogą stwarzać poważne zagrożenia dla komórek. Przykładem niech będzie intensywnie w tym aspekcie badane białko — pompa wapniowa czyli ATPaza transportująca jony wapnia z cytoplazmy na zewnątrz komórki. Reaktywne formy tlenu stosunkowo łatwo ją inaktywują. Mechanizm tego efektu nie jest w pełni wyjaśniony. Być może grupy tiolowe białka,

niezbędne dla jego aktywności, są bezpośrednio atakowane i utleniane. Być może inaktywacja pompy jest jednak efektem wtórnym, w którym pośredniczą produkty zachodzącej w błonach peroksydacji lipidów. Tak czy inaczej, zahamowanie aktywności pompy wapniowej może mieć zgubne następstwa dla komórki, w której stężenie jonów wapnia w cytoplazmie przestaje być utrzymywane na odpowiednio niskim

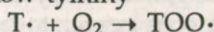
poziomie (10^{-7} - 10^{-6} mol/l), co prowadzi m.in. do aktywacji enzymów proteolitycznych i nukleolitycznych, nieczynnych w normalnych warunkach.

Białka, jakkolwiek ważne ze względu na różnorodne funkcje, jakie pełnią w komórkach, mają jednak status produktów jednorazowego użytku, wymienianych na nowe, syntetyzowane w oparciu o informację zawartą w DNA. Jeszcze groźniejsze dla komórek skutki niż uszkodzenie białek może mieć więc uszkodzenie sterującego procesami życiowymi komórki nośnika informacji genetycznej — DNA. On również nie jest oszczędzany przez reaktywne formy tlenu. Badania wykazały, że anionorodnik ponadtlenkowy i nadtlenek wodoru nie mogą same uszkadzać DNA, jednak reakcje rodnika wodorotlenowego prowadzą do uszkodzenia wszystkich składników strukturalnych kwasów nukleinowych: zasad, reszt cukrowych i wiązań fosfodiesterowych łączących nukleotydy (rozerwania wiązań fosfodiesterowych oznaczają pęknięcia nici kwasów nukleinowych). Również tlen singletowy może reagować z kwasami nukleinowymi.

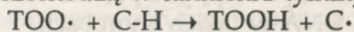
Spśród zasad budujących kwasy nukleinowe najbardziej podatna na uszkodzenia przez reaktywne formy tlenu wydaje się tymina. Reakcje $\cdot\text{OH}$ z tyminą (T-H) prowadzą do powstawania wolnych rodników tyminy:



Reakcje tych rodników z tlenem dają rodniki nadtlenu tyminy



te zaś odrywając wodór od innych cząsteczek (C-H) przechodzą w nadtlenu tyminy TOO·H:

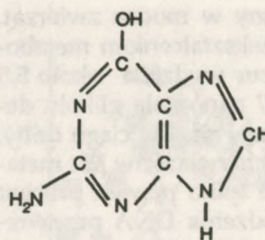


Nadtlenki tyminy, podobnie jak nadtlenu aminokwasów i białek, są stosunkowo nietrwałe i rozpadają się tworząc szereg różnych produktów. Niektóre z nich pokazane są na rysunku.

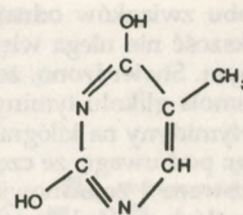
Inne zasady również, choć z nieco mniejszymi wydajnościami, reagują z rodnikiem wodorotlenowym, co prowadzi do powstawania różnorodnych produktów rozpadu. Na rycinie pokazany jest, dla przykładu, jeden z produktów modyfikacji guaniny. Przedstawione na rysunku związki to tylko jedne z co najmniej kilkunastu różnych produktów modyfikacji kwasów nukleinowych przez reaktywne formy tlenu. Identyfikacja i wykrywanie tych związków stało się możliwe dopiero w ostatnich latach, dzięki rozwojowi wyrafinowanych metod analitycznych.

Uszkodzenie DNA oznacza niebezpieczeństwo nie tylko zaburzenia bieżących funkcji komórki, lecz także przekazania powstałych zmian komórkom potomnym — czyli mutacji, a niewykluczone, że kancerogenezy. Komórki nie są bezbronne wobec tak istotnego niebezpieczeństwa, jakim jest uszkodzenie DNA i dysponują mechanizmami naprawy. Umożliwiają one połączenie pękniętych nici bądź wycięcie fragmentu nici zawierającego uszkodzenie i syntezę naprawczą usuniętego segmentu w oparciu o informację zawartą w nici komplementarnej (ten mechanizm określany jest czasem mianem naprawy ekscyzyjnej). Mechanizmy naprawcze nie są jednak w pełni skuteczne.

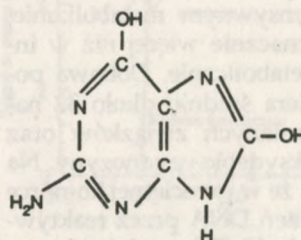
Zachodzenie naprawy ekscyzyjnej jest ważne nie tylko dla komórek, ale także dla badaczy reakcji reaktywnych form tlenu. Dysponując odpowiednimi te-



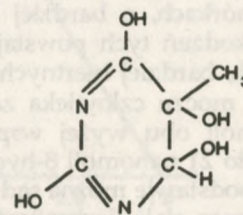
Guanina



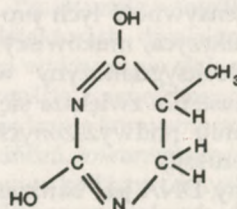
Tymina



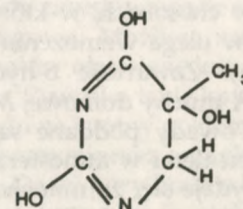
8-Hydroksyguanina



Glikol tyminy



5,6-Dihydrotymina



5-Hydroksy-6-hydrotymina

Dwie spośród zasad DNA: tymina i guanina oraz niektóre produkty ich modyfikacji przez rodnik wodorotlenowy.

chnikami analitycznymi, mogą oni oszacować ilość uszkodzeń DNA zachodzących w komórce czy w organizmie określając ilość produktów uszkodzeń wycinanych w procesie naprawy i usuwanych z komórek. Poświęćmy nieco uwagi temu zagadnieniu, gdyż chodzi o jedną z najlepszych obecnie dostępnych metod badania procesów wolnorodnikowych *in vivo*.

Zdobywanie informacji o powstawaniu i działaniu reaktywnych form tlenu w organizmie nie jest łatwe. Twory te powstają w znikomych ilościach i trwają bardzo krótko (odnosi się to szczególnie do najbardziej reaktywnego rodnika wodorotlenowego). Zazwyczaj sądzimy o poziomie reaktywnych form tlenu w komórkach i organizmach na podstawie skutków ich działania, określając stężenia produktów reakcji, jakie powodują. Produkty te winny być jednak specyficzne — powstawać wyłącznie w wyniku działania reaktywnych form tlenu, a nie np. w reakcjach enzymatycznych. Nie powinny wchodzić w dalsze reakcje ani być metabolizowane. Wydaje się, że produkty modyfikacji zasad kwasów nukleinowych dobrze spełniają te wymagania. Okazało się, że jeśli wstrzyknijemy szczurom glikol tyminy (pokazany na rysunku) bądź glikol deoksytymidyny (czyli glikol tyminy połączony z deoksyrbozą), około 75% podanych ilo-

ści obu związków odnajdziemy w moczu zwierząt. Większość nie ulega więc przekształceniom metabolicznym. Stwierdzono, że szczur wydziela około 5,5 nanomola glikolu tyminy i 1,7 nanomola glikolu deoksytymidyny na kilogram masy ciała w ciągu doby. Biorąc pod uwagę, że część tych związków jest metabolizowana i że stanowią one tylko pewien procent wszystkich produktów uszkodzenia DNA przez reaktywne formy tlenu można obliczyć, że w organizmie szczura powstaje przeciętnie 100 000 uszkodzeń DNA w każdej komórce w ciągu doby. Oczywiście jest to przybliżone oszacowanie i jeszcze bardziej przybliżone uśrednienie; z pewnością w niektórych komórkach, o bardziej intensywnym metabolizmie, uszkodzeń tych powstaje znacznie więcej niż w innych, bardziej inertnych metabolicznie. Dobowa porcja moczu człowieka zawiera średnio około 32 nanomoli obu wyżej wspomnianych związków oraz około 21 nanomoli 8-hydroksydeoksyguanozyny. Na tej podstawie można sądzić, że w przeciętnej komórce naszego ciała liczba uszkodzeń DNA przez reaktywne formy tlenu wynosi około 10 000 na dobę.

Ilość wydalanych produktów oksydacyjnej modyfikacji zasad kwasów nukleinowych jest wiarygodnym wskaźnikiem intensywności procesów wolnorodnikowych zachodzących w organizmie i zwiększa się w chorobach, w których intensywność tych procesów ulega wzmożeniu (np. cukrzyca, mukowiscydoza). Zawartość 8-hydroksydeoksyguanozyny w DNA muchy domowej *Musca domestica* zwiększa się, jeśli owady poddane są działaniu podwyższonych stężeń tlenu w atmosferze (hiperoksji).

Wydaje się, że mitochondrialny DNA jest bardziej podatny na uszkodzenia przez reaktywne formy tlenu niż DNA jądrowy. Znajduje się on blisko głów-

negu źródła reaktywnych form tlenu w komórce, jakim jest łańcuch oddechowy. W przeciwieństwie do jądrowego DNA, nie jest związany z białkami chromatyny (histonami i białkami niehistonowymi), które mogłyby go chronić przed uszkodzeniami, a możliwości jego naprawy są bardzo ograniczone. Istotnie: stwierdzono, iż w DNA mitochondrialnym powstaje 16 razy więcej 8-hydroksyguany (w przeliczeniu na tę samą masę DNA) niż w DNA jądrowym.

Sprawności układów naprawczych zawdzięczamy to, że żyjemy i (lepiej czy gorzej) funkcjonujemy mimo tego ciągłego bombardowania DNA w naszych komórkach przez nieuchronnie powstające w toku metabolizmu reaktywne formy tlenu. Uszkodzenia DNA gromadzą się jednak stopniowo w komórkowym DNA. Przeciętna komórka starego, dwuletniego szczura zawiera ich około dwóch milionów, dwukrotnie więcej niż przeciętna komórka młodego szczura.

Wzmoczone usuwanie uszkodzeń DNA może mieć niekorzystne następstwa. DNA uszkodzony przez reaktywne formy tlenu jest silniej immunogenny (łatwiej indukuje powstawanie skierowanych przeciwko sobie przeciwciał) niż natywny DNA. Przeciwciała przeciwko DNA występujące w przebiegu niektórych chorób (takich jak np. toczeń rumieniowaty) silniej reagują z DNA zmodyfikowanym przez reaktywne formy tlenu. Jak przypuszczają niektórzy badacze, właśnie produkty uszkodzenia DNA przez reaktywne formy tlenu, wycinane przez enzymy naprawcze i przez to łatwiej dostępne dla komórek układu odpornościowego, są głównym antygenem wywołującym powstawanie przeciwciał przeciwko DNA w takich chorobach.

Grzegorz Bartosz

DROBIAZGI

Od zlodowaceń do raków, czyli pożytek z losowego szumu

Przed wielu laty wynalazek radia zwrócił uwagę na przypadkowe prądy w układach elektronicznych, zakłócające odbierany dźwięk. Ciągłe udoskonalenia nowoczesnego sprzętu Hi-Fi eliminują przypadkowe zakłócenia, ale według badań ostatnich lat właśnie one są niezbędne dla wywołania wielu zjawisk przyrodniczych.

W latach osiemdziesiątych po raz pierwszy R. Benzi objaśniał przyczynę występujących co 100 000 lat zlodowaceń niewielkimi zmianami nasłonecznienia Ziemi. Ich źródłem miała być cykliczna zmienność orbity ziemskiej. Niewielki spadek ilości energii słonecznej docierającej na powierzchnię planety po wzmocnieniu przez występujące w środowisku ziemskim wahania temperatury wyzwalał gwałtowne przejście do innego stanu równowagi termodynamicznej, charakteryzującego się globalnym ochłodzeniem. Słuszność

przedstawionego wyjaśnienia jest nadal poddawana krytyce, niemniej zjawisko wzmocnienia słabych, okresowych sygnałów przez oddziaływanie z przypadkowo występującymi fluktuacjami znajduje coraz więcej przykładów w przyrodzie.

Występowanie zjawiska rezonansu losowego po raz pierwszy udowodniono eksperymentalnie na prostym elektronicznym układzie przełączającym, zwanym przerzutnikiem Schmitta. Blisko dekadę zajęło opracowanie teorii rezonansu losowego i jego opis w różnorodnych układach fizyki doświadczalnej. Obecnie dostrzeżono znaczenie tego zjawiska w biologii.

Rezonans losowy jest zjawiskiem nieliniowym. Charakteryzuje się występowaniem skokowych zmian stanu w wyniku współdziałania słabego sygnału i nakładającego się nań przypadkowego szumu. Sam sygnał jest zbyt słaby, by wywołać skok układu do innego stanu. Szum daje jedynie losowe zmiany stanu, charakteryzujące się kompletną przypadkowością. Złożenie tych dwóch przebiegów powoduje za-

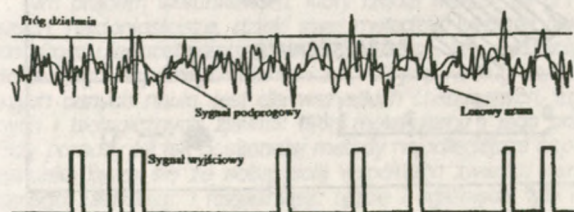
dziwiącą zgodność przejść stanów z sygnałem wejściowym (ryc. 1). Ponadto regularność ta poprawia się często po dodaniu większego szumu.

Inne spojrzenie na rezonans losowy ma związek z wykrywaniem słabych sygnałów w zakłóconym środowisku. Jeżeli źródło sygnału, który chcemy zmierzyć jest ukryte, a mamy dostęp jedynie do wyjścia układu, w dodatku w postaci występowania pewnej czasowej serii dwu stanów; wysokiego i niskiego, to nasz pomiar będzie tym dokładniejszy im więcej szumu wnoszą mierzonego układu. Oczywiście stwierdzić można pewne optimum poziomu zakłóceń, po przekroczeniu którego wykrywalność sygnału ponownie obniży się.

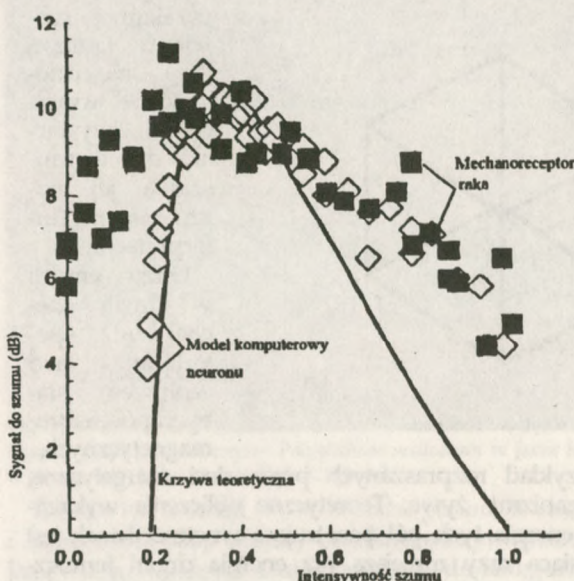
Należy uświadomić sobie, że zjawisko rezonansu losowego jest znacznie bardziej powszechne, niż można by wnioskować z przedstawionych modeli dwustanowych. Jeden z popularniejszych modeli neuronu na podstawie przebiegów błonowego potencjału elektrycznego został nazwany sumacyjno-odpalającym (ang. *integrate-and-fire*). Stały potencjał polaryzujący ujemnie wewnątrz komórki zmienia się pod wpływem prądów przezbłonowych związanych z pobudzeniem lub hamowaniem neuronu. Potencjał połowy błony komórkowej podlega sumowaniu, w wyniku którego najczęściej w początkowym odcinku aksonu zachodzi wyzwolenie lawinowo narastających prądów czynnościowych rejestrowanych jako impuls elektryczny. Warunkiem powstania potencjału czynnościowego jest przekroczenie progu pobudliwości neuronu. Przywrócenie stanu spoczynkowej polaryzacji, następujące niemiennie po potencjale czynnościowym, jest warunkiem gotowości neuronu do ponownego odpalenia.

Ocena ilościowa rezonansu losowego oparta jest na stosunku sygnału do szumu (SDS). Wartość ta jest wprost proporcjonalna do kwadratu mocy sygnału wejściowego, natomiast jej zależność od szumu jest bardziej złożona. Przy braku zakłóceń SDS jest równy zeru, bowiem sygnał podprogowy nie wywołuje zmian na wyjściu układu. Bardzo duże natężenie szumu również prowadzi do małych wartości SDS; słaby sygnał gubi się w przypadkowych fluktuacjach układu. Cechą charakterystyczną rezonansu losowego jest obecność ostrego optimum natężenia szumu, przy którym zachodzi zjawisko wzmocnienia sygnału wejściowego.

Frank Moss z Uniwersytetu Missouri w St. Louis po raz pierwszy wykazał występowanie rezonansu losowego w narzędzie czucia zewnętrznego ruchu u raków. Mechanoreceptorami raka są komórki czuciowe zaopatrzone we włoski dotykowe. Ich zadaniem jest wykrywanie słabych ruchów wody wywołanych na przykład zbliżającym się drapieżnikiem. Stymulacja komórek czuciowych raka przy pomocy generatorów sygnału i szumu wykazała w większości z nich zjawisko rezonansu losowego (ryc. 2). Podobnie za-



Ryc. 1. Schemat powstania rezonansu losowego.



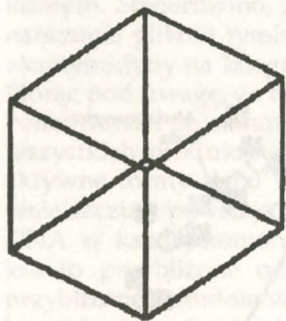
Ryc. 2. Rezonans losowy mechanoreceptorów raka.

chował się teoretyczny model neuronu opisany równaniami Fitzhugh-Nagumo podczas komputerowej symulacji drażnienia sygnałem i szumem.

Praktycznie wszystkie układy zmysłów oparte są na detektorach działających progowo. Możliwe zatem, że wykrywanie słabych sygnałów ułatwiane jest obecnością zewnętrznego szumu. Zjawisko takie jest biologicznie korzystne ze względu na istotny poziom zakłóceń, towarzyszących odbieranym przez organizmy żywe bodźcom zmysłowym. Do tej pory brak jednak eksperymentalnych dowodów korzystnego wpływu szumów własnych neuronów na proces detekcji słabych sygnałów.

Zjawisko rezonansu losowego znalazło już zastosowania w technice. Należy wśród nich wymienić detektory słabych pól magnetycznych oraz układy wzmacniające słabe sygnały radiowe, dostępne także w postaci układów scalonych. Kurt Wiesenfeld z Instytutu Technologicznego w Atlancie podsumował tradycyjny kierunek badań projektowych w zakresie pomiaru słabych sygnałów jako niepraktyczny i niewiarygodnie drogi. Projekty te bowiem zakładają budowę detektorów o jak najniższym progu zadziałania, a z drugiej strony jak najlepiej izolowanych od zakłócającego otoczenia. Możliwe, że uwzględnienie optimum dla rezonansu losowego poziomu szumów będzie ekonomiczną alternatywą dla budowy takich urządzeń.

Dalszy kierunek badań nad rezonansem losowym sięga sieci nerwowych. Zarówno symulacje komputerowe jak i spektakularne przykłady postrzegania pewnych złudzeń wzrokowych wskazują na udział rezonansu losowego w interpretacji niejednoznacznych danych docierających z narządu wzroku. Prosta figura geometryczna zwana kostką Neckera (ryc. 3) widziana jest przez nas w jednym z dwóch stanów: z dolnym narożem sześcianu na pierwszym planie lub też w głębi obrazu. Interpretacja wzrokowa tej bryły może być kontrolowana przez jej odpowiednie proporcje lub wprowadzenie perspektywy. Okazuje się, że słaby sygnał wzrokowy w postaci punktu oscy-



Ryc. 3. Kostka Neckera.

na przykład rozpraszanych przez sieci energetyczne, na organizmy żywe. Teoretyczne obliczenia wykazały, że energia tych pól penetrująca wewnątrz tkanek jest do tysiąca razy mniejsza niż energia drgań termicznych cząsteczek. Jeśli jednak sterowane napięciem kanały jonowe obecne w wielu błonach komórkowych wykazują również rezonans losowy, to słabe pola magnetyczne mogą mieć swoje silne następstwa biologiczne.

Rezonans losowy jako zjawisko fizyczne może być częstą przyczyną pojawiania się uporządkowania w układach pozornie chaotycznych. Opisująca te układy teoria chaosu bazuje na nieliniowych równaniach matematycznych, których wielokrotne iteracje prowadzą do nieoczekiwanych, niekiedy regularnych zmian stanu układu. Rezonans losowy stanowiłby zatem kolejny krok w wytłumaczeniu otaczającej nas przyrody. Zrodzone z rozważań matematycznych zjawisko znalazło pierwsze potwierdzenie w laboratoriach fizycznych, by szybko zadomowić się w biologii i neurofizjologii. Jego szczególne znaczenie polega na ujawnieniu konstruktywnej roli przypadkowych zakłóceń, postrzeganych nadal jako czynnik jednoznacznie szkodliwy w wielu modelach zjawisk przyrodniczych.

Nature 1995, 373: 33

Marek Sanał

Stanowisko paprotnika kolczystego *Polystichum aculeatum* na Wyżynie Śląskiej

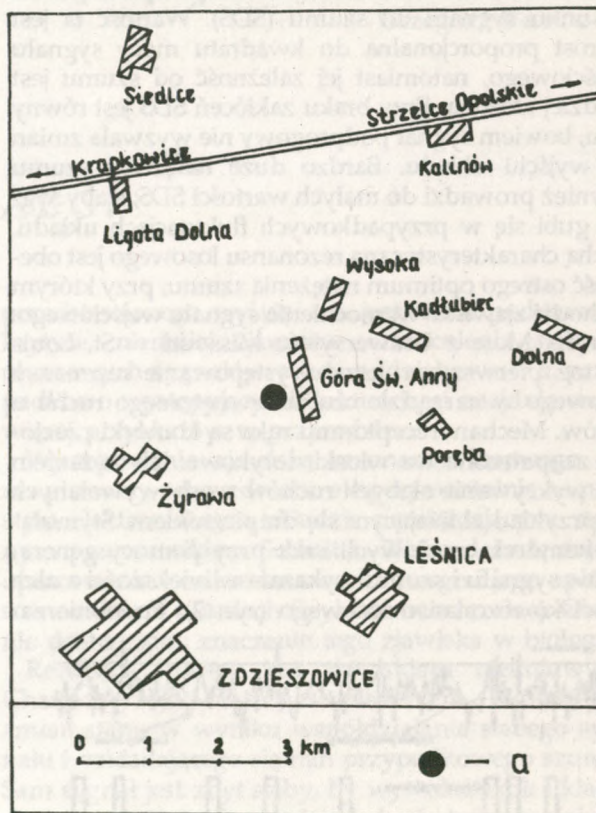
Rodzaj paprotek *Polystichum* należy do rodziny paprotkowatych *Polypodiaceae*. W Polsce reprezentowany jest przez trzy gatunki. Charakteryzuje się krótkim, grubym kłaczem, 1-3 pierzastymi liśćmi, których ostatnie człony są zastrzone i silnie szczeciasto ząbione. Okrągłe kupki, leżące na spodniej stronie blaszki, pokryte są tarczową zawijką. Prócz paprotnika kolczystego *Polystichum aculeatum* (*P. lobatum*) na terenie naszego kraju spotkać można jeszcze paprotnika ostrego *Polystichum lonchitis* i paprotnika Brauna *Polystichum braunii*. Gatunki te związane są z obszarami górkimi.

Paprotek kolczysty posiada duże, dochodzące do 100 cm podwójnie pierzaste, ciemnozielone, skórzaste, zimotrwałe liście. Ich odcinki II rzędu skierowane są ukośnie w górę, brzegiem ościsto piłkowane i opa-

trzone u nasady wyraźnym uszkiem. Występuje on w Europie, północnej Afryce, Azji Mniejszej i na Kaukazie. Paprotek kolczysty jest gatunkiem reglaowym, w Polsce występującym przede wszystkim w Karpatach i Sudetach. Przywiązany jest głównie do żyznych buczyn: karpackiej *Dentario glandulosae*—*Fagetum* i sudeckiej *Dentario enneaphyllidis*—*Fagetum*, czasem spotykany jest w lasach jaworowych, jodłowych, świerkowych a nawet w zbiorowiskach nieleśnych.

Paprotek kolczysty posiada również rozproszone stanowiska na obszarach Polski niżowo-wyżynnej, głównie na wyżynach południowej części kraju. Największą trwałością odznaczają się populacje paprotnika kolczystego na Roztoczu i na Wyżynie Krakowsko-Wieluńskiej. W innych regionach występują niewielkie populacje, które pozbawione są często młodych osobników. Świadczy to o zahamowaniu rozrodczości tego gatunku na wielu stanowiskach. Niżowe populacje paprotnika kolczystego zasiedlają obszary zbliżone rzeźbą, mikroklimatem, charakterem podłoża i roślinności do warunków górskich. Spotyka się je w zacienionych zboczach dolin, jarów i wąwozów o chłodnym i wilgotnym mikroklimacie. Paprotek preferuje podłoże skaliste (zwłaszcza węglanowe) lub rumoszowe, płytkie gleby typu rankierów, rędzin oraz silnie szkieletowych gleb brunatnych. Często rośnie na glebach lessowych, a wyjątkowo na glebach piaszczystych.

W podobnych warunkach siedliskowych znaleziono paprotnika kolczystego na Wyżynie Śląskiej. Jego nowe stanowisko znajduje się w jej zachodniej części, w granicach mezoregionu Grzbiet Chełma, na terenie

Ryc. 1. a – stanowisko paprotnika kolczystego *Polystichum aculeatum* na Górze Św. Anny, Wyżyna Śląska.

gminy Leśnica. Gatunek ten rośnie na zachód od miejscowości Góra Św. Anny (ryc. 1), na dnie jaru krasowego, w liczbie 4 kęp (1994 r.). Jest to jak na razie jedyne aktualne miejsce występowania tego gatunku paproci na Wyżynie Śląskiej. Stanowisko to znajduje się na obszarze Parku Krajobrazowego „Góra Św. Anny”. Teren Parku posiada silnie urozmaiconą rzeźbę terenu (deniwelacje sięgają tu 200 m) a bliskość gór umożliwia zdomowienie się wielu gatunków o charakterze górskim i podgórskim. Prócz paprotnika kolczystego z roślin górskich spotyka się tutaj przetacznika górskiego *Veronica montana*, parzydło leśne *Aruncus dioicus*, przytulię okrągłolistną *Galium rotundifolium* i in.

Teren, na którym rośnie paprotnik kolczysty, przynięty jest przez las bukowy, który można zaliczyć do fragmentarycznie wykształconej żywej buczyny sudeckiej *Dentario enneaphyllidis*—*Fagetum*. W drzewostanie dominuje buk zwyczajny *Fagus sylvatica*, często występuje także grab zwyczajny *Carpinus betulus*, a w domieszce jawor *Acer pseudoplatanus* i świerk *Picea abies*. Bardzo dobrze rozwinięty podszyt tworzy dziki bez czarny *Sambucus nigra*, dziki bez korolowy *Sambucus racemosa*, trzmielina zwyczajna *Euonymus europaeus* i podrost świerka. Warstwa runa jest słabo wykształcona, składają się na nią przede wszystkim gatunki charakterystyczne dla rzędu *Fagetalia silvaticae* jak: niecierpek pospolity *Impatiens noli-tangere*, marzanka wonna *Galium odoratum*, czerniec gronkowy *Actea spicata*, żankiel zwyczajny *Sanicula europaea*, narecznica samcza *Dryopteris filix mas* i fiołek leśny *Viola reichenbachiana*. Wśród gatunków towarzyszących większą rolę odgrywają: pokrzywa zwyczajna *Urtica dioica*, niecierpek drobnokwiatowy *Impatiens parviflora*, narecznica krótkoostna *Dryopteris carthusiana*, wietlica samicza *Athyrium filix-femina* i bodziszek cuchnący *Geranium robertianum*.



Ryc. 2. Paprotnik kolczysty *Polystichum aculeatum* w jarze krasowym na Górze Św. Anny. Fot. K. Spalek

Takson ten znalazł się w Wykazie gatunków rzadkich i zagrożonych flory polskiej opublikowanym przez A. Jasiewicza, w którym został zaliczony do kategorii gatunków rzadkich na niżu „RL”.

Przyczyną zanikania stanowisk paprotnika kolczystego na obszarze Prowincji Niżowo-Wyżynnej są przede wszystkim zmiany mikroklimatu, zwłaszcza w zakresie stosunków świetlnych, termicznych i wilgotnościowych. Są one następstwem rabunkowej gospodarki leśnej, zrębów zupełnych lub też silnych przerzedzeń drzewostanów, wpływających nie tylko na zmiany mikroklimatu ale także na przyspieszoną erozję zboczów lessowych wąwozów i jarów.

Jak na razie opisane stanowisko nie jest zagrożone, gdyż na terenie Parku wycinka drzew ograniczana jest do niezbędnego minimum. Większość okazów wytworzyła młode liście, w tym wiele z zarodnikami. Można więc mieć nadzieję, że populacja paprotnika kolczystego na Górze Św. Anny tak szybko nie zaniknie.

Krzysztof Spalek

WSZECHŚWIAT PRZED 100 LATY

Próby zastosowania biologii molekularnej i statystyki sto lat temu do oceny wyrodnienia rasy ludzkiej

Historią myśli ludzkiej od zamierzonych epok niemowlęstwa wiedzy do dni dzisiejszych jej wspaniałego rozkwitu rządzą zawsze pewne prądy kierunkowe, które przejawiają się wszechwładnie w różnych epokach i sprowadzają wszystkie galezie nauki do pewnych wspólnych metod badania, ułatwiając wspólną drogę obserwacji i wnioskowania z zebranych faktów oraz uogólniania i porządkowania gromadzących się wiadomości.

Tym prądem kierunkowym, który rządzi wiedzą za dni naszych, najdonioślejsze, dzięki swej metodzie, wydając owoce, jest droga ujednolicania wszystkich badań, sprowadzania ich do jednego wspólnego mianownika, którym, według najściślej- szych danych nauki, jest dla wszystkich chemicznych, fizycznych i biologicznych zjawisk ruch molekularny i jego prawa. Przy pomocy tej tak doskonałej metody najodleglejsze napozór zjawiska łączą się ze sobą nicią wspólnego związku genetycznego, ułatwiając i rozjaśniając ujęcie i ogarnięcie tylu i tak różnorodnych zjawisk przyrody.

Z jednej strony, skutkiem sumiennej analizy, widzimy najbardziej skomplikowane zjawiska, rozpadające się na proste części składowe, na pierwiastki, których prawa bytu są tożsame z prawami zupełnie napozór odległych zjawiska.

Z drugiej strony, wynikiem następczym tej zbawiennej metody upraszczania jest dążność do znajdowania dla każdej grupy zjawisk pewnej średniej, przeciętnej, pewnej normy, opartej na możliwie największej ilości obserwacji, dającej nam podstawę do obliczenia doniosłości poszczególnych anormalnych wahnięć i zboczeń od otrzymanej tą drogą średniej wymiarowej.

Z kwestią znajdowania takich norm przeciętnych, dla człowieka w szczególności, łączy się bezpośrednio kwestya rozbrzmiewająca stale po piśmie naukowych i nienaukowych z lat ostatnich, a mianowicie kwestya jakoby wyrodnienia fizycznego i moralnego człowieka w końcu wieku naszego.

W sferze etycznej i intelektualnej dni naszych, jeżeli nawet, ujawnione przez liczbowe zestawienia statystyczne, widnieją w istocie jakieś przejawy anormalne, jakieś dekadencyjne, rozkładowe powiewy i kierunki, to przez sam fakt niemożli-

wości znalezienia odpowiedniej normy, nic stanowczego nie możemy o zwyrodnieniu powiedzieć.

Współczesne rozprężenia nie są zresztą zwyrodnieniami, są one osłabieniem przemijającym tylko, peryodycznymi epokami zatrucia, wywołanymi zbyt gorączkową pracą dni poprzednich, intoksykacją chwilową, z której ludzkość wyjdzie na nowe przysze wloty, jak wychodziła już nieraz...

I dziś ludzkość nie zwyrodniała, nie głęboko w łonie jej osiadła dotknięcia jest chorobą, nie chronicznym, nieuleczalnym cierpieniem, ale osłabła, zubożała fizycznie i moralnie przez zbyt forsowną w latach przeszłych pracę.

K. Danielowicz-Strzelbicki Wymiary człowieka normalnego Wszechświat 1895, 14: 545 (1 IX)

Złe skutki handlu kością słoniową: nadzieja w europeizacji Afryki

Liczne stanowiska, przez Europejczyków na wybrzeżach Afryki zajęte, ułatwiły wprawdzie dostęp i do wnętrza tej części świata, w celach naukowych zarówno jak i handlowych, korzyści wszakże materialne, jakie z bogactw tamecznej przyrody osiągać się dają, są dotąd bardzo jeszcze słabe, co wynika z niskiego stanu uprawy ziemi i złych dróg komunikacyjnych, a tem samem znacznych kosztów transportu.

Jeden tylko właściwie produkt, dla wysokiej swej ceny, nadaje się do przewozu z wnętrza Afryki na wybrzeża, a stąd do innych części świata, przedmiotem tym handlu jest kość słoniowa. Afryka środkowa dostarcza wprawdzie bawelny, skór, kauczuku, ryżu i innych jeszcze produktów, ze wszystkich wszakże kość słoniowa jest niewątpliwie najcenniejszą.

Handel kością słoniową na wybrzeżu pozostaje przeważnie w rękach Hindusów, którzy zapewnijają sobie usługi różnych handlarzy, mieszańców, wyzwoleńców i t.p. zawiązując z nimi układ zwany „Trust-System”, a polegający na tem, że większe domy handlowe wydają mahometaniskim dowódcom karawan znaczne zaliczki w pieniądzu i towarach na urządzenie wyprawy, co po powrocie z wyprawy kością słoniową uiszczyć winni. Rzecz jasna, że przy stosunkach takich kupcy hurtowni łatwo oszukiwani być mogą. Za otrzymaną zaliczkę przyszły dowódca karawany przedewszystkiem bawi się wesoło w swem mieście, a następnie dopiero, po zwerbowaniu sił odpowiednich, wyrusza w drogę, gdy prognozyki są dla niej przyjazne. W każdym razie nadużycia zostały nieco poskromione, odkąd wszystkie kły, na sprzedaż wystawiane, stemplowane być muszą w urzędzie celnym, co utrudnia bardzo handel kością utajoną.

Kość słoniowa afrykańska, co do swych własności, zbliżona jest do syamskiej, która jest najlepszym gatunkiem. Kły słoni afrykańskich większe są, aniżeli indyjskich, są twardsze i bardziej zbite, ale często mają rysy z popekania pochodzące. Kły słoni dorosłych mają długość od 1 do 1,25 m i ważą 35 do 40 kg. Zdarzają się, lubo rzadko, okazy długości 2,5 m i wagi 80 kg, mające wartość 2 000 marek.

W ciągu roku 1893-1894 Afryka wschodnia dostarczyła na wywóz 800 000 kg kości słoniowej. Przyjmując, jako cenę średnią, 100 dolarów za jedną fasila, ocenić można wartość kości słoniowej, pochodzącej z Afryki wschodniej, na 16 milionów marek. Dla zdobycia powyższych 800 000 kg kłów trzeba było zabić około 40 000 słoni, między którymi znajduje się i znaczna liczba zwierząt bardzo młodych. Jakkolwiek więc część ta świata bogata jest jeszcze w słonie, to niewątpliwie wszakże w przyszłości niezbyt dalekiej nie będzie już mogła zapotrzebowania tych zwierząt pokrywać.

W samej też rzeczy już obecnie uczuwać się dają następstwa tej walki wytępiającej. We wszystkich prawie okolicach nadbrzeżnych, jako też i w przeważnej części Afryki południowej słoni już wyginął. Niewątpliwie długo już ród tych olbrzymów zwierzęcych nie będzie się mógł opierać tak zaciętemu tępieniu, a wnukowie już nasi może już tylko w muzeach podziwiać będą mogli zwierzę, które wraz z Hanibalem Alpy przekroczyło.

Bez przesady powiedzieć można, że handel kością słoniową wpływa na powstrzymanie cywilizacyjnego rozwoju Afryki. Dla negra kość słoniowa ma wartość tem większą, im łatwiej za jej sprzedaż zyskuje potrzebne mu rzeczy; przywykł on uważać polowanie na słonie za wyłączny cel swego życia, a wszystkie czas pozostały przepędza w bezczynności, a niezbędną uprawę roli zaniedbuje. Toż samo powiedzieć można i o mu-

zulkańskich mieszkańcach wybrzeży. Sposób zaś prowadzenia handlu systemem „trust” przyczynia się do wzmoczenia wszelkich złych usposobień człowieka, otwiera wrota do lekomyślności i oszustw, a ostatecznie znaczną liczbę handlarzy w ubóstwo i długą pogrąża. Handel ten nadto podtrzymuje niewolnictwo, — chociaż bowiem niewolnicy na wybrzeżach sprzedawani już być nie mogą, to we wnętrzu kraju potrzeba ich wciąż jeszcze, jako tragarzy lub jako żołnierzy.

Wszystkie te okoliczności ulegną zupełnemu przewrotowi, skoro po zaprowadzeniu dróg bezpiecznych kultura europejska dotrze do serca Afryki. Krajowiec nagnie się do pracy, system „trust” nie będzie miał już zastosowania, a niewolnictwo wytępieniem będzie i w krajach środkowych. Europejczyk zaś znajdzie zapewne inne skarby, których nie będzie zmuszony od chciwego negra wydłubać, ale wydobywać je będzie z żyznej roli tamecznej.

T.R. Handel kością słoniową w Afryce wschodniej Wszechświat 1895, 14: 552 (1 IX)

Zamiecie śnieżne przyczyną wyginiecia zwierząt dyluwialnych

Osobliwy i odrębny musiałby to być świat zwierzęcy, który zamieszkiwał Europę środkową i wschodnią, gdy człowiek już istniał, w okresie wielkiego zlodowacenia półkuli północnej lub też w czasach po nim następujących. Wykopaliska świadczą, że zwierzęta ssące w licznych stadach zapelniały lasy i stepy ówczesne. Była to wszakże mieszanina dziwna tworów, które po części dziś już nie istnieją, po części zaś żyją w innych tylko częściach świata. Mamut, nosorożec i jeleni olbrzymi, potężny żubr pierwotny i jeleni pierwotny, niedźwiedź, lew i hyena, którym nadano nazwę jaskiniowych, tur i łos składały zastęp nieprzyjaciół, z którymi człowiek, w braku siły względem przeciwników takich, podstępem walczyć musiał. Tu i ówdzie ukazywały się woły piżmowe, gdy stada dzikich koni, antylop, a dalej ku północy lub w epokach zimniejszych, trzody reniferów przebiegały równiny; największe wszakże z tych olbrzymów dyluwialnych, jak dinotherium, mastodon i najpotężniejsze gatunki mamutów, do 4 m wysokości dochodzące, wyginęły w Europie środkowej już w pierwszych początkach okresu lodowego.

Gdzież więc podział się tak bujnie rozwinięty świat zwierzęcy? Badania najnowsze rozjaśniły tę sprawę i wykazały, że nie jedną wprawdzie, ale w każdym razie jedną z głównych przyczyn gwałtownego wytępienia zwierząt ssących okresu dyluwialnego był tenże sam groźny objaw natury, którego pastwą i obecnie padają tłumne zastępy zwierząt, a mianowicie gwałtowne burze śnieżne. Aby to usprawiedliwić, należy nam poznać, jaki obraz przedstawiała przyroda naszej części świata w ciągu tysiącleci, następujących po wielkim okresie lodowym. Europa środkowa tak bardzo wówczas zbliżona była do równiny arktycznej, jak to dziś ma miejsce w Azji północnej, to też i ówczesne objawy przyrody odpowiadać musiały temu, co obecnie widzimy w tamtych okolicach. Najgroźniejszym zaś zjawiskiem, najsilniej zagrażającym życiu zwierzęcemu w tundrach i stepach Rosji wschodniej, są burze śnieżne, które tam każdej zimy z niesłychaną występują gwałtownością. Kto sam tego nie doznał, nie może mieć wyobrażenia o nieprzepartej potęgzie, z jaką burza śnieżowa pędzi przez bezleśne równiny północne. „Biada podróżnikowi — pisze jeden ze świadków takiej burzy — którego ona niespodziewanie napada, jest on bez ratunku stracony... Pędzone strachem, uchodzą zwierzęta przed wiatrem, często przez kilka dni i nocy, tuż obok wiosek, aż siły ich słabną a masa śnieżna setki zwłok pokrywa.” — Stosunki takie nie są wszakże wyłączną właściwością okolic syberyjskich, pojawiają się one wszędzie, gdzie istnieje warunki im sprzyjające, a mianowicie wielkie obszary bezleśne, w których się orkan rozwinać może, jako też zimy dostatecznie mroźne.

Według tego łatwo więc przyjąć można, że w okresie polodowym zachodzić musiały podobne katastrofy w Europie środkowej, Syberii i Ameryce północnej, gdy w ogólności temperatura zimowa dorównywała najmroźniejszym zimom dzisiejszym, a domysł ten potwierdzają liczne wykopaliska skamieniałości zwierząt dyluwialnych.

A. Berdrow (przełożył T.R.) Groby dyluwialne Wszechświat 1895, 14: 602 (22 IX)

ROZMAITOŚCI

Funkcja szerokiej głowy rekina-młota. W roku 1991 strezczono we „Wszechświecie” (87: 54-55) spostrzeżenia płetwonurków obserwujących rekiny-młoty polujące na płaszczki. Wynikało z nich, że osobliwy kształt głowy tych ryb ułatwia chwytanie płaszczy. Obecnie ukazała się publikacja potwierdzająca sugestie poprzednich autorów. Referowana praca zwraca uwagę, że szeroka czaszka młota tylko oglądana z góry przypomina młot, a w istocie jest płaską cienką płytą, od przodu zaostrzoną, co jest dobrze widoczne przy oglądaniu ryby z boku. Wiadomo, że dolna powierzchnia głowy młota współdziała w unoszeniu płynącej ryby. Powierzchnia płetw piersiowych młotów jest w porównaniu do płetw innych rekinów niewielka. Silne mięśnie grzbietu sięgają czaszki, podobnie jak i mięśnie podosiowe, które ciągną się pod gardzielą aż do chrząstki kwadratowej. Do mięśni u tych uspiionych rekinów wprowadzano elektrody pobudzając je do skurczów, które wyginały głowę ku górze lub ku dołowi. Wygięcie w górę ze stanu spoczynkowego osiągało 32 stopni kątowych, zaś ku dołowi 15°. Łączna amplituda ruchów głowy wynosi więc 47°. Natomiast u pokrewnego gatunku rekina o typowym kształcie głowy amplituda ta osiąga tylko 27°. Umieszczona z przodu, płaska ruchliwa płyta pozwala więc młotowi na wykonywanie raptownych zmian kierunku płynięcia w pionie, w czym nie może mu dorównać żadna z ryb. Zapewne zdolność ta istotnie ułatwia polowanie na płaszczki. Badano gatunek *Sphyrna lewini*. Przypuszczalnie kształt głowy innych gatunków młotów ma inne znaczenie. Odległość oddzielająca prawe od lewych narządy zmysłowe może przyczyniać się do precyzyjnej lokalizacji zdobyczy. Tak np. na fotografii młodego, o długości 50 cm młota z gatunku *Eusphyrna blochii* szerokość głowy wynosi 26 cm. Tak wielka głowa zapewne utrudnia rybce zwinność. Niewiele jednak wiadomo o biologii tego gatunku.

Copeia 1995: 330-336

H.S.

***Ardipithecus ramidus*: nasz praprzodek** opisany jako *Australopithecus ramidus* jest przedstawicielem nowego rodzaju. Rozmaitości („Wszechświat” 1995, 95: 25) podały wiadomość o nowej formie przedludzkiej, gatunku *A. ramidus*. Autorzy, którzy odkryli tę formę i opisali ją w ten sposób doszli obecnie do przekonania, że zaklasyfikowanie ramidusa do *Australopithecinae* było zbyt konserwatywne i decydują się na stworzenie nowego rodzaju *Ardipithecus*. „Ardi” w języku afaryjskim oznacza „podstawę”, „grunt”.

Obecna klasyfikacja naszego nowego praprzodka przedstawia się zatem następująco: rząd *Primates* Linnaeus 1758, podrząd *Antropoidea* Mivart 1864, nadrodzina *Hominioidea* Gray 1825, nowy rodzaj: *Ardipithecus*.

Nature 1995, 375: 88

S. Dubiski

Gigantyczne plemniki. W roku 1950 *Drosophila melanogaster* zyskała jeszcze jeden powód do sławy — stwierdzono wtedy, że muszka ta ma najdłuższe ze znanych plemników: 1,76 mm długości! Obecnie okazało się, że plemniki *D. melanogaster*, chociaż aż 300 razy dłuższe od ludzkich, są prawdziwymi karzełkami w porównaniu do plemników innych muszek z rodzaju *Drosophila*. *D. pachea* (16,53 mm), *D. hydei* (23,32 mm) biją ją o wiele długości, a obecny rekord należy do *D. bifurca* (58,29 ± 0,66 mm).

Biolodzy zastanawiają się, jaka korzyść może wypływać z produkowania plemników 20 razy dłuższych od długości ciała owada. Normalną strategią większości gatunków jest produkcja olbrzymiej liczby plemników względnie tanim kosztem. Produkcja gigantycznych plemników muszek owocowych jest niezmiernie kosztowna pod względem energetycznym: jądra *D. bifurca* mają długości 67 mm i stanowią 11% całkowitej suchej wagi ciała samca (u *D. melanogaster* — tylko 5%). Nic więc dziwnego, że liczba wyprodukowanych plemników jest odwrotnie proporcjonalna do ich długości, a samce muszą ich używać bardzo oszczędnie, aby móc obdzielić nimi wszystkie zapładniane samice. Czas potrzebny do sformowania się olbrzymich jąder opóźnia dojrzewanie płciowe samców. Podczas gdy samice dojrzewają w ciągu 7 dni po ostatniej wylince, samce potrzebują na to 17 dni. Liczba potomstwa przypadająca na jedną kopulację zmniejsza się ze wzrostem długości plemników (300-700 u *D. melanogaster*; 70 u *D. hediei*).

Przy tak wysokich kosztach, korzyści z produkcji olbrzymich plemników są na razie bardzo iluzoryczne. Być może długość ogonów plemników ułatwia w jakiś sposób zapłodnienie. Jest również możliwe, że duża masa plemnika pomaga w rozwoju zygoty. Z drugiej jednak strony u *D. bifurca* tylko 3 mm z olbrzymiego, długiego na 53,3 mm plemnika wnika do jaja przy zapłodnieniu. Nie wykluczone, że duże plemniki zwiększają udział genetyczny samca przy powstawaniu zygoty, być może przez udział mitochondrialnego DNA.

Nature 1995, 375: 109

S. Dubiski

OBRAZKI MAZOWIECKIE

DZIĘCIOŁY KONTRA LEŚNICY

Wieża przeciwpożarowa w lesie koło Lipy jest poważnie uszkodzona, a spowodowały to dzięcioły. W jednym ze słupów nośnych dzięcioł wykuł aż dwie głębokie dziuple, co bardzo obniżyło wytrzymałość konstrukcji wieży. Ciekawe, dlaczego dzięcioł rozkuwał impregnowane drewno, kiedy obok w lesie są nieprzeliczone ilości drzew naturalnych.

ŚNIADANIE DZIĘCIOŁA

Z okna nadleśnictwa widziałem dzięcioła zielonego zawzięcie szukającego czegoś w trawie. Trwało to dość długo i wyglądało na skubanie trawy. Ale prawda była inna. Dzięcioł znalazł tu mrowisko i jadł śniadanie.

NARESZCIE SOBIE PODJADŁA

Przywiozłem na działkę stos odpadów z tartaku. Były to różne deseczki sosnowe, które z jednej strony miały korę, nazywane „obladrami”. Podczas ich oczyszczania okazało się, że pod korą znajduje się mnóstwo larw owadów: przypłaszczków, kózek i innych. Larwy te były żywe, przetrwały proces cięcia kłoców na deski. Zaraz zainteresowały się nimi ptaki. Nadleciała sikora bogatka i zdumiona takim bogactwem po-

żywienia zaczęła pospiesznie połykać co smaczniejsze kaski. W krótkim czasie pochłonięła dużą ilość larw.

Teraz zaczął się problem. Tak obżarta sikora nie mogła utrzymać się na nóżkach, chwiała się, nie udawały się próby lotu. W końcu mocno bijąc skrzydłami, odleciała tuż nad ziemią.

Bogatka przyleciała jeszcze następnego dnia. Nie widząc larw na wierzchu, w poszukiwaniu żeru odrzucała kawałki kory tak duże, jak ona sama.

Zbigniew Polakowski

RECENZJE

Edward Moskala: *Atlas turystyczny Tatr polskich*. Wyd. Sport i Turystyka, Warszawa 1994.

Edward Moskala jest geografem, znawcą polskich Karpat, znanym działaczem turystyki górskiej i autorem wielu publikacji o Tatrach. Prezentowany *Atlas* jest kolejną jego pozycją, która będzie służyć pomocą w planowaniu wycieczek po Tatrach.

Atlas składa się z 11 krótkich rozdziałów oraz kilkudziesięciu map turystycznych i panoramicznych Tatr. Początkowo autor w sposób bardzo zwięzły prezentuje czytelnikowi Tatry jako krainę geograficzną, przedstawiając w skrócie dane na temat ukształtowania terenu, budowy geologicznej, klimatu, fauny i flory. Następnie podaje najważniejsze informacje o Tatrzańskim Parku Narodowym i możliwościach jego zwiedzania, a także podstawowe wiadomości o historii Zakopanego, wymieniając ciekawsze, warte zwiedzenia obiekty. Nieco uwagi poświęcono też znakowanemu szlakom turystycznym w Tatrach, jak również turystyce zimowej i warunkom do uprawiania narciarstwa. W tym krótkim rozdziale znajduje się również wykaz kolejek i wyciągów narciarskich zarówno w samych Tatrach, jak i w okolicy Zakopanego. Pozwala on osobom nie znającym Zakopanego i okolic na korzystanie z mniej znanych wyciągów, odpowiadających różnym stopniom umiejętności narciarskich.

W następnych rozdziałach autor pisze m.in. o jaskiniach tatrzańskich, prezentując najważniejsze z nich, a następnie o taternictwie i ratownictwie górskim. Najdłuższy rozdział traktuje o schroniskach turystycznych w Tatrach. Autor przedstawia każde w taki sposób, aby turysta wiedział jak do nich dotrzeć i czego może po nich oczekiwać. Jest także tabela, poświęcona jeziorom (stawom) tatrzańskim, zawierająca informacje o powierzchni i głębokości stawów, a także o ich położeniu nad poziomem morza.

Najważniejszą częścią *Atlasu* jest zestaw map. Są to mapy topograficzne, mapy ilustrujące środowisko przyrodnicze Tatr, mapa rozmieszczenia schronisk turystycznych, szlaków turystycznych i wspinaczkowych. Przedstawiono tu zestawienie wszystkich znakowanych szlaków turystycznych, a także podano ich profile. Dzięki nim można zorientować się nie tylko w długości, ale i o uciążliwości poszczególnych szlaków, co ważne jest dla turystów nie obeznanych dobrze z Tatrami. Zwolenników zimowego szaleństwa ucieszy panoramiczna mapa terenów narciarskich w rejonie Kasprowego Wierchu.

Bardzo pożyteczne są mapy panoramiczne. Powstały według oryginalnego pomysłu autora, który korzystał tu przede wszystkim ze zdjęć fotograficznych i szkiców terenowych. Oczywiście mapy te zawierają szereg uproszczeń, dotyczących choćby deformacji odległości, powierzchni, czy też nachylenia stoków. Dla wyjaśnienia wątpliwości zamieszczono więc także odpowiednie fragmenty map topogra-

ficznych, wiernie odtwarzających sytuację i rzeźbę terenu. Na końcu części topograficznej mamy panoramy Tatr z różnych miejsc. Dzięki temu nawet początkujący turysta może zorientować się w położeniu poszczególnych grzbietów i szczytów.

Atlas zakończony jest indeksem nazw geograficznych.

Atlas turystyczny Tatr polskich jest ważną pozycją w piśmiennictwie tatrzańskim. W sposób zwięzły i prosty zapozna czytelnika z pięknem Tatr i zachęca go do ich odwiedzania. Książkę tę warto mieć w swojej bibliotece.

Włodzimierz Mizerski

John Weigel: *Australian Reptile Park's Guide to Snakes of South-East Australia*. Gosford 1990. Australian Reptile Park, s. 103.

Ta mała książka jest kieszonkowym przewodnikiem do oznaczania węży południowo-wschodniej Australii. W krótkim wprowadzeniu autor przedstawia książkę i podaje jak z niej korzystać.

Rozdział 1 zawiera ogólną charakterystykę węży. Najpierw autor omówił pokrótce gady, a następnie węże. Zwraca tu uwagę na pewne trudności w odróżnieniu węży od niektórych jaszczurek.

W rozdziale 2 zamieszczono przegląd rodzin węży zamieszkujących południowo-wschodnią Australię (*Typhlopidae*, *Boidae*, *Colubridae* i *Elapidae*). Każdą rodzinę scharakteryzowano pod kątem wyglądu jej przedstawicieli, trybu życia, zachowania i pokarmu. Najwięcej miejsca poświęcono rodzinie *Elapidae* i tu przy okazji omówiono poszczególne rodzaje i niektóre gatunki.

Rozdział 3 stanowi zasadniczą część książki — klucze do oznaczania i przegląd gatunków węży. Najpierw zamieszczono klucze do oznaczania gatunków z rodziny *Typhlopidae* oraz charakterystykę jedyne go rodzaju (*Rhamphotyphlops*) z tej rodziny występującego w południowo-wschodniej Australii. Dalej zamieszczono klucze do oznaczania gatunków z rodziny *Boidae* i krótko omówiono poszczególne gatunki. Dla każdego z nich podano nazwę angielską i łacińską, ubarwienie, wygląd, wielkość, habitat, pokarm, różnice w odniesieniu do innych podobnych gatunków. Na małej mapce zaznaczono rozmieszczenie gatunku w południowo-wschodniej Australii. W podobny sposób omówieni są przedstawiciele *Colubridae* i *Elapidae*. W rodzinie *Elapidae* zaznaczono gatunki jadowite. Na zakończenie tego rozdziału zamieszczono informacje dotyczące pobierania pokarmu, linienia, rozmnażania i produkcji surowic. Zagadnienia te przedstawione są na fotografiach z krótkim komentarzem.

W rozdziale 4 omówione są węże niebezpieczne dla człowieka. Spośród wszystkich węży regionu do tej grupy należy 11 gatunków, z których taipan *Oxyuranus scutellatus* wydaje się najgroźniejszy. Jednorazowa porcja jego jadu wystarcza do zabicia 12 000 świnek morskich. Dużo miejsca poświęcił autor wytwarzaniu i działaniu jadu, wytwarzaniu surowic oraz udzielaniu pierwszej pomocy przy ukąszeniach. Píše też czego nie należy robić w razie ukąszenia. Jednocześnie wskazuje, że przesadne są poglądy o śmiertelnych ukąszeniach. W Australii w populacji ludzkiej liczącej 16 milionów ludzi notuje się rocznie 3000 przypadków ukąszeń, z czego „jedynie” 300 przypadków wymaga podania surowicy, a 1–6 kończy się zejściem. Na koniec rozdziału mamy uwagi o unikaniu ukąszenia.

Rozdział 5 dostarcza wskazówek, jak i gdzie obserwować węże, a następny traktuje o ich hodowli. Podkreślono tu, że wszystkie węże w Australii są chronione i ich hodowla wymaga zezwolenia.

Ostatni rozdział stanowią rozważania o ochronie węży w aspekcie rozwijającej się działalności człowieka. Książkę kończy wybrana literatura, tabele, indeks nazw oraz zestawienie adresów parków narodowych, ogrodów zoologicznych i amatorskich towarzystw herpetologicznych w połu-

dniowo-wschodniej Australii, gdzie czytelnik może otrzymać dodatkowe informacje o węzach tego regionu.

W sumie autor omówił 50 gatunków węży (*Typhlopidae* — 7, *Boidae* — 2, *Colubridae* — 3 i *Elapidae* — 38). Ilustruje książkę 137 bardzo dobrych barwnych fotografii, na których ukazano wszystkie omawiane gatunki (w wielu przypadkach również postacie młodociane i formy barwne). Dodatkowymi ilustracjami są rysunki ukazujące sposób liczenia łusek na ciele oraz w niektórych przypadkach układ tarczki na głowie. Informacje są ograniczone do charakterystycznych cech, a dla amatora ważne jest również zaznaczanie przy poszczególnych gatunkach z jakimi innymi gatunkami może być oznaczany wąż pomyłony. Ciekawa jest informacja o dydaktycznej funkcji Australian Reptile Park w Gosford — odbywają się tu także lekcje biologii z pokazami zwierząt dla młodzieży. Taki sposób działania mógłby być naśladowany również w innych krajach.

Książka ta jest przykładem bardzo dobrego przewodnika terenowego, a czytelnikowi, który nie ma możliwości wykorzystania go w terenie, ukazuje różnorodność świata węży południowo-wschodniej Australii. Jest też dobrym źródłem informacji o tej faunie dla początkujących herpetologów.

Antoni Żyłka

KRONIKA SIECI BMK

MACIEJ J. NAŁĘCZ

BIOLOGIA KOMÓRKOWA I MOLEKULARNA — NAUKA XXI WIEKU

Nauka i technologia nie rozwijają się równomiernie. Są okresy wyraźnego rozwoju pewnych tylko dziedzin, po których, a często dzięki nim, rozwijać się zaczynają inne dziedziny. I tak np. technologicznie wiek XIX był wiekiem mechaniki, a wiek XX elektryczności i, w drugiej swej połowie, elektroniki. W naukach ścisłych i przyrodniczych wiek XIX to wielki rozwój chemii, który w wieku XX ustąpił rozwojowi fizyki, a następnie biologii. Charakterystyczne przy tym jest zjawisko używania początkowo określeń typu „chemia fizjologiczna” i „chemia medyczna” (lata 20. i 30.), a następnie wprowadzenie pojęć „biochemia” i „biofizyka” (lata 50. i 60.) dla opisanego i uzasadnienia rozwoju nauk biologicznych. Mody, którym nauka także ulega, wyraźnie wymagały aby rozwój biologii odbywał się w ścisłym związku z ówczesnymi „priorytetami”, chemią i fizyką. Proces ten był zresztą nadzwyczaj owocny. Okazało się, że akumulacja coraz bogatszej wiedzy chemicznej i fizycznej może mieć zastosowanie do zrozumienia mechanizmów życia i, co jeszcze ważniejsze, trafić do klinik i w postaci nowoczesnej medycyny usprawnić i wydłużyć ludzkie życie. Taka perspektywa nie mogła być nikomu obojętna, trudno się więc dziwić, że rządy, organizacje międzynarodowe, fundacje i inne agencje sponsorujące naukę coraz większe nakłady łożyły zaczęły — i wciąż łożą — na rozwój nowoczesnej biologii. Wszystko wskazuje na to, że zapoczątkowany w ten sposób proces szczególnego stymulowania badań biologicznych wkroczy w wiek XXI czyniąc z biologii pierwszy naukowy wyznacznik przyszłego stulecia. Przyjrzyjmy się zatem czym tak naprawdę jest, czym się zajmuje i co może zaoferować społeczeństwu współczesna biologia.

Dwie nazwy, lub hasła, kojarzą się natychmiast z obecnym rozwojem nauk biologicznych — biologia komórkowa i biologia

molekularna. Używane zazwyczaj wspólnie określają to, co stało się najbardziej istotną cechą współczesnej biologii — zainteresowanie komórką jako podstawowym elementem struktur ożywionych oraz badanie procesów życiowych na poziomie cząsteczkowym (molekularnym). Komórki rosną, rozmnażają się (dzielą), różnicują, podlegają uszkodzeniom (np. pasożytniczym, toksycznym czy mechanicznym), prowadzą procesy naprawy, starzeją się i umierają, a sumą tych zjawisk (badanych przez biologię komórkową) jest obserwowany w skali makro los organizmu wielokomórkowego, np. człowieka. Zjawiska komórkowe warunkowane są przy tym tysiącami równoległych procesów i wzajemnych oddziaływań między cząsteczkami wchodzącymi w skład struktur ożywionych, a te właśnie elementarne procesy cząsteczkowe są przedmiotem badań biologii molekularnej. Pojęcie biologii molekularnej jest bardzo szerokie, obejmuje np. biochemię i biofizykę. Intuicyjnie jednak, w związku z pojawieniem się i karierą określenia „biologia molekularna” w ostatnich kilku latach, jest ona bardziej kojarzona z tematyką, która pojawiła się lub uległa znacznemu rozwojowi właśnie ostatnio (np. regulacja ekspresji genów, procesy przekazywania sygnałów biologicznych, mechanizmy inwazji wirusowych itp.) niż z tematyką tzw. klasycznej biochemii (np. enzymatyka i regulacja metabolizmu) i biofizyki (np. oddziaływaniami elektrostatycznymi czy tworzeniem potencjałów błonowych). Dodatkowo, wprowadzenie pojęcia biologii molekularnej przypadło na okres rozwoju elektroniki i szybkiej komputeryzacji nauki, co powoduje, że pogłębił się udział teorii i opisu fizykochemicznego oraz modelowania matematycznego w metodyce i wnioskowaniu biologicznym. Innymi słowy, obserwuje się wyraźny wzrost interdyscyplinarnego charakteru współczesnej biologii, co także intuicyjnie

należy do pojęcia „biologia molekularna”. Bez względu jednak na definicję, współczesna biologia prowadzi do coraz pełniejszego poznania i opisu mechanizmów rządzących światem ożywionym. Ma to kapitalne znaczenie nie tylko dla ogólnego rozwoju wiedzy, ale także dla rozwoju medycyny, farmakologii, rolnictwa i ekologii. I tak np. produkcja nowych szczepionek, testów wirusowych i nowotworowych, testów jakości żywności i zanieczyszczenia środowiska jest bezpośrednią konsekwencją rozwoju biologii molekularnej i wywodzącej się z niej „molekularnej biotechnologii”. To samo powiedzieć można o zastosowaniach metod inżynierii genetycznej w hodowli zwierząt i roślin, czy o pierwszych próbach stosowania „molekularnej terapii”, np. tzw. terapii genowej, w leczeniu chorób.

Aby w pełni zdać sobie sprawę z roli, jaką współczesna biologia może odegrać w rozwoju nauki i, bardziej ogólnie, naszej cywilizacji — dobrze jest się odwołać do pewnych konkretnych przykładów. Dla celów tego artykułu pozwolę sobie zatem, dość arbitralnie, wydzielić i krótko omówić kilka przykładowych działów współczesnej biologii komórkowej i molekularnej, które uważam za szczególnie ważne. Istotne są przy tym nie tylko ich sukcesy poznawcze, ale także już istniejące zastosowania praktyczne.

Jako pierwszy wymienić można dział **badania nad strukturą i funkcją błon biologicznych**. Zawierają się w nim zarówno bardziej klasyczne badania struktury błon (np. składu lipidowego, płynności błon, ich ładunku powierzchniowego, domen lipidowych i białkowych itd.), jak i zagadnienia nowsze (np. wody strukturalnej, oddziaływań z cytoszkieletem czy występowania i roli heksagonalnych struktur lipidowych). Intensywnie bada się także strukturę białek błonowych (np. receptorów, systemów transportujących, enzymów błonowych), które w dużej mierze warunkują spełnianie przez błony funkcje. Z kolei aspekty funkcjonalne to głównie badania mechanizmów selektywności (kanałów, nośników, pomp jonowych), które uczestniczą m.in. w procesach bioenergetycznych oraz w rozpoznawaniu i przekazywaniu sygnałów biologicznych. Coraz ważniejszą rolę w badaniach odgrywa też modelowanie matematyczne procesów błonowych. Wśród zastosowań tego działu współczesnej biologii należy na pierwszym miejscu wymienić tworzenie sztucznych błon dla celów medycznych i biotechnologicznych (konstrukcja dializatorów, biosensorów, błon do hodowli komórek i tkanek, bioreaktorów membranowych itd.), a także rozwój diagnostyki i terapii schorzeń związanych ze zmienioną przepuszczalnością błon biologicznych (np. mukowiscydozy, cukrzycy typu drugiego, czy oporności na leki).

Drugim szerokim działem współczesnej biologii są badania **procesów wzrostu, różnicowania, namnażania, starzenia się i śmierci** komórek, czyli całego cyklu życiowego jakiegokolwiek organizmu, na każdym etapie organizacji (od pojedynczej komórki do złożonych organizmów tkankowych). Szeroki zakres badań podstawowych, które mieszczą się w tym dziale, zawiera m.in. badania nad strukturą i mechanizmami działania związków czynnych biologicznie (w tym np. hormonów, czynników wzrostowych, neuroprzekazników itd.), nad ekspresją genów i mechanizmami jej regulacji (w tym np. regulacją cyklu komórkowego czy onkogenami komórkowego i wirusowego pochodzenia), nad zjawiskiem tzw. plastyczności, czyli zdolności komórek do zmieniania się i adaptacji przy zmieniających się warunkach (w tym np. szczególną wagę mają fascynujące procesy uczenia się i pamięci, będące wrazem swoistej plastyczności układu nerwowego), jak też badania procesów apoptozy i nekrozy (czyli „programowanej” i „przypadkowej” śmierci komórek). Wiedza o tych zagadnieniach umożliwiła m.in. powstanie całego nowego działu medycyny opartego na identyfikacji genetycznych podstaw wielu chorób oraz na wprowadzaniu diagnostyki i terapii genowej. Wywo-

dzająca się z tego działu inżynieria genetyczna znalazła zastosowanie w hodowlach zwierzęcych i roślinnych oraz w szeregu procesów biotechnologicznych, jak np. przy produkcji farmaceutyków będących naturalnymi produktami komórkowymi. Wiedza o zjawiskach plastyczności komórkowej i tkankowej pozwala z kolei na możliwość klinicznego wpływu na naturalne procesy naprawy i regeneracji tkanek po uszkodzeniach, a rozumienie mechanizmów działania związków czynnych biologicznie pozwoliło na opracowanie szeregu nowoczesnych terapii, często w stosunku do chorób dotychczas nieuleczalnych (np. specyficzne chemioterapie w schorzeniach nowotworowych). Podkreślić tu należy, że wspomnieliśmy jedynie o wybranych przykładach — zarówno badania podstawowe, jak i ich zastosowania wywodzące się z omawianego działu współczesnej biologii są o wiele szersze i liczniejsze.

Badania zjawisk odpornościowych to kolejny dział o ogromnym znaczeniu poznawczym i aplikacyjnym. Dział ten ma zresztą długą już tradycję, gdyż poznanie struktury i funkcji składników układu immunologicznego oraz mechanizmów ich działania było przedmiotem badań od kilku dziesięcioleci. Przy tym, nauka polska ma tu piękne karty, że wspomnę nazwisko profesora Hirszfelda, jednego z twórców współczesnej immunologii, którego imię do dziś widnieje w nazwie najlepszego polskiego ośrodka badań zjawisk odpornościowych, tzn. Instytutu Immunologii i Terapii Doświadczalnej im. Hirszfelda PAN we Wrocławiu. Innym słynnym immunologiem jest profesor Michael Sela, wieloletni Dyrektor Instytutu Weizmanna w Rehovot, w Izraelu, urodzony przed wojną w Tomaszowie Mazowieckim. Miałem zaszczyt poznać osobiście prof. Selę i mogę zaświadczyć, że do dziś posługuje się piękną polszczyzną. Współczesne badania immunologiczne koncentrują się wokół poznania mechanizmów zaburzeń układu odpornościowego (brak odpowiedzi, uczulenia, zjawiska autoimmunogenne; w tej ostatniej klasie zjawisk zawiera się zarówno AIDS, schorzenia reumatyczne, jak też inna groźna choroba — stwardnienie rozsiane). Wśród już znanych zastosowań wiedzy powstałej w wyniku rozwoju tego działu nauk biologicznych wymienić można opanowanie technologii produkcji przeciwciał (tak do celów terapeutycznych, jak badawczych), rozwój transplantologii (niemożliwy bez opanowania odruchu odrzucenia przeszczepu), szeroko pojęta immunobiotechnologia (np. procedury używające przeciwciał do oczyszczenia potrzebnych antygenów, czy produkcja szczepionek), a także rozwój szeregu nowych metod badawczych i diagnostycznych opartych na zjawiskach immunologicznych (immunocytochemia). Jedno z najbardziej spektakularnych osiągnięć tego działu biologii w ostatnich latach należy do wspomnianego wyżej prof. Selę i współpracowników — opisanie mechanizmu oraz znalezienie skutecznego leku na stwardnienie rozsiane. Lek ten przeszedł już wszystkie badania wstępne (bardzo pozytywnie) i w roku 1995 ma być wprowadzony na światowy rynek medyczny. Należy przy tym pamiętać, że to zaledwie jeden z przykładów na to jak bardzo przydatny praktycznie może być rozwój współczesnej biologii komórkowej i molekularnej.

Nie wszyscy z tych, którzy interesują się zanieczyszczeniem środowiska zdają sobie sprawę, że jednym z najistotniejszych działów współczesnej ekologii jest **ekologia molekularna**. To do niej właśnie należy wykrycie i scharakteryzowanie szkodliwych elementów środowiska i mechanizmów ich działania na komórki (w tym działania różnych rodzajów promieniowania, substancji toksycznych czy aktywnych form tlenu). To także ten dział zajmuje się problemami metabolizmu i przedawkowania leków oraz toksycznymi substancjami występującymi w żywności. Zastosowanie wyników tych badań w praktyce oznacza rozwój diagnostyki i terapii zatrucia oraz innych zaburzeń organizmu wy-

nikających z zagrożeń środowiskowych, rozwój nowych „ekologicznych” technologii, prowadzących do zmniejszenia zanieczyszczeń środowiska, powstanie nowych technologii produkcji i przechowywania żywności, itd.

Żaden z omówionych powyżej działów współczesnej biologii nie istnieje w oderwaniu od pozostałych. Wszystkie one wzajemnie nakładają się na siebie, uzupełniają i dopiero wspólnie tworzą pełen obraz intensywnie rozwijającej się dziedziny. W podsumowaniu warto raz jeszcze podkreślić, że współczesna biologia komórkowa i molekularna korzysta nie tylko z typowo biologicznego aparatu badawczego (jak np. hodowle komórkowe czy różne rodzaje mikroskopii) oraz działów tradycyjnie już zaliczanych do nauk biologiczno-me-

dycznych (biochemia, biofizyka, genetyka, immunologia, farmakologia itd.), ale także ze współczesnej wiedzy chemicznej, fizycznej i matematycznej. Z drugiej strony, współczesna biologia znajduje zastosowanie i staje się podstawą nauk medycznych, nowoczesnego rolnictwa, ekologii, inżynierii biomedycznej oraz szeregu przemysłów, w tym przemysłu spożywczego. Ogólnie zaś — współczesna biologia komórkowa i molekularna stanowi nierozdzielny element każdej biotechnologii. Kiedy zaś wspomina się o biotechnologii, należy pamiętać, że jest to dziedzina, której pełny rozwój dopiero nastąpi. Z dużym prawdopodobieństwem można więc stwierdzić, że to właśnie biotechnologia stanie się „technologicznym wyznacznikiem” przyszłego stulecia.

**STYPENDIA PRYZNANE PRACOWNIKOM NAUKI
PRZEZ POLSKĄ SIEĆ BIOLOGII KOMÓRKOWEJ
I MOLEKULARNEJ UNESCO/PAN w 1994 roku
na pokrycie kosztów pobytu w różnych placówkach
na terenie kraju**

1. Mr. RADOSŁAW TOMASZEWSKI
Institute of Biology, Warsaw University, Warsaw, Poland;
2. Miss EWA RADZISZEWSKA
Nencki Institute of Experimental Biology, Polish Academy of Sciences, Warsaw, Poland;
3. Miss KATARZYNA ŁUKASIUŁ
Nencki Institute of Experimental Biology, Polish Academy of Sciences, Warsaw, Poland;
4. Mrs. MAŁGORZATA BANAS
Institute of Biochemistry, Warsaw University, Warsaw, Poland;
5. Mrs. DANUTA SOSNOWSKA
Institute of Biochemistry, Academy of Medicine in Gdańsk, Poland;
6. Dr. MICHAŁ SIKORSKI
Institute of Bioorganic Chemistry in Poznań, Poland;
7. Dr. W. POPOV
Institute of Higher Neural Activities, Moscow, Russia;
8. Dr. R. KVENTANSKY
University of Bratislava, Slovakia;
9. Dr. VYACHESLAV SLYSHENKOV
Institute of Biochemistry, Belorussian Academy of Sciences, Grodno, Belorussia;
10. Dr. VERA TEPLOVA
Institute of Biological Physics, Russian Academy of Sciences, Pushchino, Moscow Region, Russia;
11. Dr. YURI V. EVTODIENKO
Institute of Biological Physics, Russian Academy of Sciences, Pushchino, Moscow Region, Russia;
12. Dr. VICTOR CHABAN
Institute of Biochemistry and Biophysics, Ukraine Academy of Sciences, Lvov, Ukraine;
13. Dr. NATALIA KULIKOWA
Institute of Physiology, Kiev State University, Kiev, Ukraine;
14. Dr. ZOYA PODLUBNAYA
Institute of Experimental Biophysics, Academy of Sciences, Moscow, Region Pushchino, Russia;
15. Dr. SERGIEJ UDALSOV
Institute of Experimental Biophysics, Academy of Sciences, Moscow, Region Pushchino, Russia;
16. Dr. OLGA PLETYUSHKINA
Institute of Molecular Biology, Moscow University, Russia;
17. Dr. MIŁOS KRŚIAK
Charles University, Department of Medicine, Prague, Czech Republic;

18. Dr. ZBIGNIEW DAUTER
EMBL Hamburg, Germany;
19. Dr. MICHAEL WINK
Universität Heidelberg, Germany;
20. Dr. J. TIKHONOVICH
Institute of Microbiology, St. Petersburg, Russia;
21. Dr. A. MIRZABEKOV
Institute of Molecular Biology, Moscow University, Russia;
22. Dr. MAREK SANAK
Institute of Pharmacology, Polish Academy of Sciences, Cracow, Poland;
23. Mgr. KRYSZYNA WALIŃSKA
Pedagogic Academy, Zielona Góra, Poland;

**ZAGRANICZNI EKSPERCI, ZAPROSZENI DO POLSKI
Z WYKŁADAMI W RÓŻNYCH OŚRODKACH
NAUKOWYCH NA KOSZT POLSKIEJ SIECI**

1. Prof. NATHAN NELSON
Roche Institute, Nutley, N.Y., USA;
2. Dr. CHRISTOPH KEMPF
Institute of Biochemistry, University of Bern, Switzerland;
3. Prof. ANGELO AZZI
Institute of Biochemistry and Molecular Biology, University of Bern, Switzerland;
4. Dr. JEFFREY WILSON
Department of Psychological Sciences, Indiana University, Purdue University at Fort Wayne, Fort Wayne, USA;
5. Prof. CLAUDIO FRANCESCHI
Department of Biomedical Sciences, General Pathology Section, University of Modena School of Medicine, Italy;
6. Prof. L.M.G. van GOLDE
Faculty of Veterinary Medicine, Utrecht University, Utrecht, The Netherlands;
7. Dr. ALCINO SILVA
Center for Learning and Memory, Cold Spring Harbor Laboratory, Cold Spring Harbor, N.Y., USA;
8. Dr. ANDREW I. MATUS
Friedrich Miescher Institut, Basel, Switzerland;
9. Prof. ANDERS ARNER
Laboratory of Physiology and Biophysiology, University of Lund, Sweden;
10. Dr. J. R. DE WEILLE
Institute of Pharmacology of CNRS, Sophia Antipolis, Nice, France;
11. Prof. M. WIESENDANGER
Institut de Physiologie, Université de Fribourg, Switzerland;
12. Prof. M. CORTIJO
Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Far-

macia Departamento de Quimica Fisica Farmaceutica, Madrid, Spain;

13. Prof. G. KRISHNAMOORTHY
Institute of Fundamental Research, Bombay, India;

14. Prof. W.L.C. VAZ
Universidade Algarve, Unidade Ciecias Exactas and Humanas, Campus Gambelas, Faro, Portugal;

15. Prof. E. ZLOTKIN
Department of Cell and Animal Biology, Institute of Life Sciences, The Hebrew University, Jerusalem, Israel;

16. Dr. J. KUBIAK
Institut Jacques Monod, CNRS, Paris, France;

17. Prof. K. C. HOLMES
Max Planck Institute, Heidelberg, Germany;

WYCIĄG Z PROTOKOŁU Z POSIEDZENIA RADY PROGRAMOWEJ POLSKIEJ SIECI BIOLOGII MOLEKULARNEJ I KOMÓRKOWEJ UNESCO/PAN, W DNIU 11 CZERWCA 1995

Rada programowa postanowiła dofinansować następujące konferencje krajowe:

Polsko-niemiecką sesję roboczą „Mechanizmy regulatorowe biosyntezy białka” organizowaną przez prof. T. Twardowskiego

Warsztaty Fizjologii i Biochemii Roślin organizowane przez prof. B. Tomaszewską

Konferencję „Struktura i funkcja szkieletu błony” organizowaną przez prof. A. Sikorskiego

Konferencję „Molekularne i fizjologiczne aspekty regulacji ustrojowej” organizowaną przez prof. H. Lacha

Kurs „Wybrane techniki biologii molekularnej” organizowany przez prof. dr A. Legockiego i W. Mackiewicza

Wybraną Sesję naukową na XXXI Zjeździe PTBioch. organizator prof. B. Grzelakowska-Sztabert

Wszystkie konferencje mogą być sponsorowane pod warunkiem umieszczenia Sieci wśród organizatorów i sponsorów i nie finansowania przez KBN

Rada programowa postanowiła dofinansować wyjazdy szkoleniowe następujących osób do laboratoriów zagranicznych:

P. Wiznerowicza, AM, Poznań — do Kanady

mgr M. Wiktorek, IBD, PAN — do Szwecji

mgr B. Jabłońska, IBD, PAN — do W. Brytanii

dr M. Kawałca, CKPL — do USA

Rada Programowa postanowiła dofinansować wyjazdy szkoleniowe następujących osób do laboratoriów krajowych:

mgr J. Kożuch (Sopot) do lab. T. Twardowskiego

mgr A. Rudzińska (Lublin) do lab. A. Legockiego

Rada Programowa postanowiła dofinansować wyjazdy na konferencje i kursy szkoleniowe:

mgr P. Walerjan — Konferencja w Rzymie

mgr K. Kaczorowska-Bartuzi — Kurs w Holandii

Postanowiono również przeznaczyć kwotę 7000.— zł na stypendia dla młodych uczestników Konferencji.

Protokołowała

M. Balińska



POMNIK PRZYRODY „Wielka rodzina”. Gromada buków *Fagus sylvatica* L. w lesie w Żyrowej (dawny powiat Krapkowice).
Patrz artykuł R. Karczmarczuka Fot. J. Kopton



KORZENIE. Fot. K. Spalek

Indeks 381586