

# WSZECHŚWIAT

PISMO PRZYRODNICZE



Tom 97 Nr 6

Czerwiec 1996



*Pterozaur*  
*Nowy typ zwierząt*  
*Rak czy miążdżyca?*



CZAPLA SIWA *Ardea cinerea*. Fot. W. Puchalski

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

Wydano z pomocą finansową Komitetu Badań Naukowych

### Treść zeszytu 6 (2390)

B. Płytycz, Ewolucja odporności .....	135
S. Knutelski, R.M. Kristensen, <i>Cycliophora</i> — nowy typ zwierząt .....	140
M. Krzeptowski, J.K. Kowalczyk, Weta z Nowej Zelandii .....	143
M. Błażejewicz-Zawadzicka, Ze świata pterozaurów .....	145
Skutki zdrowotne zatrucia środowiska metalami ciężkimi. Miedź (I. Baranowska-Bosiacka) .....	148
Fizjologia i patologia reaktywnych form tlenu. XV. Transport glutationu i jego koniugatów (G. Bartosz) .....	150
Drobiazgi	
Drapieżna gąbka (A. Czapik) .....	152
Wszechświat przed 100 laty (opr. JGV) .....	153
Rozmaitości .....	155
Obrazki mazowieckie (Z. Polakowski) .....	155
Recenzje	
E. R a d z i u l: Skalniaki (E. Kośmicki) .....	156
Ekslibrisy przyrodnicze z teki J.T. Czosnyki .....	156

\*\*\*

O k ł a d k a: ŁĄTKI *Agrion puella* na liściu strzałki wodnej *Sagittaria sagittifolia*.  
Fot. C. Tajer

**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 Zając, Kazimierz Zarzycki

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

**Adres Redakcji:** Redakcja Czasopisma *Wszechświat*, 31-118 Kraków, ul. Podwale 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 opracowania popularyzatorskie ze wszystkich dziedzin nauk przyrodniczych, ciekawe obserwacje przyrodnicze oraz fotografie i zaprasza do współpracy wszystkich chętnych. *Wszechświat* nie jest jednak czasopismem zamieszczającym oryginalne doświadczalne prace naukowe.

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

### 2. Typy prac

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

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

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

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

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

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

Recenzje z książek muszą być interesujące dla czytelnika: ich celem jest dostarczanie nowych wiadomości przyrodniczych, a nie informacji o książce. Należy pamiętać, że ze względu na cykl redakcyjny i listę czekających w kolejce, recenzja 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 taśmie.

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 tyłu 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 (Podwale 1, 31-118 Kraków). Redakcja w zasadzie nie zwraca nie zamówionych materiałów.

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



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

TOM 97  
 ROK 115

CZERWIEC 1996

ZESZYT 6  
 (2390)

BARBARA PŁYTICZ (Kraków)

**EWOLUCJA ODPORNOŚCI**

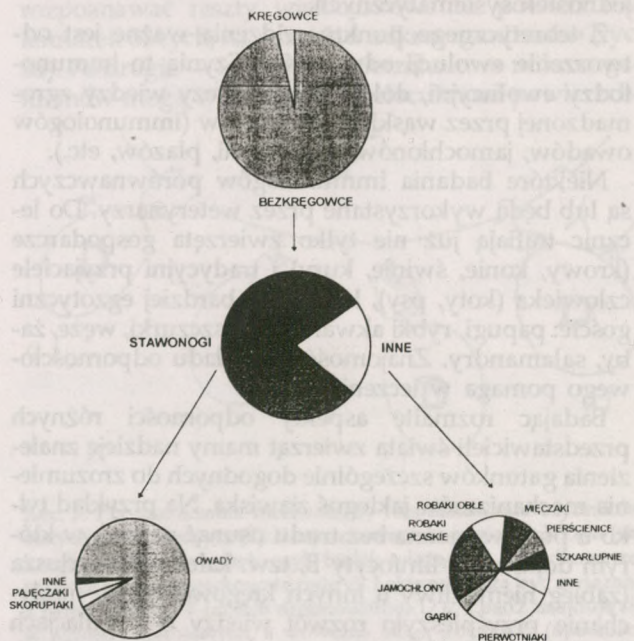
Immunologia kojarzy się najczęściej z odpornością przeciwwakazną, realizowaną w organizmie przez limfocyty i przeciwciała. Zainteresowanie tą dyscypliną wzrosło gwałtownie w związku z epidemią AIDS. Powszechnie wiadomo, że osoby HIV-pozytywne mają w krwiobiegu przeciwciała skierowane przeciw wirusowi HIV. Wirus ten, atakując limfocyty, prowadzi stopniowo do utraty odporności.

Celem niniejszego opracowania jest ukazanie innego oblicza immunologii. Po pierwsze, wiemy obecnie, że obrona przed zarazkami jest jedną z wielu funkcji układu odpornościowego, stojącego na straży integralności organizmu dzięki umiejętności rozróżniania składników własnych od obcych (self/non-self). Po drugie, znane i kochane przez immunologów-klinicystów limfocyty i przeciwciała biorą udział w reakcjach odpornościowych wyłącznie u zwierząt kręgowych, obejmujących co najwyżej 3,4% współczesnych gatunków zwierząt. Zdecydowana większość gatunków (co najmniej 96,6%) radzi sobie znakomicie bez limfocytów i przeciwciał.

**SKĄD TE PROCENTY?**

Każdy biolog zdaje sobie sprawę, że nie jest możliwe precyzyjne policzenie współcześnie żyjących gatunków roślin i zwierząt, głównie dlatego, że wielu gatunków nie opisano jeszcze z naukowego punktu widzenia, lecz również z tego powodu, że nadal nie mamy precyzyjnej definicji terminu „gatunek”. Na przykład stosunkowo niedawno okazało się, że ba-

dana od stuleci żaba wodna *Rana esculenta* jest mieszańcem międzygatunkowym żaby śmieszki *R. ridibunda* i jeziorkowej *R. lessonae*. Skoro kłopoty napotyka się nawet wśród najintensywniej badanych i najlepiej poznanych zwierząt kręgowych — nie możemy oczekiwać precyzyjnych danych o liczbie gatunków pierwotniaków, roztoczy czy nicieni. Dysponujemy jed-



Ryc. 1. Procenty współczesnych gatunków zwierząt w obrębie poszczególnych jednostek systematycznych. Wg Lorda Rothschilda, 1961.

nak danymi orientacyjnymi. W roku 1961 Lord Rothschild opublikował dzieło, w którym zaszeregowal ponad milion (1 163 189) współcześnie żyjących gatunków zwierząt do poszczególnych jednostek systematycznych, według obowiązującej wówczas klasyfikacji. Odpowiednie procenty gatunków z ogólnie znanych jednostek ukazuje rycina 1.

Według Rothschilda, kręgowce obejmują 39 590 gatunków, co stanowi owe wspomniane już 3,4%. Pozostałe zwierzęta zarówno pierwotniaki, jak i ośmiornice, motyle, rozwiazdy etc., wrzucone do wspólnego worka z etykietą „bezkęgowce”, stanowią owe 96,6 % (szczyt ryc. 1). Zdecydowana większość bezkręgowców to stawonogi (923 000 gatunków, środkowa część ryc. 1), a wśród nich dominują owady (850 000 gatunków, dolna lewa część ryc. 1). Wśród pozostałych gatunków zwierząt pozbawionych kręgosłupa dominują pierwotniaki, których liczebność, oszacowana na 30 000, jest bez wątplenia przez Rothschilda zaniżona (dolna prawa część ryc. 1). Nowsze źródła podają liczebność trzykrotnie wyższą z zastrzeżeniem, że i ta może jeszcze nie doceniać rzeczywistej liczby gatunków. Po dokonaniu korekty okaże się więc, że procent zwierząt kręgowych, wyposażonych w limfocyty i przeciwciała, jest jeszcze niższy niż wyliczone tu 3,4%.

#### PO CO PROWADZIMY BADANIA PORÓWNAWCZE?

Nie ma przesady w stwierdzeniu, że limfocyty i przeciwciała, skupiające uwagę większości współczesnych immunologów (może ponad 99%?), występują u znikomego ułamka współczesnych istot żywych. Wśród nich jest człowiek i gatunki gospodarczo użyteczne, nic więc dziwnego, że nauka o odporności kręgowców, głównie ssaków, rozwija się najszybciej. Są jednak uzasadnione powody rozwoju immunologii porównawczej, zajmującej się opisem mechanizmów odporności u przedstawicieli rozmaitych jednostek systematycznych.

Z teoretycznego punktu widzenia ważne jest odтворzenie ewolucji odporności. Czynią to immunolodzy ewolucyjni, dokonujący syntezy wiedzy zgromadzonej przez wąskich specjalistów (immunologów owadów, jamochłonów, szkartupni, płazów, etc.).

Niektóre badania immunologów porównawczych są lub będą wykorzystane przez weterynarzy. Do leczenia trafiają już nie tylko zwierzęta gospodarcze (krowy, konie, świnię, kury) i tradycyjni przyjaciele człowieka (koty, psy), lecz coraz bardziej egzotyczni goście: papugi, rybki akwariowe, jaszczurki, węże, żaby, salamandry. Znajomość ich układu odpornościowego pomaga w leczeniu.

Badając rozmaite aspekty odporności różnych przedstawicieli świata zwierząt mamy nadzieję znalezienia gatunków szczególnie dogodnych do zrozumienia mechanizmów jakiegoś zjawiska. Na przykład tylko u ptaków można bez trudu usunąć narząd, w którym dojrzewają limfocyty B, tzw. kaletkę Fabrycjusza (zabieg niemożliwy u innych kręgowców), co niesłychanie przyspieszyło rozwój wiedzy o populacjach limfocytów B i T. Wreszcie — poznanie różnorodnych mechanizmów odporności pomaga odróżnić cechy fundamentalne (występujące u wszystkich zwierząt)

od cech będących nabytkiem ewolucyjnym tylko niewielkich grup. Jak już zasygnalizowałam, właśnie limfocyty i przeciwciała są nabytkiem ewolucyjnym wąskiej grupy zwierząt, kręgowców. Postaram się uzasadnić, że są one ewolucyjnym dodatkiem do wszechobecnej w królestwie zwierząt aktywności komórek fagocytarnych, odkrytych przez Miecznikowa.

Ilja Miecznikow, laureat nagrody Nobla z roku 1908, jest fundatorem immunologii porównawczej i ewolucyjnej oraz ojcem immunologii komórkowej. Ten genialny uczony, obdarzony niezwykłym zmysłem obserwacji i wspaniałą wyobraźnią, badał amebowate komórki żerne pojawiające się w ogniskach zapalnych u rozmaitych gatunków zwierząt. Motorem jego działań była ciekawość, najsilniejszy stymulator aktywności ludzkiej.

Tak więc badania z dziedziny immunologii porównawczej zaspokajają naturalną ciekawość naukowców, wnoszą istotne informacje do zasobu nauk podstawowych (zarówno eksperymentalnych, jak i teoretycznych), oraz mają wymierne znaczenie praktyczne.

#### CZYM JEST ODPORNOŚĆ?

Znamy liczne choroby zakaźne roślin i zwierząt. Choroba wskazuje, że organizm — chwilowo lub całkowicie — przegrywa z mikroblem lub pasożytem wielokomórkowym. Najczęściej jednak rozgrywka organizmu z czynnikiem potencjalnie chorobotwórczym odbywa się niepostrzeżenie i prowadzi bez dramatycznych objawów albo do całkowitej eliminacji zarazka, albo do jego przetrwania w organizmie w liczbie i formie nie czyniącej spustoszenia. Zawdzięczamy to systemowi odpornościowemu, zapewniającemu wolność od zarazków — *immunitas*, stąd nauka o odporności zwie się immunologią. Do zwalczania zarazków nieodzowna jest ich prawidłowa identyfikacja, a więc zdolność odróżnienia ich od komórek własnych. Innymi słowy, podstawą odporności jest rozróżnianie struktur własnych od obcych (self/non-self).

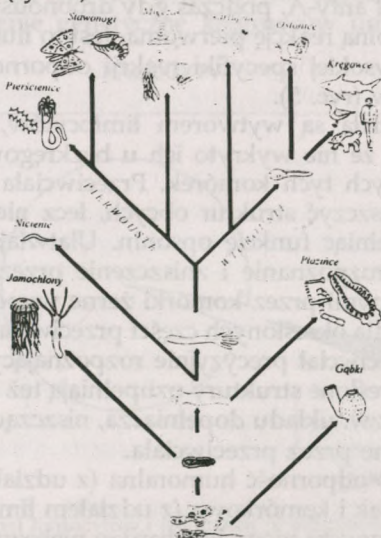
Zdolność organizmów żywych do odróżniania własne/obce ma znaczenie szersze niż rozpoznanie potencjalnych zarazków. Rozróżnienie self/nonsel zapobiega fuzji osiadłych organizmów blisko sąsiadujących ze sobą, do czego mogłoby dojść w przypadku kolonii gąbek, osłonicy czy koralowców budujących rafy. Nie dochodzi też do fuzji płodu z organizmem ciężarnej matki. Już te oczywiste przykłady narzucają wniosek, że komórki wszystkich istot żywych potrafią rozróżnić powierzchownie sąsiednich komórek własnego organizmu od komórek obcych.

Rozpoznawanie struktur przez komórki nie ogranicza się jednak do rozróżnienia własne/cudze, o czym była mowa dotychczas, gdyż nawet w obrębie danego organizmu komórki potrafią poznać struktury zmienione, a więc uszkodzone (np. przy zranieniu), starzejące się lub ujawniające cechy komórek nowotworowych. Wypiecjalizowane komórki biorą udział w usuwaniu uszkodzonych tkanek i zabliznianiu ran, w usuwaniu zużytych erytrocytów i neutrofilów, w likwidowaniu potencjalnych ognisk nowotworowych.

Szeroko pojęta immunologia jest więc nie tylko nauką o odporności przeciwwzakaźnej. Szeroko pojęta odporność polega bowiem na zachowaniu integralności organizmu i jego ochronie przed obcymi czynnikami pochodzenia zewnętrznego (co obejmuje zarazki) i wewnętrznego (starzejące się, uszkodzone lub zmutowane elementy własne). Podstawę odporności stanowi zdolność rozpoznawania prawidłowych elementów własnych i odróżniania ich od zmienionych struktur własnych oraz od elementów obcych. Tak pojęta odporność dotyczy zatem wszystkich organizmów zarówno roślinnych, jak i zwierzęcych. Biologa nie bulwersuje więc mówienie o immunologii, czy raczej immunobiologii, roślin i zwierząt. Tu ograniczamy się jednak do rozważań na temat odporności zwierząt.

FILOGENEZA ZWIERZĄT

Królestwo zwierząt obejmuje organizmy tak różne jak jednokomórkowe ameby i pantofelki, osiadłe gąbki i polipy koralowców budujących rafy, po latające owady i ptaki oraz gigantyczne słonie, walenie, ośmiornice. Systematyka zwierząt zmierza do jak najwierniejszego uwzględnienia ich pokrewieństw, czyli rekonstrukcji ich drzewa rodowego. Większość zoologów akceptuje obecnie pogląd, że w toku ewolucji zwierząt posiadających wtórną jamę ciała (*Coelomata*) doszło do wyodrębnienia się dwóch niezależnych linii ewolucyjnych różniących się embrionalnym pochodzeniem otworu ustnego i odbytowego (ryc. 2). Do współczesnych zwierząt pierwoustych należą mięczaki (ślímaki, małże i głowonogi), pierścienice (powszechnie znanym przedstawicielem jest dżdżownica) oraz stawonogi, do których zalicza się skorupiaki (np. kraby, stonogi), owady (chrząszcze, motyle) i pajęczaki (pająki, roztocza). Równie długo ewoluowały niezależnie zwierzęta wtórouste, a wśród nich osłonice, szkarłupnie (np. jeżowce i rozgwiazdy) oraz strunowce. Do tych ostatnich należą zwierzęta kręgowce, wśród których wyróżnia się bezzuchwowe minogi i śluzice oraz zuchwowce: ryby, płazy, gady, ptaki i ssaki (ryc. 2).

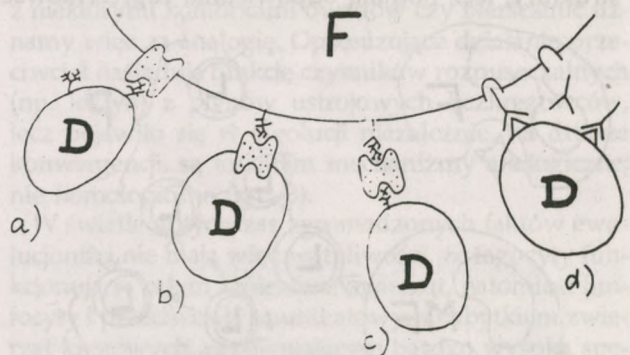


Ryc. 2. Uproszczone drzewo filogenetyczne królestwa zwierząt.

ODPORNOŚĆ ZWIERZĄT BEZKRĘGOWYCH

Odporność, rozumiana jako zdolność rozróżniania elementów własnych od obcych (self/nonsel), jest cechą zarówno organizmów jednokomórkowych, jak i wielokomórkowych. Pierwotniaki wykorzystują zdolność rozróżniania self/nonsel do prawidłowego odnajdywania partnerów seksualnych (ogólnie znanym przykładem jest koniugacja pantofelków) oraz do identyfikowania pożywienia (za przykład niech posłużą ameby). W organizmach wielokomórkowych następuje specjalizacja komórek i tylko część z nich zachowuje właściwości żerne. U gąbek i jamochłonów te same komórki żerne pełnią zarówno funkcje odżywcze, jak i obronne. W tym drugim przypadku wykorzystują one właściwości żerne do usuwania uszkodzonych lub starych komórek własnych oraz potencjalnych pasożytów. W organizmach bardziej skomplikowanych obserwujemy dalszą specjalizację, gdyż funkcje obronne są stopniowo oddzielane od odżywczych. Tym niemniej u wszystkich przebadanych gatunków w reakcje odpornościowe są zaangażowane ruchliwe komórki żerne — fagocyty. Niezmiernie skomplikowana nomenklatura fagocytów bezkręgowców wymaga ujednoczenia, gdyż ich odkrywcy (zoolodzy, morfologodzy lub immunologodzy) nadawali im od około stu lat rozmaite nazwy, między innymi np. amebocyty lub makrofagi.

Fagocyty rozróżniają sąsiednie zdrowe komórki własnego organizmu od elementów zmienionych lub obcych na podstawie cech niespecyficznych, na przykład właściwości fizykochemicznych powierzchni. Komórki te posiadają też możliwość bardziej specyficznego rozpoznawania, w czym ważną rolę odgrywają lektyny, czyli białka wiążące określone reszty cukrowe. Lektyny mogą uczestniczyć w interakcjach fagocytów z komórkami docelowymi w trojaki sposób (ryc. 3). Po pierwsze — lektyny receptorowe, będące białkami powierzchniowymi fagocyta, mogą rozpoznawać reszty wielocukrowe na powierzchni komórek obcych, na przykład mikroorganizmów (ryc. 3a). Po drugie — lektyny powierzchniowe mikroorganizmów mogą wiązać się z wielocukrami powierzch-



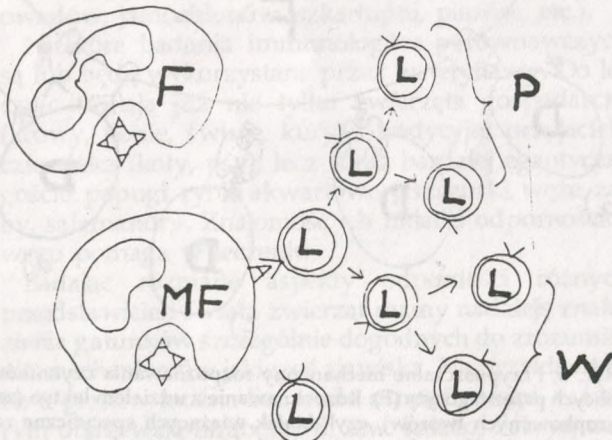
Ryc. 3. Przypuszczalne mechanizmy rozpoznawania czynników obcych przez fagocyty (F). Rozpoznawanie z udziałem lektyn (zakropkowanych tworów), czyli białek wiążących specyficzne reszty cukrowe (drzewkowate twory). Lektyny mogą być związane z błoną fagocyta F (a), lub drobnoustroju D (b), bądź znajdują się w płynach ustrojowych, a wówczas mogą pokrywać (opsonizować) drobnoustroje i ułatwiać ich odnalezienie tworząc mostki między D i F (c). Fagocyty kręgowców łatwo odnajdują drobnoustroje opsonizowane przeciwciałami (Y), gdyż posiadają receptory (u) dla przeciwciał (d).

ni fagocyty (ryc. 3b). Po trzecie — lektyny rozpuszczone w płynach ustrojowych mogą pełnić rolę łączników wiążących fagocyty i komórki docelowe, pełniąc w tym przypadku funkcję tzw. opsonin (ryc. 3c).

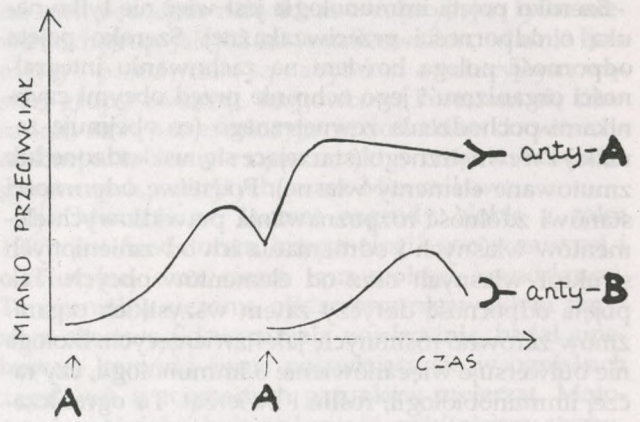
Fagocyty wszystkich gatunków są zdolne do trawienia pochłoniętych elementów, w tym potencjalnie chorobotwórczych wirusów, bakterii i pierwotniaków. W przypadku większych pasożytów uczestniczą w uformowaniu wielokomórkowej kapsuły odgradzającej je od zdrowych tkanek organizmu. W większości przypadków aktywność fagocytów jest wspomagana przez rozmaite cząsteczki rozpuszczone w płynach ustrojowych (np. opsoniny) oraz przez inne komórki odpornościowe. W przypadku nie-fagocytarnych komórek odpornościowych bezkręgowców nie zawsze wiadomo, czy mamy do czynienia z różnymi etapami rozwojowymi lub postaciami czynnościowymi tej samej komórki, czy też z oddzielnymi liniami komórkowymi, co uniemożliwia ujednoczenie nazewnictwa. U wielu bezkręgowców, zarówno pierwoustych, jak wtóroustych, występują między innymi podobne do limfocytów kuliste komórki o skondensowanej chromatynie jądrowej i wąskim rąbku dość homogennej cytoplazmy. Nazywano je często komórkami limfocytopodobnymi. Jest to jednak nazwa myląca, gdyż u przebadanych pod tym kątem bezkręgowców nie udało się wykryć na komórkach limfocytopodobnych charakterystycznych receptorów, zaliczanych do białek z rodziny immunoglobulin, które są wyznacznikami limfocytów zwierząt kręgowych. U kręgowców komórkami wspomagającymi fagocyty w reakcjach odpornościowych są właśnie limfocyty (ryc. 4).

#### ODPORNOŚĆ KRĘGOWCÓW

U kręgowców funkcjonują odziedziczone po ich przodkach komórki żerne. Należą do nich komórki z rodziny fagocytów jednojądrzastych (wśród nich makrofagi), oraz granulocyty (obojętnochłonne, kwasochłonne i zasadochłonne), często o jądrach wielopłatkowych (stąd nazwa: fagocyty wielojądrzaste). Niektóre fagocyty (makrofagi) nie tylko trawią obce struktury, lecz potrafią odpowiednio zaprezentować



Ryc. 4. Istota odporności kręgowców. Fagocyty (F) pochłaniają i trawią drobnoustroje (AAAA). Wyspecjalizowane fagocyty — makrofagi (MF) prezentują antygeny strawionego drobnoustroju (A) limfocytom (L). Limfocyty o receptorach dla tego antygeny proliferują dając w potomstwie komórki wykonawcze (W) i komórki pamięci (P). Limfocyty o innych receptorach pozostają bierne.



Ryc. 5. Pamięć i specyfika reakcji z udziałem przeciwciał. Kinetyka zmian miana przeciwciał w trakcie odpowiedzi pierwotnej na drobnoustroje z antygenami A i B, oraz wtórnej na drobnoustroj A.

ich fragmenty limfocytom, będącym nabytkiem ewolucyjnym zwierząt kręgowych (ryc. 4).

Praktycznie każdy limfocyt wyposażony jest w bardzo czułe receptory dla innego antygeny. Antygen A stymuluje inne limfocyty niż antygen B. W odpowiedzi na odpowiednio przygotowany i zaprezentowany antygen A proliferują tylko limfocyty o receptorach dla tego antygeny, dając w potomstwie komórki wykonawcze (doprowadzające najczęściej do wyeliminowania antygeny A), oraz limfocyty pamięci. Dzięki tym ostatnim kolejna reakcja na bodziec A (lecz nie B) przebiegnie znacznie szybciej (ryc. 5).

U kręgowców istnieją dwie główne populacje limfocytów: komórki T i B. Wykonawcze limfocyty T są cytotoksyczne, czyli zabijają komórki zmienione (np. zainfekowane wirusem), czyli uczestniczą w tzw. odporności komórkowej. Wykonawcze limfocyty B to wielkie komórki plazmatyczne syntetyzujące i uwalniające do płynów ustrojowych przeciwciała (immunoglobuliny), a więc uczestniczące w odporności humoralnej. Miano (czyli zawartość) przeciwciał anty-A w krwi osobnika zakażonego po raz pierwszy drobnoustrojem o antygenach A rośnie powoli i dość szybko spada. Dzięki limfocytom pamięci, kolejna inwazja drobnoustroju A wywołuje gwałtowny wzrost miana przeciwciał anty-A, podczas gdy drobnoustroj B wywoła powolną reakcję pierwotną. Jest to ilustracją pamięci i wysokiej specyfiki reakcji odpornościowych kręgowców (ryc. 5).

Przeciwciała są wytworem limfocytów, nic więc dziwnego, że nie wykryto ich u bezkręgowców, nie posiadających tych komórek. Przeciwciała same nie potrafią niszczyć struktur obcych, lecz niejako piętnują je, pełniąc funkcję opsonin. Ułatwiają tym samym ich rozpoznanie i zniszczenie przez komórki, między innymi przez komórki żerne wyposażone w receptory dla określonych części przeciwciał (ryc. 3d). Akcję przeciwciał precyzyjnie rozpoznających i wiążących określone struktury uzupełniają też (dopełniają) białka tzw. układu dopełniacza, niszczące struktury związane przez przeciwciała.

Zarówno odporność humoralna (z udziałem limfocytów B), jak i komórkowa (z udziałem limfocytów T cytotoksycznych) mogą być bardzo niebezpieczne dla organizmu, toteż są wielorako nadzorowane. Limfo-



cyty B są kontrolowane przez limfocyty T, a one z kolei reagują tylko na antygeny odpowiednio przygotowane i zaprezentowane przez wyspecjalizowane białka MHC, które będą omówione oddzielnie. Jak już wspomniano na wstępie tego rozdziału, ogromny udział w przygotowaniu i prezentacji antygenów mają makrofagi. Zatem odporność mediowana przez limfocyty, charakterystyczna dla kręgowców, której cechą jest bardzo wysoka specyfika i pamięć, jest w pełni zależna od ewolucyjnie starszej, odziedziczonej po przodkach, odporności mediowanej przez fagocyty.

#### ANALOGIA — HOMOLOGIA

Niewielkie komórki z dość homogennym jądrem i wąskim rąbkiem cytoplazmy są obecne w płynach ustrojowych zarówno kręgowców, jak i bezkręgowców, np. dżdżownic i owadów. Do niedawna przypuszczano, że mogą pełnić podobne funkcje w reakcjach odpornościowych i nadawano im rangę homologii. Ostatnio wycofano się z tego poglądu, gdyż okazało się, że tylko limfocyty kręgowców wyposażone są w bardzo ściśle zdefiniowane receptory dla antygenów, kodowane przez dobrze zdefiniowane zestawy genów podlegające procesowi rearanzacji, których nie udało się znaleźć u żadnych zwierząt bezkręgowych. (Struktura receptorów limfocytów, zaliczanych do nadrodziny immunoglobulin, oraz genetyczne podłoże zadziwiającej różnorodności receptorów, będą przedmiotem osobnego opracowania). W świetle współczesnej wiedzy limfocytom kręgowców i komórkom limfocytopodobnym bezkręgowców nadaje się więc rangę analogii. Przypomnijmy sobie znaczenie tych terminów, przyglądając się drzewu filogenetycznemu z ryc. 2.

Struna grzbietowa, wokół której zakłada się kręgosłup, pojawiła się u wtóroustych przodków strunowców, natomiast chitynowy szkielet zewnętrzny rozwinął się u pierwoustych przodków stawonogów. Szkielet wewnętrzny kręgowców i zewnętrzny stawonogów nie mają zatem ze sobą wiele wspólnego. Skrzydła motyla, ptaka i nietoperza znakomicie służą do latania, jednak zestaw genów warunkujących uformowanie się skrzydeł owadów jest zupełnie inny, niż wyposażenie genetyczne kręgowców umożliwiające

niektórym z nich rozwinięcie skrzydeł. Są to przykłady cech, które pojawiły się w ewolucji niezależnie, na drodze konwergencji, jako przystosowanie do takiego samego środowiska. Mówimy, że są to cechy analogiczne.

Skrzydła nietoperza różnią się znacznie wyglądem od ręki człowieka, płetwy foki, kończyny przedniej psa czy kreta, lecz rozwijają się w oparciu o wspólny plan budowy, obejmujący kość ramieniową, dwie kości przedramienia, oraz kości nadgarstka, śródreżca i palców, jako przystosowania tych ssaków do różnych środowisk. Nadajemy im rangę homologii. Za homologiczne uznamy też kończyny przednie ssaków, gadów i płazów, skrzydła ptaków i płetwy piersiowe ryb, gdyż formują się w oparciu o podobny zestaw genów zwierząt blisko spokrewnionych, wywodzących się od wspólnych przodków. Kończyny tych kręgowców, wzajemnie homologiczne, uznamy jednak za analogiczne w stosunku do kończyn stawonogów, na przykład komarów czy homarów, gdyż są to zwierzęta genetycznie bardzo odległe.

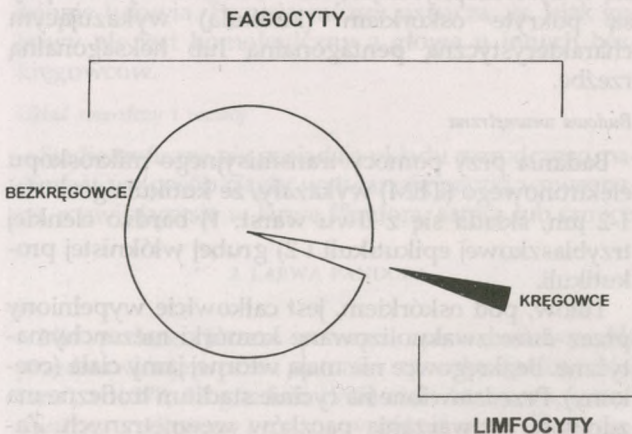
Oczywiście, istnieją cechy fundamentalne, wspólne dla wszystkich przedstawicieli królestwa zwierząt, na przykład zdolność do oddychania czy odżywiania, oraz wspomniana już zdolność rozróżniania własne/obce. Jednak rozmaite zwierzęta rozwinęły różne narządy służące do wymiany gazowej (np. płuca, skrzela, tchawki, płucotchawki) i różne sposoby pobierania pokarmu, oraz rozmaite sposoby reagowania na elementy obce.

Immunolodzy porównawczy starają się opisać mechanizmy odporności funkcjonujące u zwierząt z poszczególnych jednostek systematycznych, natomiast immunolodzy ewolucyjni dociekają czy nadać im rangę homologii, czy tylko analogii. W świetle współczesnej wiedzy stwierdzamy, że wspólnym elementem odporności w całym królestwie zwierząt są komórki żerne, fagocyty. Możemy więc oczekiwać wspólnych, homologicznych, mechanizmów akcji fagocytów ssaków i owadów. Limfocyty oraz przeciwciała pojawiły się dopiero u bezpośrednich przodków kręgowców. Podobieństwa morfologiczne limfocytów z niektórymi komórkami owadów czy pierścienic uznamy więc za analogię. Opsonizujące działanie przeciwciał naśladuje funkcję czynników rozpuszczalnych (np. lektyn) z płynów ustrojowych bezkręgowców, lecz pojawiło się w ewolucji niezależnie, na drodze konwergencji, są to zatem mechanizmy analogiczne, nie homologiczne (ryc. 3).

W świetle dotychczas zgromadzonych faktów ewolucyjni nie mają więc wątpliwości, że fagocyty funkcjonują w całym królestwie zwierząt, natomiast limfocyty i przeciwciała są unikatowym nabytkiem zwierząt kręgowych, zapewniającym bardzo wysoką specyfikę i pamięć reakcji odpornościowych kręgowców (ryc. 5). Wkrótce poznamy plusy i minusy tego nabytku.

Wpłynęło 9 IV 1996

Profesor Barbara Płytycz jest kierownikiem Zakładu Immunobiologii Ewolucyjnej Instytutu Zoologii UJ



Ryc. 6. Udział limfocytów i fagocytów w odporności bezkręgowców i kręgowców. Limfocyty występują wyłącznie u kręgowców, a fagocyty w całym królestwie zwierząt.

## CYCLIOPHORA — NOWY TYP ZWIERZĄT!

Dziewiętnastego sierpnia 1991, koło miejscowości Frederikshavn na północnym cyplu Danii, w cieśninie Kattegat, wyłowiono skorupiaka, homarca (=nerczana) norweskiego *Nephrops norvegicus* i zauważono na szczecinkach jego narządów gębowych mikroskopijnej wielkości bezkręgowce. Po czteroletnich badaniach okazało się, że te bezkręgowce są nie tylko nowym gatunkiem, ale reprezentują również nowy typ zwierząt. Odkrywczy, Peter Funch i Reinhardt Møbjerg Kristensen nazwali je *Symbion pandora* i utworzyli typ: *Cycliophora*. Inne, pośrednie, pomiędzy typem i gatunkiem, nowe taksony nazwali odpowiednio: gromada — *Eucycliophora*, rząd — *Symbiida*, rodzina — *Symbiidae*, rodzaj — *Symbion*. Wiadomość o odkryciu nowego typu ogłosili 14 grudnia 1995, w czasopiśmie „Nature” (t. 378, s. 711-714).

Od 1900 roku, po odkryciu *Pogonophora*, *Gnathostomulida* i *Loricifera*, *Cycliophora* są czwartym, nowo poznany typem w obecnym stuleciu. Zaskakujące jest

również i to, że ostatnie odkrycie nie zostało dokonane w niedostępnych czeluściach lasów tropikalnych, otchłaniach głębin rowów oceanicznych, czy na szczytach łańcuchów górskich Azji Centralnej, ale w morzu Europy.

Chociaż nie poznano jeszcze do końca szczegółów budowy, rozwoju i funkcji tych zwierząt, to warto jednak zapoznać się z aktualnymi wiadomościami o *Cycliophora*.

## CHARAKTERYSTYKA OGÓLNA

Przedstawiciele *Cycliophora* są niewielkimi organizmami (poniżej 1 mm długości), nie posiadającymi jamy ciała *Acoelomata*. Wykazują dwuboczną symetrię. Charakteryzują się złożonym cyklem życiowym, z przemianą pokoleń (matogenezą), po następczym występowaniu pokoleń rozmnażających się bezpłciowo i płciowo. Postacie dojrzałe, pobierające pokarm (troficzne) są osiadłe. Prócz nich w cyklu życiowym także występują wolnopływające: larwa Pandora, karłowaty samiec, samica i chordoidalna larwa.

*Cycliophora* nie posiadają narządów oddechowych ani układu krążenia.

Przyjrzyjmy się teraz jak są one zbudowane. Stadia troficzne i karłowaty samiec są względnie najlepiej poznane, dlatego poświęcono im najwięcej uwagi. Omówimy także ich rozwój.

## 1. STADIUM TROFICZNE

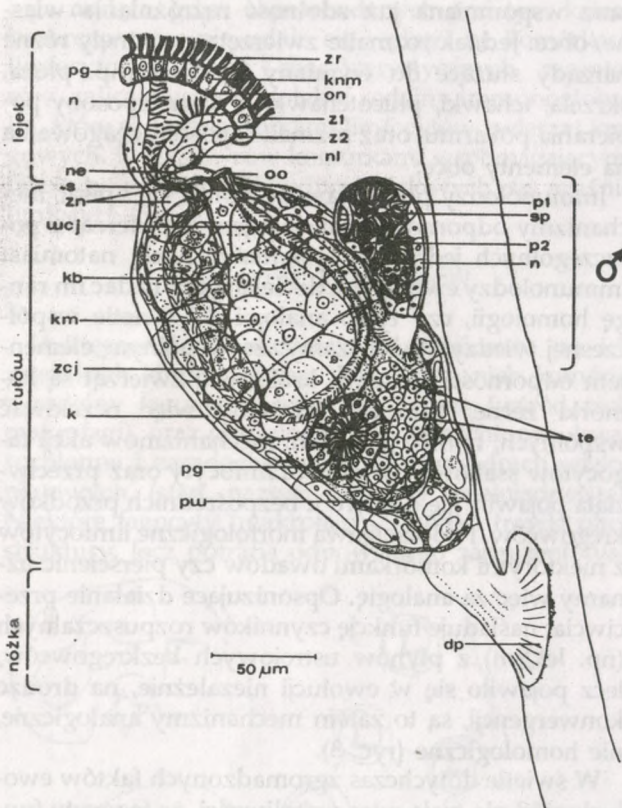
## Budowa zewnętrzna

Osobnik stadium troficznego mierzy 347  $\mu\text{m}$  długości i 113  $\mu\text{m}$  szerokości. Składa się z: lejka gębowego, tułowia i nóżki z dyskiem czepnym (ryc. 1). Lejek ma kształt dzwonu zwężonego u podstawy i jest otwarty z przodu, tworząc okrągły otwór gębowy, otoczony przez orzęsiony pierścień gębowy, który w normalnej pozycji jest wyciągnięty. Jajokształtny tułów osadzony jest na krótkiej nóżce, która rozszerza się w dysk czepny. Lejek, tułów, nóżka i dysk czepny są pokryte oskórką (kutikulą) wykazującą charakterystyczną pentagonalną lub heksagonalną rzeźbę.

## Budowa wewnętrzna

Badania przy pomocy transmisyjnego mikroskopu elektronowego (TEM) wykazały, że kutikula grubości 1-2  $\mu\text{m}$ , składa się z dwu warst: 1) bardzo cienkiej trzyblaszkowej epikutikuli i 2) grubej włóknistej prokutikuli.

Tułów, pod oskórką, jest całkowicie wypełniony przez duże zwakuolizowane komórki mezenchymatyczne. Bezkręgowce nie mają wtórnej jamy ciała (coelomy). Przedstawione na rycinie stadium troficzne ma zdolność wytwarzania pączków wewnętrznych. Zawiera pojedynczy pączek wewnętrzny, który rozwinął się w nowy pierścień gębowy i orzęsione jelito. Pączek ten wypchał nieco do przodu „stary” układ



Ryc. 1. *Symbion pandora*, nowy gatunek reprezentujący nowy typ *Cycliophora*. Pokrój ciała troficznego stadium osiadłego, składającego się z lejka gębowego: pg – pierścień gębowy, n – nabłonek, ne – nerw, zr – zespół rzęsek, knm – komórka nabłonkowo-mięśniowa, on – orzęsiony oskórek, z1 – mięsień zwieracz brzeczny, z2 – mięsień zwieracz środkowy, nl – zwój nerwowy lejka gębowego, oo – otwór odbytowy; tułowia: s – szyjka, zn – zwój nerwowy tułowiowy, wcyj – wstępująca część układu pokarmowego, kb – brzuszne komórki wydzielnicze żołądka, km – komórki mezenchymatyczne wyścielające wnętrze ciała, zcj – zstępująca część układu pokarmowego, k – oskórek (kutikula), pg – pierścień gębowy, pw – pączek wewnętrzny, te – tkanka embrionalna tworząca nową, bezpłciową larwę; i nóżki: dp – dysk czepny, przysawkowy; oraz osiadłego, karłowatego samca (♂): p1 – penis 1, sp – sperma, p2 – penis 2, n – nabłonek.

pokarmowy. Dwa pęki komórek, usytuowane bocznie do pączka wewnętrznego, tworzą tkankę embrionalną, która formuje nową, bezpłciową larwę.

#### Układ pokarmowy

Występuje tylko u postaci troficznych. Zespoły rzęsek pierścienia gębowego tworzą opadowo-przepływowy system zbierający, wyłapujący drobny pokarm. Otwór gębowy składa się, z występujących na przemian, wielorzęskowych i nabłonkowomięśniowych komórek. Te ostatnie tworzą dwa zwieracze (brzeżny i środkowy), kurczące się w trakcie zamykania otworu gębowego. Dwa długie, włókniste mięśnie łączą podstawę lejka gębowego z tylną częścią tułowia. Mięśnie te są prawdopodobnie odpowiedzialne tylko za jeden typ obserwowanych ruchów: skłony (kiwanie się) lejka gębowego. Niektóre z tych mięśni są poprzecznie prążkowane, inne ukośnie prążkowane. Lejek gębowy zwięża się u podstawy, w krótki, esowatego kształtu przelyk, który następnie przechodzi w ukształtny przewód pokarmowy. Zstępująca część przewodu pokarmowego rozszerza się w żołądek, którego ściany tworzą duże, orzęsione komórki. Żołądek jest wypełniony pękiem granulowanych, wydzielniczych komórek bez rzęsek. Zawężają one światło żołądka do jamistych (zatokowych) przestrzeni. Wstępująca część przewodu pokarmowego składa się z orzęsionego jelita i krótkiego odbytu usytuowanego na małym wzniesieniu na tułowiu zamykającym lejek gębowy.

Badania ultrastrukturalne wykazały, że przewód pokarmowy zbudowany jest z wielorzęskowych komórek. U wejścia do żołądka występuje pęk długich rzęsek. Rzęski te wykonują falujący ruch i powodują wewnętrzne zawirowania.

U osobników bez pączka wewnętrznego, przewód pokarmowy wciągnięty jest do nóżki. W czasie, kiedy wewnętrzny pączek rozwija się w następne stadium troficzne, stary układ trawienny całkowicie degeneruje, a lejek gębowy jest odrzucany. Nowy lejek gębowy i nowy przewód pokarmowy powstają z pączka wewnętrznego.

#### Układ nerwowy

Wiadomo na razie tylko, że u postaci troficznych występuje pojedynczy zwój nerwowy u podstawy lejka gębowego oraz dwupłatowy zwój nerwowy (mózg), położony pomiędzy przelykiem i odbytem w rejonie tułowia. Pozycja mózgu oznacza, że lejek gębowy nie jest homologiczny z głową u innych bezkręgowców.

#### Układ rozrodczy i rozwój

Stadia troficzne nie posiadają układu rozrodczego, natomiast w sposób ciągły wytwarzają pączki wewnętrzne, rozwijające się w larwę Pandora, samca lub samicę.

### 2. LARWA PANDORA

Nie podano jeszcze pełnego opisu budowy. Na przedstawionym przez autorów rysunku (patrz: „Nature”, vol.378, 14 grudnia 1995) ciało larwy ma kształt owalny, wydłużony i można wyróżnić w nim dwie części: przednią, z małym pęczkiem rzęsek z przodu i tylną, z rozszerzającym się ku końcowi, w kształcie odwróconej litery v, polem zmodyfikowanych rzęsek. Wiado-

mo także, że larwa Pandora ma system nerwowy (jeszcze nie w pełni opisany) i jest charakterystyczna dla bezpłciowej części fazy życiowego. Rozwija się ona z pączka wewnętrznego stadium troficznego, z którego się wydostaje i może przemieszczać się pływając. Po osadzeniu się, również poprzez pączek wewnętrzny, daje początek nowemu stadium troficznemu.

### 3. SAMIEC

#### Budowa zewnętrzna i wewnętrzna.

Dojrzały płciowo samiec jest przyczepiony do tułowia stadium troficznego (rycina). Jego długość wynosi 84  $\mu\text{m}$ , a szerokość 42  $\mu\text{m}$  (ryc. 1). Nie ma lejka gębowego i układu pokarmowego, a jego owalny tułów, z krótką nóżką, osadzony jest na szerokim dysku czepnym.

Rzeźba kutikuli jest taka sama jak u stadium troficznego, ale wieloboczne struktury są subtelniejsze. Również ultrastruktura kutikuli jest podobna, jednakże grubość kutikuli jest nieco mniejsza niż w przypadku stadium troficznego. Samiec nie posiada także wtórnej jamy ciała. Pęki niezróżnicowanych komórek są usytuowane obok nóżki. Reszta wnętrza jest wypełniona zwakuolizowanymi komórkami mezenchymatycznymi.

#### Układ rozrodczy i rozwój

W tułowiu samca, po przeciwnej stronie dysku czepnego, zaobserwowano jedną do trzech komór. Na rycinie przedstawione są dwie komory. Każda utworzona jest z komórek pokrytych bardzo cienką kutikulą, z wyjątkiem dwóch v-kształtnych przestrzeni, z orzęsionym nabłonkiem. Komory zawierają kolejne stadia spermatydowe lub plemniki i tubularną, kutikularną strukturę, uważaną za penis.

Ustalono dotąd, że samiec rozwija się w stadium troficznym z pączka wewnętrznego. Żeby się dowiedzieć w jaki sposób jest on determinowany i jak przebiega jego rozwój, musimy jeszcze poczekać.

### 4. SAMICA

Brak jest jeszcze szczegółowego opisu rozwoju tego stadium. Wiemy na razie tylko, że kształtem oraz orzęsieniem przypomina larwę Pandora i rozwija w sobie jeden duży, dojrzały oocyt. Powstaje poprzez pączek wewnętrzny, w ciełe stadium troficznego, z którego po zapłodnieniu uwalnia się i może się przemieszczać pływając, a po osadzeniu się wydaje, również poprzez pączek wewnętrzny, nowe stadium rozwojowe — larwę chordoidalną.

### 5. LARWA CHORDOIDALNA

Nie znamy jeszcze szczegółów jej budowy. Na podstawie zebranych dotąd danych, że larwa chordoidalna ma kształt owalny i jest lekko spłaszczona brzusznie. Wyposażona jest w obszerne lokomotoryczne orzęsienie, ma parę grzbietowych, orzęsionych narządów, rozmaitego typu liczne gruczoły oraz parę protonefridiów, a także system nerwowy. Na stronie brzusznej ma strunowatą (chordoidalną) strukturę, mezodermalnego pochodzenia. Rozwija się z zaplo-

dnionego jaja w samicy, odżywia się zapasem żółtka. Wydostaje się z samicy. Może przemieszczać się pływając, a po osadzeniu, przeobraża się w stadium troficzne.

#### EKOLOGIA

*Cycliophora* kolonizują zewnętrznie (epizoicznie) narządy gębowe homarza norweskiego — skorupiaka z grupy rakowców, występującego na miękkim, przeważnie mulistym dnie morskim, który podobny jest do homara europejskiego. Z nim współżyją i wiążą, poprzez synchronizację z jego cyklem linienia, swój cykl życiowy.

Pokarm w postaci drobnych cząsteczek pobierają z pelagialu morskiego na zasadzie filtrowania tylko stadia troficzne.

#### ROZMIESZCZENIE GEOGRAFICZNE

Jedyny dotychczas poznany przedstawiciel *Cycliophora*: *S. pandora*, oprócz wymienionego już występowania w Frederikshavn w Danii, został wykazany także z Gullmarfjord w Szwecji oraz z Kaldbak Fjord, Faroe Islands i z północnej części Oceanu Atlantyckiego.

Znając rozmieszczenie gospodarza *S. pandora* i wiedząc, że skorupiak ten zasiedla dno morskie, wzdłuż wybrzeży całej zachodniej Europy, aż po Maroko, wkraczając także częściowo do Morza Barentsa oraz Morza Śródziemnego, można spodziewać się, że wkrótce zostaną tam odkryte nowe stanowiska, a być może także i inne, nowe gatunki *Cycliophora*.

#### POZYCJA SYSTEMATYCZNA

Jak wszyscy zapewne wiemy, pozycję systematyczną każdego nowo poznanego taksonu określa się na podstawie podobieństw i różnic z innymi poznanymi już wcześniej grupami systematycznymi. Opierając się na dotychczasowych wiadomościach spróbujemy przeprowadzić taką analizę.

Nabłonek *S. pandora* składa się z wielorzęskowych komórek. Podobny nabłonek występuje u płazińców (*Platyhelminthes*) i wrotków (*Rotifera*).

Obręcze zespołów rżesek lejka gębowego stadiów troficznych pracują tworząc wyłapujący system filtracyjny, co wskazuje na przynależność *S. pandora* do grupy zwierząt pierwoustych (*Protostomia*).

Karłowaty samiec *S. pandora*, przyczepiony do stadium troficznego, przypomina wrotki. To podobieństwo wydaje się jednak sztuczne, ponieważ wrotki nie mają prawdziwej kutikuli, brak jest u nich także regeneracji i mają dimorficzne (dwa rodzaje, o różnej budowie) plemniki, jakich nie zaobserwowano u *S. pandora*.

Kutikula *S. pandora* jest podobna do tej, którą znaleziono u pewnych nicieni (*Nematoda*) i brzuchorzęsków (*Gastrotricha*). Jednakże te dwie ostatnie gromady nie mają pączków wewnętrznych i chociaż nie-

dawno opisano regenerację u brzuchorzęska *Turbarella*, u obleńców (*Aschelminthes*) brak jest zdolności regeneracyjnych.

Rozważając dalej, analiza ultrastruktury larwy chordoidalnej wskazuje, że jej mezodermalne strunowate (chordoidalne) struktury wykazują podobieństwo do tkanek znalezionych u niektórych wolnożyjących brzuchorzęsków, jak np. u *Chordodasys*. Nie ma tu jednak żadnej homologii ze struną grzbietową strunowców (*Chordata*), ponieważ strunowata struktura *S. pandora* usytuowana jest brzusznie, a strunowców jak wiemy grzbietowo.

Fakt, że *Cycliophora* posiadają jelito w kształcie litery u wydaje się być najmniej ważny, gdyż jest to cecha wspólna wśród wielu innych osiadłych bezkręgowców.

Pączek wewnętrzny jest najbardziej charakterystyczną cechą *S. pandora*. Pączki wewnętrzne rozwijają się także jako gemmule w ciele gąbek (*Spongiaria*), lub jako wielopostaciowe formy u kielichowatych (*Kamptozoa*, =*Entoprocta*) oraz jako amfidyski w ciele mszywiolów (*Bryozoa*, =*Ectoprocta*). Ale wiadomo, że gąbki nie mają właściwych tkanek.

Chociaż nefridia nie zostały nigdy stwierdzone u *Ectoprocta*, ale *Entoprocta* i chordoidalna larwa *S. pandora* posiadają protonefridia z terminalnymi wielorzęskowymi komórkami.

W rozwoju larw słodkowodnych *Ectoprocta*, z rzędu *Phylactolaemata* i niektórych *Entoprocta*, jak *Loxomelella vivipara* i *Loxosoma jaegersteni*, zaobserwowano przyspieszony rozwój struktur odżywczych. Przypomina to przedwczesny rozwój pierścienia gębowego i jelita stadium troficznego wewnątrz larwy Pandora.

Występują także pewne podobieństwa w namnażaniu się, porównując *S. pandora* z *Phylactolaemata* należących do *Ectoprocta*.

Poza tym, wśród *Protostomia*, tylko *Entoprocta* i *Ectoprocta* mają niektóre grupy, u których larwalny mózg zanika w czasie przeobrażenia (metamorfoza). Mózg *S. pandora* także zanika u wszystkich wolnożyjących i osiadłych stadiów. Pączki wewnętrzne wytwarzają nowe osobniki i nowe systemy nerwowe u larwy chordoidalnej i larwy Pandory oraz być może samca.

Z tego przeglądu widać, że *Cycliophora* są najbardziej spokrewnione z kielichowatymi i mszywiolami.

Tak to wygląda na obecnym etapie wiedzy. Z pewnością dalsze badania, a zwłaszcza badania molekularne, mogą w przyszłości wnieść wiele nowych informacji, które ostatecznie określą ich pozycję systematyczną.

Pragniemy serdecznie podziękować Panom: prof. dr hab. Czesławowi Jurze, prof. dr hab. Jerzemu Klagowi oraz dr Jackowi Goduli z Zakładu Zoologii Systematycznej i Zoogeografii UJ za przeczytanie pierwszej wersji tekstu i krytyczne do niego uwagi. Dziękujemy także Pani Emilii Knutelskiej za wykonanie rysunku.

Wpłynęło 9 IV 1996

Dr Stanisław Knutelski pracuje w Zakładzie Zoologii Systematycznej i Zoogeografii UJ  
prof. Reinardt Møbjerg Kristensen pracuje w Zoological Museum, University of Copenhagen

MACIEJ KRZEPTOWSKI I JAN K. KOWALCZYK (Łódź)

## WETA Z NOWEJ ZELANDII

Fauna Nowej Zelandii została ukształtowana w warunkach, trwającej od końca mezozoiku, izolacji geograficznej. Brak rodzimych węży i ssaków, z wyjątkiem kilku gatunków nietoperzy, umożliwił powstanie tu zarówno wielu gatunków nietlotnych ptaków, jak i dużych, bezskrzydłych pasikoników. Maorysi nazwali je weta, wetapunga lub taipo co oznacza diabły nocy i nawiązuje do ich dużych, jak na owady, rozmiarów oraz do nocnego trybu życia. Tak jak moa

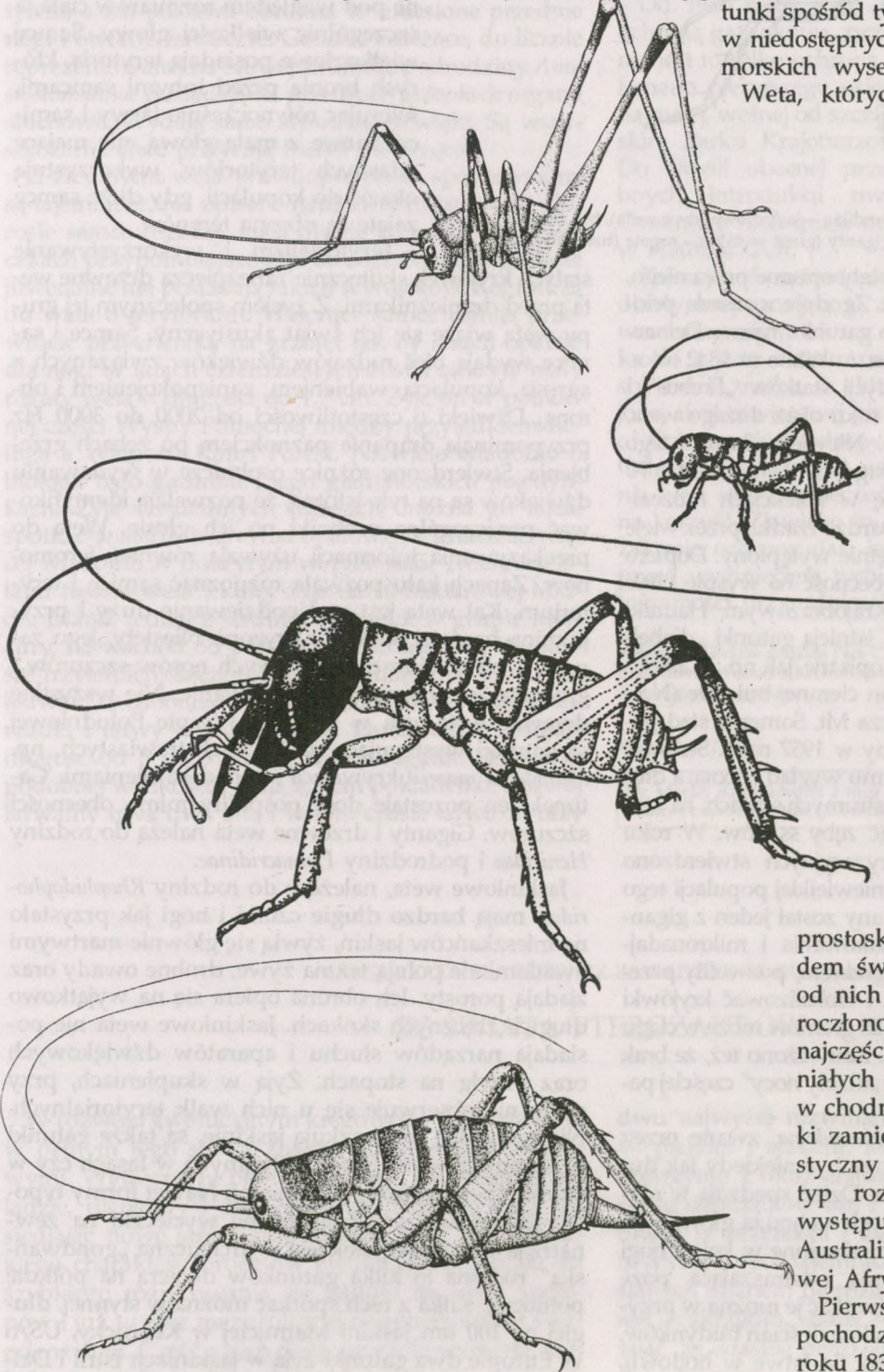
pełniły w warunkach nowozelandzkich rolę kopytnych, tak wszystkożerne duże gatunki weta zajęły niszę gryzoni.

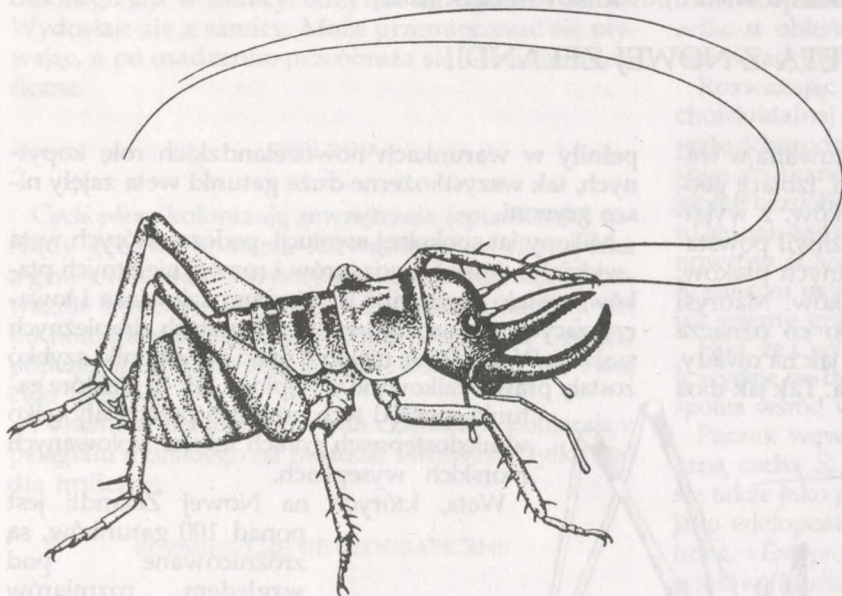
Miliony lat spokojnej ewolucji, podczas których weta „widziały” śmierć dinozaurów i rozwój nietlotnych ptaków, zostało przerwane przybyciem człowieka i towarzyszących mu szczurów, świń i małych drapieżnych ssaków. W rezultacie nietlotne ptaki i pasikoniki szybko zostały prawie całkowicie wytępione, tak że niektóre gatunki spośród tych ostatnich przetrwały tylko w niedostępnych górach lub na izolowanych morskich wysepkach.

Weta, których na Nowej Zelandii jest ponad 100 gatunków, są zróżnicowane pod względem rozmiarów ciała, biologii i systematyki. Dzieli się je na 5 grup. Jaskiniowe (cave weta); (ryc. 1a) obejmują największą liczbę gatunków — 60, na drugim, pod względem liczebności, miejscu są ziemne (ground weta; ryc. 1b) z 36 gatunkami, drzewne (tree weta; ryc. 1c) liczą 6 gatunków, giganty (giant weta; ryc. 1d) to 11 gatunków (w tym 4 nie opisane naukowo!) i wreszcie rogate (tusked weta; ryc. 1e) to 3 nie opisane dotąd gatunki. Pod względem systematycznym wszystkie weta należą do trzech rodzin: *Stenopelmatidae*, *Raphidophoridae* i *Henicidae* łączonych w nadrodzinę *Gryllacridoidea*. Te zarówno tropikalne, jak i zasiedlające strefę umiarkowaną

prostoskrzydłe przypominają wyglądem świerszcze, ale w odróżnieniu od nich mają stopy nie trzy, a czteroczłonowe tak jak pasikoniki. Żyją najczęściej na dnie lasów, w spróchniałych pniach, pod kamieniami lub w chodnikach w ziemi, liczne gatunki zamieszkują jaskinie. Charakterystyczny dla nich jest „gondwański” typ rozmieszczenia, gdyż zwykle występują na półkuli południowej w Australii, Nowej Zelandii, południowej Afryce oraz Patagonii i Chile.

Pierwsze znane okazy giganta weta pochodzą z Bay of Islands gdzie w roku 1839 zebrał je R.W. Colenso. Za-





Ryc. 1. Pięć grup weta z Nowej Zelandii: a – jaskiniowe (cave weta), b – ziemne (ground weta), c – drzewne (tree weta), d – giganty (giant weta), e – rogate (tusked weta).

konserwowane w alkoholu zostały opisane przez niego, niestety, dopiero po 42 latach. Zgodnie z zasadą priorytetu przyjęto jednak dla tego gatunku nazwę *Deinacrida heteracantha* nadaną przez A. White w 1842 roku. White uczestnicząc w ekspedycji statków „Erebus” i „Terror” znalazł wiosną 1841 roku okaz dużego weta, zresztą też w Bay of Islands. Niewiele okazów tego imponującego pasikonika o długości 10 cm i wadze 70 gramów (samice) znajduje się w kolekcjach muzealnych. Już w roku 1871 był on bardzo rzadki, przez wiele lat uważano, że został doszczętnie wytępiony. Dopiero niedawno stwierdzono jego obecność na wyspie Little Barrier w Morskim Parku Krajobrazowym Hauraki Gulf. Jak wyżej wspomniano, istnieją gatunki „diabelskich pasikoników” dotąd nie opisane, jak np. „Kaikoura bluff weta”. Zamieszkuje on ciemne, bukowe (*Notofagus*) lasy porastające zbocza Mt. Somers i stąd pochodzi pierwszy okaz złowiony w 1957 roku. Stalowa, metaliczna barwa ciała nadaje mu wygląd robota, a długie pazurki ułatwiają życie na stromych skałach, na których nie zdołały go osiągnąć zęby ssaków. W roku 1994 podczas prac inwentaryzacyjnych stwierdzono występowanie w tym rejonie niewielkiej populacji tego gatunku. Badania jakim poddany został jeden z gigantów, przy wykorzystaniu znakowania i mikronadajników przytwierdzonych do grzbietu, pozwoliły prześledzić jego nocne wędrówki i zlokalizować kryjówki dzienne. Duża samica ważąca 25 gramów może w ciągu nocy pokonać odległość 50 m. Zauważono też, że brak stałych kryjówek powoduje iż „diabły nocy” częściej padają ofiarą drapieżników.

Drzewne weta z rodzaju *Hemideina*, zwane przez Maorysów putangatanga, mogą być niekiedy tak duże jak giganty. Żyją grupowo. Dzień spędzają w różnego typu otworach, do których wchodzi głową wystawiając na zewnątrz, silnie uzbrojone w kolce, nogi tylne. Niepokojone przyjmują odstraszącą pozę unosząc tylne nogi do góry. Spotkać je można w przydomowych ogrodach, w szcelinach ścian budynków, w stosach drewna opałowego. Są łatwe w hodowli,

toteż ich biologia jest lepiej zbadana niż gigantów. Samica składa jaja przez cały rok z wyjątkiem środka zimy. Najwyższa intensywność składania jaj przypada na okres od marca do maja, gdy jesienne deszcze nawilżają glebę. Jednorazowo samica składa do 20, a w ciągu życia do 300 jaj. Do wylęgu dochodzi już po miesiącu, bywa jednak, że jaja spoczywają w glebie do następnego sezonu. Larwy samic przechodzą 9, a larwy samców od 6 do 9 linień. Powoduje to, że dorosłe samce są znacznie zróżnicowane pod względem rozmiarów ciała, a szczególnie wielkości głowy. Samce wielkogłowe posiadają terytoria, których bronią przed innymi samcami, tolerując równocześnie larwy i samice. Samce z małą głową, nie mające własnych terytoriów, wykorzystują okazję do kopulacji, gdy duże samce zajęte są obroną terenów.

Terytorializm i wykorzystywanie stałych kryjówek skutecznie zabezpiecza drzewne weta przed drapieżnikami. Z życiem społecznym tej grupy weta wiąże się ich świat akustyczny. Samce i samice wydają pięć rodzajów dźwięków związanych z agresją, kopulacją, wabieniem, zaniepokojeniem i obroną. Dźwięki o częstotliwości od 2000 do 3000 Hz przypominają drapanie paznokciem po zębach grzebienia. Stwierdzone różnice osobnicze w wydawaniu dźwięków są na tyle istotne, że pozwalają identyfikować poszczególne osobniki po ich głosie. Weta do przekazywania informacji używają również feromonów. Zapach kału pozwala rozpoznać samicę i terytorium. Kał weta jest nadspodziewanie duży i przypomina bardziej odchody gryzoni. Niestety, jego zapach dociera także do wrażliwych nosów szczurów i gronostajów ułatwiając im polowanie. Nie wszystkie drzewne weta żyją w lesie, na Wyspie Południowej są gatunki występujące na terenach trawiastych, np. *Hemideina maori* ukrywająca się pod kamieniami. Gatunek ten pozostaje dość spopolity mimo obecności szczurów. Giganty i drzewne weta należą do rodziny *Henicidae* i podrodziny *Deinacridinae*.

Jaskiniowe weta, należące do rodziny *Rhaphidophoridae*, mają bardzo długie czułki i nogi jak przystało na mieszkańców jaskiń, żywią się głównie martwymi owadami ale polują też na żywe, drobne owady oraz zjadają porosty. Ich obrona opiera się na wyjątkowo długich zręcznych skokach. Jaskiniowe weta nie posiadają narządów słuchu i aparatów dźwiękowych oraz przyłg na stopach. Żyją w skupieniach, przy czym nie obserwuje się u nich walk terytorialnych. Nie wszystkie zamieszkuje jaskinie, są także gatunki występujące w miejscach wilgotnych w lasach czy w strefie alpejskiej pod kamieniami. Nawet formy typowo jaskiniowe urządzają nocne wycieczki na zewnątrz jaskiń. Jakkolwiek jest to archaiczna „gondwańska” rodzina to kilka gatunków dociera na półkulę północną. Kilka z nich spotkać można w słynnej, długiej na 100 km Jaskini Mamuciej w Kentucky, USA. W Europie dwa gatunki żyją w jaskiniach Istrii i Dal-

macji. Jest także jeden gatunek występujący w naszym kraju z tym, że nie w jaskiniach, a w cieplarniach w dużych miastach. Jest to spieszek cieplarniany *Tachycineta asynamorus*. Został on opisany w 1902 roku przez Adelunga ze szklarni w Petersburgu, a pochodzi prawdopodobnie z Chin lub Japonii.

Ziemne weta należą do rodziny *Stenopelmatidae*. Amerykanie nazywają je „ziemnymi świerszczami” lub „świerszczami z Jerusalemem”, natomiast w Australii i Afryce noszą nazwę „królewskich świerszczy”. Są mniejsze od innych, żyją na dnie lasu w tunelach w ziemi lub w spróchniałych pniach. Mają silne przednie nogi przystosowane do kopania, kolce na tylnych nogach są słabe. Do swoich kryjówek wchodzi tyłem, a ich postawa obronna to uniesione przednie nogi i otwarte żuwaczki. Gatunki należące, do licznie reprezentowanej na Nowej Zelandii, podrodziny *Anostomatinae* posiadają na przednich gołeniach organy słuchowe. Wydają słabo słyszalne dźwięki. Są wszystkożerne choć preferują białko zwierzęce.

Z ziemnymi weta prawdopodobnie spokrewnione są tajemnicze, nie opisane naukowo, rogate weta. Dorosłe samce rogaczy mają długie wyrostki na żuwaczkach przypominające kły lub rogi. Samice i postacie juwenalne nie posiadają takich wyrostków. Rogi służą do walk o terytorium. Walczące samce usiłują przewrócić przeciwnika na grzbiet tak by stracił oparcie dla nóg. W latach czterdziestych został odkryty mały rogaty weta o długości do 1,7 cm. Żyje on w północnej części Wyspy Północnej między przylądkiem Reinga a Waipona Kauri Forest. Niewiele wiadomo o biologii tego gatunku i jego gladiatorских pojedynkach. Żyje w ziemnych tunelach, można go także spotkać w stertach drewna opałowego. Znacznie więcej wiadomo w odkrytym w 1970 roku „Mercury Island tusked weta”, który żyje na 10-hektarowej Middle Island, jednej z siedmiu wysepek w grupie Mercury, na wschód od półwyspu Coromandel. W okresie trzyletnich, szczegółowych badań znaleziono zaledwie 226 osobników, co wskazuje, iż jest to gatunek rzadki i łatwy do wytopienia. Duże samce osiągają długość od 5 do 9 cm, łącznie z rogami. Samice są podobnej wielkości i mają 2,5 cm pokładetko. Rozwój larwalny trwa dwa lata i w tym czasie larwa 10 razy

linieje. Osobniki dorosłe żyją do trzech lat, są wszystkożerne, a zjadają gaśienice, chrząszcze, owoce i nasiona, przy czym w diecie przeważa białko zwierzęce. Często żyją w norach petreli i tuatary, padając czasami jej ofiarą. W norach kopią boczne chodniki do których wchodzi tyłem, a wejście zatykają zatyczką z ziemi i śliny. Dzień spędzają w ukryciu, a na żer wychodzą w ciemne, bezksiężycowe noce. Obie płci mogą wytwarzać dźwięki i mają narządy słuchu. Samce wydają także dźwięki pocierając o siebie żuwaczkami. Ostatnio, jak doniosła nowozelandzka prasa z października 1995 roku, w Raukumara Wilderness Area (Bay of Plenty) dokonano odkrycia jeszcze jednego, nowego gatunku rogatego weta.

Od 1980 roku weta objęte są w Nowej Zelandii ochroną gatunkową, przy czym należy podkreślić, iż nie jest to tylko ochrona bierna. Już w roku 1977 dokonano pierwszego osiedlenia 40 okazów gigantów na małej, wolnej od szczurów, wysepce Maud w Morskim Parku Krajobrazowym Marlborough Sounds. Do chwili obecnej przeprowadzono szereg podobnych introdukcji uwieńczonych powodzeniem. Ostatnia z nich miała miejsce na wyspie Mahurangi w Hauraki Gulf.

Zajmując niszę ekologiczną małych gryzoni weta — diabły nocy przejęły ją z całym dobrodziejstwem inwentarza w tym także z wrogim stosunkiem człowieka do myszy i szczurów. Z dużym więc uznaniem stwierdzić trzeba, iż aktualnie, dzięki szeroko zakrojonej akcji oświatowej prowadzonej przez Department of Conservation (odpowiednik naszego Ministerstwa Ochrony Środowiska) widzenie i rozumienie znaczenia weta przez społeczeństwo zmienia się radykalnie na korzyść. Zjawisko to oraz równoległe działania w zakresie ochrony dają łącznie gwarancję uratowania przed wyginięciem tych zwierząt jakże ważnych dla tożsamości przyrodniczej Nowej Zelandii.

Autrzy serdecznie dziękują Pani C. Mc Nicholl z Uniwersytetu w Auckland oraz Panu W. Watola z Kerikeri za cenną pomoc w gromadzeniu materiałów do niniejszego artykułu.

Wpłynęło 5 I 1996

Dr Maciej Krzeptowski i mgr Jan K. Kowalczyk pracują w Muzeum Przyrodniczym Uniwersytetu Łódzkiego

MAŁGORZATA BŁAŻEJEWICZ-ZAWADZIŃSKA (Bydgoszcz)

## ZE ŚWIATA PTEROZAUROW

W rozwoju ewolucyjnym kręgowców gady stały się w pełnym tego słowa znaczeniu zwierzętami lądowymi. Wytworzyły błony płodowe, jaja składały na lądzie, ulepszały i modyfikowały budowę ciała zasiedlając nowe strefy środowiskowe. W wyniku takiego charakteru procesów ewolucyjnych doszło do szybkiego różnicowania się gadów na wiele szczepów i już w erze mezozoicznej osiągnęły szczyt swego rozwoju. Część z nich dość wcześnie wymarła, niektóre przeżyły do dzisiejszych dni, inne dały początek

dwu najwyższym rozwiniętym gromadom kręgowców — ptakom i ssakom. Mezozoiczne gady najczęściej kojarzymy z olbrzymami, których masa ciała sięgała wielu dziesiątków ton i pod których nogami ziemia drżała w przenośni i dosłownie. Rzadziej natomiast myśli się o tych tajemniczych gadach latających określanych mianem pterozaurów (od słów greckich: *pteron* — skrzydło, *sauros* — jaszczurka). A trzeba przyznać, że właśnie pterozaurowi stanowią jedną z najbardziej fascynujących grup gadów, których początków

naależy szukać w okresie triasowym ery mezozoicznej, a może nawet u schyłku permu — dokładnie tego nie wiemy. Nie są nam też znane ogniwa pośrednie prowadzące od najstarszych gadów, do pierwszych pterozaurów. Gady latające szybowaly na mezozoicznym niebie przez okres ponad 100 milionów lat i tak jak w tajemniczy sposób się pojawiły, tak również w tajemniczy sposób znikły.

Dzisiaj już wiemy, że były największymi lotnikami wszechczasów, dorównując rozpiętością skrzydeł niektórym małym współczesnym samolotom. Zdolność do lotu wykształciły w sposób zupełnie wyjątkowy i sobie tylko właściwy, którego nie znajdziemy u późniejszych ptaków czy nietoperzy. Ich skrzydła były fałdami skórnymi tworzącymi błony lotne rozpięte między korpusem a czwartym palcem przednich kończyn. Pierwsze trzy palce ręki były krótkie, wykształcone normalnie, i opatrzone pazurami, co umożliwiało chwytanie gałęzi drzew. Palec piąty jako zbędny został zredukowany, natomiast palec czwarty — i tylko ten jeden — był wydłużony w sposób ekstremalny, niespotykany w takiej postaci u innych kręgowców. W powiązaniu z tym zjawiskiem, także niektóre inne elementy szkieletu były wykształcone w sposób swoisty, umożliwiający lot. Przede wszystkim chodzi tu o takie cechy jak obecność grzebienia na mostku jako miejsca przyczepu mięśni lotnych, zrosty kręgów niektórych odcinków kręgosłupa, pneumatyzacja niektórych kości, dzięki czemu szkielet był lekki i jeszcze kilka innych.

Historia ściśle naukowych badań latających gadów sięga schyłku XVIII stulecia i wiąże się z nazwiskiem C. Colliniego kuratora zbiorów przyrodniczych w Mannheim, który je zaliczył do płazów o bliżej nieokreślonej pozycji systematycznej. Później, inny badacz S. Soemmerring uważał je za ssaki bliskie nietoperzom, wreszcie, następny anatom J. Blumenbach dopatrywał się ich pokrewieństwa z wodnymi ptakami. Jednak pierwszym, który zaliczył pterozaurow do gadów był genialny paryski paleontolog i twórca anatomii porównawczej kręgowców — G. Cuvier.

Z upływem czasu mnożyły się znaleziska kopalnych szczątków pterozaurów spotykanych nie tylko w Europie ale również na terenach Ameryki Północnej i Azji. W latach siedemdziesiątych XIX wieku amerykańscy paleontolodzy znaleźli szczątki interesujących okazów na terenach stanu Kansas. Jednego z nich Othniel Charles Marsh nazwał *Pteranodon inges*. Gatunek ten różnił się od uzębionych gadów kontynentu europejskiego nie tylko brakiem zębów, ale przede wszystkim niezwykle wymiarami ciała. Podczas gdy większość dotąd poznanych pterozaurów miała wielkość gołębia czy kruka, to rozpiętość skrzydeł tego pteranodona sięgała 7 metrów, a czaszka miała 1,80 m długości, przy czym połowa tej długości przypadła na mieczowaty grzebień kostny sterczący daleko poza głowę, ku tyłowi ciała. Nic dziwnego, że okaz ten wzbudził sensację jako największa latająca istota wszechczasów. Szczątki drobnych form dotąd spotykanych w łupkach litograficznych w Bawarii (tych samych, w których znaleziono legendarnego już prapłata *Archaeopteryx*) nie mogły się z nim równać. Niewiele później w pokładach santonu (górną kreda), również w stanie Kansas, znaleziono

szczątki jeszcze większego pterozaura nazwanego *Pteranodon sternbergi*, o rozpiętości skrzydeł dochodzącej 9 metrów! Jego żuchwa miała długość 1,20 m! Dla porównania warto pamiętać, że u współczesnych ptaków największą rozpiętość skrzydeł obserwujemy u albatrosa, u którego sięga ona 360 cm.

Biomechaniczne i aerodynamiczne studia przeprowadzone na *Pteranodon ingens* wskazują, że ciężar tych olbrzymów wahał się w granicach 16-17 kg! Oznacza to, że na jeden metr kwadratowy powierzchni lotnej przypadało obciążenie mniejsze niż 3 kg, gdy u współczesnych ptaków jest ono dużo wyższe i przekracza 4-5, a nawet 6 kilogramów! Gady te były więc ultralekkie, przewyższające pod tym względem nawet współczesne szybowce. Przy lekkim wietrze łatwo mogły wystartować z klifu morskiego i równie łatwo lecieć płynnie lotem ślizgowym. Jakby tego jeszcze było mało, w roku 1971 Douglas A. Lawson w jednej z dolin rzecznych Teksasu, w pokładach najwyższej kredy (piętro maastricht), znalazł szczątki innego egzemplarza latających gadów, które profesor Wann Langston rozpoznał jako prawdziwego giganta wśród pterozaurów i oszacował rozpiętość jego skrzydeł na około 15,5 metra! Po bliższych i dokładniejszych badaniach różnych szczątków tego gatunku, skorygowano przypuszczalną rozpiętość skrzydeł zmniejszając ją do ok. 13 metrów. Tego giganta Lawson nazwał *Quetzalcoatlus* na cześć przedkolumbijskiego bóstwa Tolteków przedstawianego w postaci ozdobionego piórami węża, natomiast nazwę gatunkową wybrał na cześć konstruktora bezkadłubowych samolotów (wielkich „latających skrzydeł”) — Northropa. Tak więc aktualny rekord wielkości należy do *Quetzalcoatlus northropi* — tylko nie wiadomo, na jak długo. W świetle dotychczasowej historii znalezisk nie można wykluczyć odnalezienia jeszcze większych gadów latających. Wyniki obliczeń matematycznych bowiem wskazują, że takie możliwości istniały i w rozwoju ewolucyjnym tej grupy pterozaurów mogły być wykorzystane.

Pterozaurow — jak się powszechnie przyjmuje — żyły nad wodami, żywiąc się głównie rybami lub też innymi organizmami wodnymi, np. drobnymi skorupiakami, mięczakami, pierścienicami itp., które odcedzały przy pomocy gęsto obok siebie osadzonych zębów w dziobie. Klasycznym przykładem takiego latającego cedzaka może być *Pterodaustro guinazui* znaleziony w Argentynie w pokładach leżących na styku jury z kredą. W żuchwie tego gatunku tkwiły gęste szeregi długich, igiełkowatych zębów. Podobne zastosowania znane są również u innych gatunków.

Szczątki *Quetzalcoatlus northropi* nie znajdowały się jednak w osadach morskich lecz — co było zaskakującym faktem — w korycie meandrującej rzeki, w miejscu odległym ok. 400 km od morskiego brzegu. Stąd też przypuszczenie, że gad ten prowadził żywot zbliżony do dzisiejszych sępów i prawdopodobnie żywił się padliną — być może padłych dinozaurów. Guzy na kości ramieniowej w miejscach przyczepu mięśni skrzydłowych zdają się wskazywać, że należał do wytrawnych lotników i w poszukiwaniu padliny mógł odbywać dalekie loty.

Dotychczasowe znaleziska pozwoliły naukowo opisać ponad 100 gatunków, reprezentujących ok. 50 ro-



dzajów pterozaurów. Tę stosunkowo małą liczbę gatunków należy jednak wiązać z delikatnym szkieletem tych najlżejszych kręgowców, który tylko wyjątkowo mógł trafić na dobre warunki fosylizacji. Część specjalistów jednak utrzymuje, że liczba gatunków pterozaurów wcale nie ustępowała liczbie gatunków współczesnych ptaków (ok. 9000). Od czasu do czasu opisywane są nowe znaleziska, ale na szczególną uwagę zasługuje niedawno odkryty obszar północno-wschodniej Brazylii. Na rozległym płaskowyżu, na powierzchni kilku tysięcy kilometrów kwadratowych, tam gdzie dziś znajdują się uprawy trzciny cukrowej i plantacje bananów, wśród drzew mango i avocado, wykazano obecność morskich osadów z okresu jurajskiego i kredowego. Był to okres w którym powstawał Atlantyk. Dzisiejszy ocean był wówczas w okresie embrionalnym. Kontynentalne płyty Afryki i Ameryki Południowej dryfowały, odsuwając się od formującego się rowu oceanicznego, a podczas rozstępowania się kontynentów miały miejsce ruchy owych płyt nie tylko w płaszczyźnie horyzontalnej, ale również pionowej i to właśnie zjawisko — jak się przypuszcza — mogło sprzyjać powstawaniu przybrzeżnych basenów z wodą morską, basenów izolowanych, wysychających, ponownie zatapianych i wynoszonych nad powierzchnię morza. W taki to właśnie sposób populacje ryb morskich odciętych od łączności z wielkimi akwenami, stanowią przynętę dla pterozaurów, które w tych rejonach gromadziły się szczególnie licznie. Tam też znajdowano i nadal znajduje się wiele doskonale zachowanych ryb mezozoicznych, od wielkości śledzia do ponad metrowych wymiarów i — trzeba to podkreślić — zachowanych w sposób szczególny. Nie są to wyłącznie szkielety, ale wtórnie zmineralizowane modele ciał z płetwami, łuskami i niektórymi narządami wewnętrznymi, jak np. żołądki z zawartym w nich ostatnim pokarmem! Było to możliwe dzięki niezwykle rzadko sprzyjającym geochemicznym warunkom fosylizacji, w których pierwotna materia organiczna została podstawiona fosforanem wapnia. W tych izolowanych basenach są również licznie spotykane szczątki owadów, zwłaszcza chrząszczy, ważek, karaczanowatych, cykad, różnych muchówek i niektórych innych. Owady przypuszczalnie były napędzane wiatrem i przyklejały się do mułu, a dziś podziwiać można misternie użytkowane ich skrzydełka oraz niektóre inne szczególne morfologicznej budowy. Część zebranych materiałów trafiła już do pracowni paleozoologów, część jednak dostała się do rąk handlarzy i ludzi pragnących zbić na tych materiałach niezły interes. W każdym bądź razie można oczekiwać w bliskiej przyszłości wzbogacenia naszej wiedzy nie tylko o nieznane dotąd szczegóły budowy i życia pterozaurów ale również uzupełnienia wiadomości z zakresu paleontologii i paleoichtiologii.

Pozycja systematyczna pterozaurów od dawna budziła wśród zoologów liczne kontrowersje. Już w roku 1864 angielski przyrodnik Harry Govier Seeley — najlepszy znawca gadów w Anglii postulował aby latające gady wyodrębnić z gromady *Reptilia* i podnieść do rangi odrębnej gromady. Seeley wychodził bowiem z założenia, że zdolność do lotu wymagała dużego nakładu energii, dlatego też przypisywał im stałociepl-

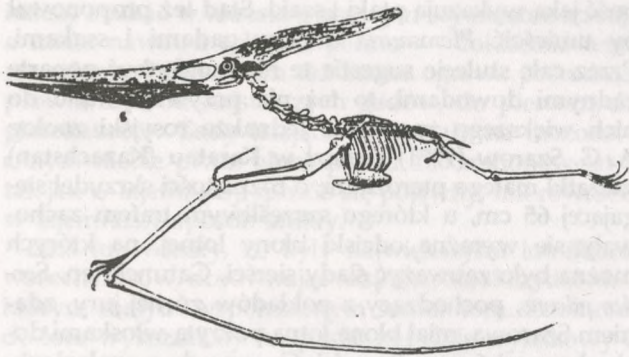
ność jaką wykazują ptaki i ssaki. Stąd też proponował by umieścić *Pterosauria* między gadami i ssakami. Przez całe stulecie sugestie te nie mogły być poparte żadnymi dowodami, to też nie przywiązywano do nich większego znaczenia. Jednakże rosyjski zoolog A. G. Szarow (1971) znalazł w Karatau (Kazachstan) szczątki małego pterozaura, o rozpiętości skrzydeł sięgającej 65 cm, u którego szczęśliwym trafem zachowały się wyraźne odciski błony lotnej, na których można było zauważyć ślady sierści. Gatunek ten, *Sordes pilosus*, pochodzący z pokładów górnej jury, zdaniem Szarowa, miał błonę lotną pokrytą włoskami dochodzącymi 6 mm długości. Co prawda o znalezieniu śladów odcisniętych włosków na błonach lotnych pojawiały się już wcześniej sporadyczne doniesienia w naukowych publikacjach, ale przyjmowano je, jak zwykle w takich wypadkach, z dużą rezerwą. Jak się później okazało ostrożność ta znalazła swoje uzasadnienie. W roku 1994 na łamach „Nature” (vol. 371) zdementowana została informacja dotycząca włosów na błonach lotnych *Sordes pilosus* przez D. Unwina i N. Bachurinę. Szczegółowe badania odcisniętego „owłosienia” wykazały, że chodzi tu o połamane fragmenty drobnych i gęsto rozmieszczonych pręcików, które wzmacniały błony lotne i układały się wzdłuż linii przypominających stosinę lotek u ptaków.

Nieco później, już po doniesieniu Szarowa, Wellnhofer (1975) wykazał obecność włosków u pewnych dobrze zachowanych okazów ramforynchów znalezionych w łupkach litograficznych z Solnhofen. Na odciskach błony lotnej znajdowało się ok. 20 nieregularnie rozmieszczonych włosków na powierzchni 1mm<sup>2</sup>. Miały one długość ok. 2-3 mm i średnicę ok. 0,05 mm. Wellnhofer informował również, że odniósł wrażenie jakoby włoski te były przedrażone cienkim, centralnym kanalikiem. Czyżby i w tym wypadku były to pręciki podobne do wykrytych u *Sordes pilosus*?

Obecność sierści na skórze i związana z nią stałocieplność pterozaurów nie powinna dziwić, ponieważ lot wymaga bardzo intensywnej przemiany materii, stąd już od dawna snuto domysły o istnieniu ochrony ciała przed utratą ciepła. Zdaniem Wellnhofera, uchodzącego za eksperta w zakresie znajomości pterozaurów, gdyby te latające gady nie wymarły przed ok. 70 milionami lat i przetrwały do dni dzisiejszych, to nie byłyby łączone z krokodylami, jaszczurkami czy żółtami w jednej gromadzie gadów, lecz jako owłosione, stałocieplne i prawdopodobnie inteligentne kręgowce byłyby wyodrębnione jako oddzielna gromada, podobnie jak ptaki i ssaki.

Aktualnie systematycy umieszczają pterozauiry wśród gadów jako jeden z rzędów gadów naczelných (*Archosauria*), podzielonych na dwa podrzędy:

1) Podrząd *Rhamphorhynchoidea* — ramforynchy, które występowały od górnego triasu (kajper) do górnej jury (malm). Ich kostne szczątki można łatwo rozpoznać po długim odcinku ogonowym, złożonym z ok. 30-40 kręgów, przeważnie zakończonym lotną błoną — żagielkiem (uropatagium). Zęby tkwiące w zębodołach były jedno- lub wielowierzchołkowe, z przodu większe, a w tylnej części zuchwy — mniejsze. Na głowie nie miały grzebienia kostnego jak pterodaktyle. Szyjny odcinek kręgosłupa był krótki, z żebrami, a jego dwa pierwsze kręgi (atlas i obrotnik)



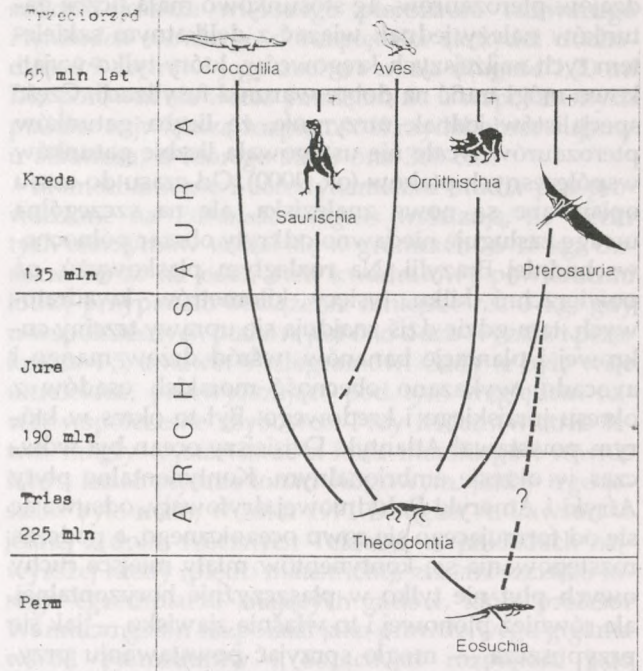
Ryc. 1. *Pteranodon ingenes* (Marsh), rekonstrukcja szkieletu znalezionej w pokładach górnej kredy (stan Kansas), rozpiętość skrzydeł sięgała 6,95 m wg Eatona (1910).

nie były z sobą zrośnięte. Kręgi odcinka piersiowego nie zrastały się z sobą i nie tworzyły notarium. Wśród ramforynych wyróżnia się cztery rodziny obejmujące ok. 40 gatunków.

2) Podrząd *Pterodactyloidea* — pterodaktyle, pojawiły się w górnej jurze (malm) i znikły pod koniec kredy (maastricht). W przeciwieństwie do ramforynych miały krótki odcinek ogonowy kręgosłupa. Ich czaszka była silnie wydłużona, a z tyłu, po stronie grzbietowej sterczał długi wyrostek kostny — grzebień, który prawdopodobnie pełnił rolę steru. Pterodaktyle były przeważnie bezzębne, a jeśli już zęby występowały, to były one małe i prawie równej wielkości (uzębienie izodontyczne). Szyjny odcinek kręgosłupa miały wydłużony, bez żeber. Kręgi odcinka piersiowego niektórych gatunków zrastały się w notarium, a odcinka lędźwiowokrzyżowego — w synsacrum. Atlas i obrotnik były wolne. Tylne kończyny pteranodonów miały cztery palce, gdy u ramforynych było ich pięć (ryc. 1). Do tego podrzędu należy dziewięć rodzin z ok. 70 gatunkami.

Przyjmuje się, że pterozaurowie są jednym z rzędów gadów naczelnych (*Archosauria*), obok krokodyli, tekodontów, dinozaurów ptasio- i gadziomiednicowych. Prawdopodobnie pochodzą od *Eosuchia* żyjących w permie, choć niektórzy doszukują się ich przodków wśród *Pseudosuchia* (jednego z podrzędów tekodontów), lub innych, bliżej nieznanymi tekodontów. Zdaniem Wilda, niektóre szczegóły budowy czaszki najstarszych pterozaurów zdają się przemawiać za przyjęciem hipotezy pochodzenia latających gadów od *Eosuchia* (ryc. 2).

Niewątpliwie ramforynchy stanowią podrząd ewolucyjnie starszy od pterodaktyli, które oddzieliły się



Ryc. 2. Jedna z koncepcji powiązań filogenetycznych różnych gadów naczelnych (*Archosauria*), wg P. Wellnhofera (1980).

od nich nie wiadomo kiedy i gdzie. Można przypuszczać, że proces ten miał miejsce w środkowej jurze (dogger), jak to sugeruje Wellnhofer. Materiały kopalne, jak dotąd wciąż jeszcze są zbyt fragmentaryczne by na ich podstawie zrekonstruować wiarygodny obraz filogenezy pterozaurów. Tajemnicze zniknięcie pterozaurów u schyłku kredy również pozostaje w sferze domysłów. Ich budowa z pewnością ustępowała konstrukcji ptaków, ale czy to wystarczyło do ich całkowitego wyginięcia? Tymczasem wiele starannie opakowanych płytek ze szczątkami skamieniałych pterozaurów przetransportowano już z brazylijskiego płaskowyżu do pracowni zainteresowanych nimi instytutów badawczych. Przebadanie tego ogromnego materiału wymagać będzie dużo czasu i wysiłku, stąd pozostaje cierpliwie czekać na rezultaty tych badań, a mogą one być interesujące. Wiele bowiem zagadnień dotyczących zwłaszcza biologii pterozaurów oraz ich filogenezy — jak dotąd — pozostaje bez odpowiedzi.

Wpłynęło 5 II 1996

Mgr inż. Małgorzata Błażejowicz-Zawadzka jest asystentem w Katedrze Zoologii, Akademii Techniczno-Rolniczej w Bydgoszczy

## SKUTKI ZDROWOTNE ZATRUCIA ŚRODOWISKA METALAMI CIĘŻKIMI

### II. MIEDŹ

Miedź występuje we wszystkich tkankach zwierzęcych, przy czym niektóre z nich odznaczają się szczególną tendencją do jej gromadzenia (np. wątroba).

Duże ilości miedzi, o najczęstszym zakresie 10-30 ppm, stwierdzono w mózgu. Najmniej miedzi wystę-

puje na ogół w mięśniach i kościach. W mleku kobiczym zawartość tego pierwiastka zmienia się w zależności od okresu laktacji oraz pożywienia i mieści się w przedziale wartości 0,15-1,35 mg/l. Także zawartość miedzi w niektórych twardych tkankach

człowieka (np. włosy, zęby) podlega dużemu różnicowaniu w zależności od warunków środowiska, pożywienia i zdrowia.

Miedź jest niezbędnym składnikiem pożywienia wszystkich zwierząt i człowieka, a pełne pokrycie zapotrzebowania na nią jest podstawowym warunkiem prawidłowego rozwoju i zdrowia. Zapotrzebowanie dorosłego człowieka wynosi 1,5-4 mg Cu/dzień i jest pokrywane w normalnej diecie, która dostarcza średnio ponad 3mg Cu/dzień. Zapotrzebowanie na miedź jest zwiększone u kobiet w ciąży, dzieci i osób starszych (ze względu na gorsze przyswajanie). Stopień przyswajania miedzi przez organizmy zwierzęce zależy od jej formy w pożywieniu i wynosi średnio dla człowieka 5-20% całkowitej dawki, np. miedź jest łatwo przyswajalna z mleka oraz młodych warzyw. Stopień jej wchłaniania zależy także od fizjologii organizmu, jego stanu zdrowotnego oraz od wielu interakcji z innymi pierwiastkami.

Jony Cu są absorbowane z pokarmu w żołądku lub w jelicie cienkim w postaci kompleksów z aminokwasami (histydyna) lub peptydami. Miedź transportowana jest przez albuminę lub transkupreinę surowicy do wątroby, gdzie wbudowywana jest do białek (ceruloplazmina, metalotioneina, dysmutaza nadtlenkowa). Ceruloplazmina transportuje miedź do tkanek, gdzie zachodzi biosynteza tzw. miedzioenzymów. Ceruloplazmina jest głównym białkiem enzymatycznym biorącym udział w metabolizmie i biologicznej funkcji miedzi. Zawiera 6-7 moli jonów miedzi na 1 mol białka. *In vivo* spełnia ona rolę antyoksydanta hamując peroksydację lipidów w błonach komórkowych. Podstawowa rola miedzi w organizmach zwierzęcych wiąże się z jej występowaniem w różnych enzymach biorących udział w procesach oksydacyjno-redukcyjnych. Jest aktywnym składnikiem hemocyjaniny oraz oksydazy cytochromowej zwierząt wyższych, a także działa stymulująco na ilość i czynność hemoglobiny. Miedź występująca w ceruloplazminie jest jedną z bardziej ruchliwych form tego pierwiastka w organizmach i reguluje metabolizm oraz transport żelaza. Bierze ona ponadto udział w procesach utwardzania kolagenu, keranizacji włosów (lub sierści) oraz syntezy melaniny. Wpływa na metabolizm lipidów (np. cholesterolu) i właściwości osłonki mielinowej włókien nerwowych (nadmiar Pb hamuje działanie miedzioenzymu aktywnego w tym procesie).

Niedobór miedzi zatem powoduje zaburzenia w wymienionych procesach, które objawiają się w różnych zespołach chorobowych, jak np.: anemie, ograniczenia wzrostu i płodności, zaburzenia systemu nerwowego, choroby układu krążenia.

W komórkach zwierzęcych miedź koncentruje się głównie w mitochondriach, jądrze, przy czym jej ilościowy udział w poszczególnych organellach komórkowych zależy od rodzaju tkanki. Dzięki zdolności do tworzenia połączeń z kwasami nukleinowymi może powodować trwałe zmiany ich struktury, a w na-

stępstwie i ich właściwości biochemiczne oraz genetyczne.

Miedź łatwo tworzy połączenia z różnymi białkami, zwłaszcza małowartościowymi oraz zawierającymi siarkę. Metalotionina jako białko bogate w grupy sulfhydrylowe wykazuje dużą pojemność w stosunku do miedzi i jest odpowiedzialna w znacznym stopniu za zwiększoną jej zawartość w wątrobie.

#### TOKSYCZNE DZIAŁANIE NADMIARU MIEDZI

Większość organizmów zwierzęcych wykazuje wysoką tolerancję na miedź. Jest ona szczególnie duża u niektórych zwierząt hodowlanych, z których najbardziej odporne są drób i trzoda chlewna, a najmniej owce. Długotrwałe spożywanie żywności lub wody o podwyższonej (choćby nietoksycznej) zawartości miedzi wiąże się z ryzykiem zatrucia chronicznego, na co są szczególnie narażone dzieci i niemowlęta. Nadmiar miedzi w diecie człowieka wywołuje różne zmiany metaboliczne. Jest toksyczny z powodu łatwego łączenia się jej z grupami tiolowymi -SH. Połączenia tych grup dezaktywują enzymy. Odległe skutki jej szkodliwości wiążą się przede wszystkim ze zmianami w wątrobie, a w następnej kolejności z uszkodzeniem nerek, tkanki mózgowej oraz naczyń wieńcowych i mięśnia sercowego. Miedź wykazuje większą toksyczność przy bezpośrednim działaniu na komórki, zwłaszcza w ich młodym stadium rozwojowym, co tłumaczy się zmianami w strukturze białek pod wpływem metalu.

Interakcje zachodzące pomiędzy miedzią a innymi pierwiastkami, mogą być przyczyną jej wtórnego deficytu lub toksyczności. Najczęściej występuje antagonizm Cu-Zn, którym tłumaczy się wiele objawów związanych z niedoborem miedzi. Względny wzrost zawartości cynku w wyniku zaburzenia w pobieraniu tych metali oraz zwiększonego wydalania miedzi wywołuje różne zaburzenia metaboliczne. Głównie zmiany psychiczne oraz niewłaściwą przemianę lipidów, prowadzącą do schorzeń naczyń wieńcowych.

U zwierząt obserwuje się najczęściej zaburzenia równowagi między Cu a Mo, co powiązane jest z dodatkowym oddziaływaniem siarki. Zwiększona zawartość molibdenu wyłącza z cyklu metabolicznego miedź, wywołując objawy jej deficytu. Antagonizm Cu-Mo potęgowany jest przez siarkę. Pod wpływem molibdenu wzrasta wiązanie miedzi w formie nieprzyswajalnych związków z siarką. Interakcje pomiędzy miedzią a kadmem mają charakter antagonistyczny i mogą mieć istotne znaczenie przy toksycznych stężeniach kadmu w organizmie. Synergizm występujący w układzie Cu-Fe ma korzystny wpływ na przebieg różnych procesów enzymatycznych, a szczególnie przy syntezie hemoglobiny. Rola wapnia w procesach wchłaniania miedzi przez organizm jest korzystna, pomimo że na ogół miedź jest łatwiej przyswajalna z pożywienia o odczynie kwaśnym.

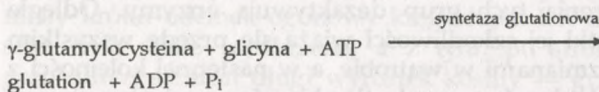
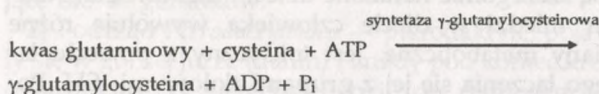
Irena Baranowska-Bosiacka

## FIZJOLOGIA I PATOLOGIA REAKTYWNYCH FORM TLENU

## XV. TRANSPORT GLUTATIONU I JEGO KONIUGATÓW

Skąd bierze się glutation w komórkach? Komórki albo pobierają go z zewnątrz, albo same syntetyzują. Dominuje ta druga droga, bowiem tylko niektóre komórki mają transporter pozwalający im na wylapywanie glutationu ze środowiska pozakomórkowego. Do większości komórek glutation nie wnika w postaci całej cząsteczki.

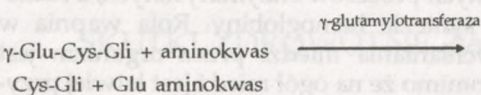
Glutation jest krótkim peptydem i jest syntetyzowany bez bezpośredniego udziału DNA. Wystarczą dwa enzymy. Pierwszy z nich (syntetaza  $\gamma$ -glutamylcysteinowa) tworzy dipeptyd, a drugi (syntetaza glutationowa) dobudowuje do niego glicynę. Jak widzimy z równań, oba etapy syntezy wymagają nakładu energii dostarczanej przez ATP:



(Zgodnie z ogólnie przyjętą w biochemii konwencją,  $\text{P}_i$  oznacza w tych równaniach fosforan nieorganiczny, powstający z rozkładu ATP).

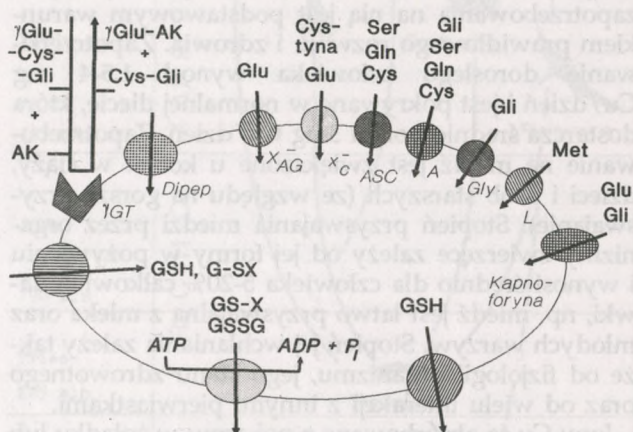
Aktywność syntetazy  $\gamma$ -glutamylcysteinowej jest allosterycznie hamowana przez glutation; dzięki temu mechanizmowi sprzężenia zwrotnego nie powstaje zbyt dużo glutationu ani też nie nagromadza się produkt pośredni biosyntezy. Ekspozycja komórek na działanie reaktywnych form tlenu często powoduje indukcję syntetazy  $\gamma$ -glutamylcysteinowej, co umożliwia podniesienie stężenia glutationu w potrzebujących większych jego stężeń komórkach. Efektywność biosyntezy zależy także od dostępności aminokwasów, dostarczanych do komórek przez odpowiednie transportery. Limitującym aminokwasem jest zwykle cysteina (lub cystyna, która wewnątrz komórek jest redukowana do cysteiny). Nic więc dziwnego, że jednym z efektów narażenia komórek niektórych typów na działanie czynników utleniających („stresu oksydacyjnego”) jest również indukcja transportera cystyny.

Wiele komórek pobiera glutation ze środowiska, ale w specyficzny sposób: nie jako całą cząsteczkę, lecz po jej częściowym rozłożeniu. Na powierzchni tych komórek znajduje się enzym  $\gamma$ -glutamylotransferaza. Ten enzym „umie” poradzić sobie z wiązaniem izopeptydowym glutationu i odszczepia z jego cząsteczki resztę kwasu glutaminowego dołączając ją do innego aminokwasu (najchętniej cystyny):



Oba powstające dipeptydy są następnie transportowane do komórki przez transportery dipeptydów i służą do odbudowy glutationu (ryc. 1).

W organizmie niektóre narządy są wypadkowymi producentami glutationu, inne natomiast jego wypadkowymi konsumentami. Do tych pierwszych należy wątroba; hepatocyty uwalniają glutation do osocza

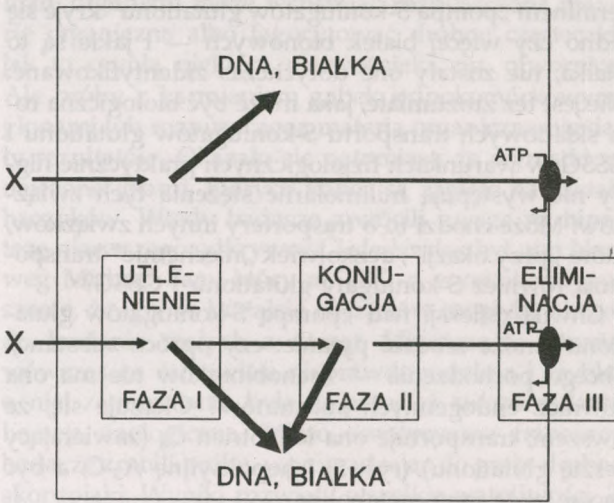


Ryc. 1. Transport prekursorów glutationu, glutationu i pochodnych glutationu do komórki i na zewnątrz komórki. Przedstawiono została komórka mająca wszystkie możliwe transportery; w rzeczywistości komórki dysponują zwykle tylko częścią z nich. Komórka pobiera aminokwasy niezbędne do syntezy glutationu dzięki transporterom o różnej specyficzności względem aminokwasów. Niektóre aminokwasy mogą być pobierane poprzez transporter anionowy (kapnoforynę).  $\gamma$ -Glutamylotransferaza ( $\gamma$ -GT) umożliwia rozkład zewnątrzkomórkowego glutationu, a transportery dipeptydów (Dipep) wchłanianie powstałych produktów. Niektóre komórki posiadają transporter glutationu ułatwiający eksport lub pobieranie całej cząsteczki glutationu. Utleniony glutation i S-koniugaty glutationu (G-SX) są aktywnie transportowane na zewnątrz komórek. AK – aminokwas.

krwi (decyduje o tym obecność odpowiedniego transportera w ich błonie). Komórki innych narządów wylapują glutation ze środowiska, dzięki obecności  $\gamma$ -glutamylotransferazy na swej powierzchni. Jeszcze inne zadowolają się pobieraniem prekursorowych aminokwasów do pełnej biosyntezy glutationu we własnym zakresie.

Nasuwa się pytanie, dlaczego wyselekcjonowany został tak okrzętny i — na pierwszy rzut oka — dziwny mechanizm zaopatrywania komórek w glutation. Być może dlatego, że umożliwia on utrzymanie dużej różnicy stężeń glutationu między wnętrzem komórki a płynem pozakomórkowym. Przypomnijmy, że typowe cytoplazmatyczne stężenie glutationu to 1-10 mmol/l, podczas gdy stężenie tego związku w osoczu krwi wynosi jedynie 10-20  $\mu\text{mol/l}$  czyli jest 100-1000 razy niższe. Transporter działający na zasadzie ułatwiania dyfuzji miałby zapewne tendencję do uwalniania glutationu z komórek. Kontynuacja teleonomicznych rozważań nasuwa pytanie, czy prostszym rozwiązaniem nie byłoby wykształcenie aktywnego transportera — „pompy” zasysającej glutation z otoczenia kosztem energii ATP? Być może; stało się jednak tak, że tego typu pompa (czy pompy) istnieją w komórkach, tyle tylko, że działają w przeciwnym kierunku, wyrzucając z komórek pochodne glutationu.

Doszliśmy już do wniosku, że wysokie stężenie disulfidu glutationu (GSSG) jest niekorzystne dla komórki (Wszechświat 1996). Okazuje się, że komórki usuwają GSSG na zewnątrz na zasadzie aktywnego transportu. Jest to, obok redukcji przez układ redu-



Ryc. 2. Trzy fazy detoksykacji niebezpiecznych dla komórki substancji: wstępna modyfikacja (faza I) umożliwiająca sprzężenie z glutationem, kwasem glukuronowym, siarkowym lub innym podstawnikiem (faza II) i usunięcie powstałego koniugatu na zewnątrz komórki (faza III). Detoksykacja niektórych substancji sprowadza się do fazy III – usunięcia z komórki bez żadnych modyfikacji. X – ksenobiotyk.

ktązy glutationowej, drugi sposób usunięcia nadmiaru utlenionego glutationu. Na tej zasadzie aktywnie eksportowane są również S-koniugaty glutationu.

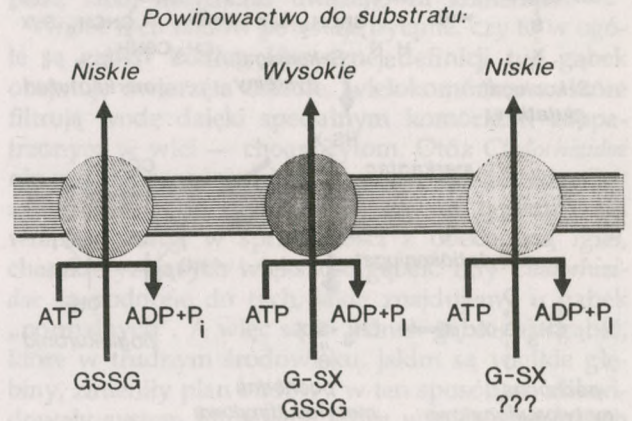
Będąc w Australia National University w Canberze spytałem Philipa Boarda, który pierwszy wykrył aktywny transport S-koniugatów glutationu w krwince czerwonej, jak wpadł na trop tego procesu. „Badałem reakcję transferazy S-glutationowej” odpowiedział Phil Board „i zacząłem się zastanawiać, co dzieje się z S-koniugatami glutationu, powstającymi w wyniku reakcji transferazy, wewnątrz krwinki. Erytrocyt nie może ich dalej metabolizować; gromadzenie tych związków w komórce nie miałyby żadnego biologicznego sensu. Zacząłem podejrzewać, że muszą być usuwane z komórki drogą transportu”. Okazało się, że rzeczywiście tak jest. Związki te są aktywnie eksportowane z krwinki czerwonej i innych komórek ssaków.

Usuwanie GSSG i S-koniugatów glutationu musi być dla komórki ważne, skoro odbywa się na zasadzie aktywnego transportu, to znaczy kosztem hydrolyzy ATP. Na podobnej zasadzie aktywnego eksportu usuwanych jest wiele innych związków, których obecność w komórce jest niebezpieczna. Transport niepożądanych substancji na zewnątrz komórek określa nianem III fazy detoksykacji (ryc. 2).

Rośliny wyższe przyjęły inną strategię detoksykacji: zamiast usuwać niepożądane związki na zewnątrz



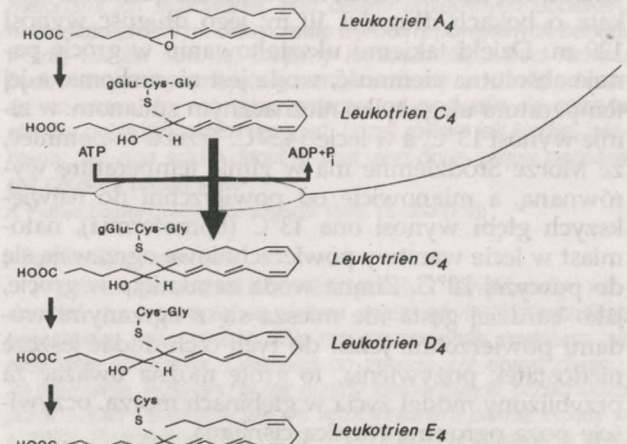
Ryc. 3. Różne strategie usuwania S-koniugatów glutationu (G-SX): komórki zwierzęce transportują je na zewnątrz, rośliny wyższe do wakuoli, a drożdże na zewnątrz i do wakuoli.



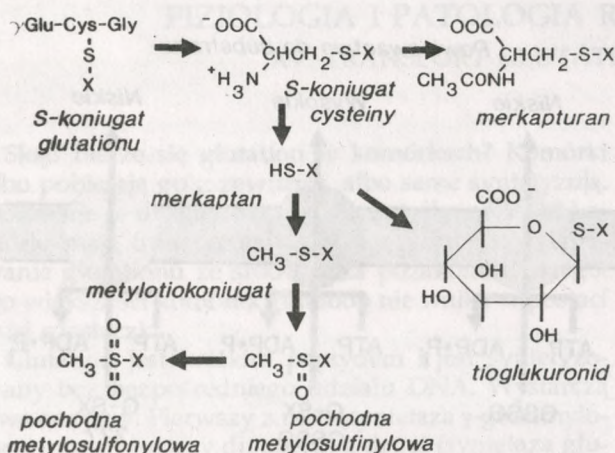
Ryc. 4. Najbardziej prawdopodobny obecnie model transportu GSSG i S-koniugatów glutationu przez błonę krwinki czerwonej: jeden wspólny transporter o wysokim powinowactwie do przenoszonych substancji odpowiada za aktywny transport S-koniugatów glutationu i GSSG; oprócz niego występują dwa oddzielne transportery, jeden dla GSSG, drugi dla S-koniugatów glutationu, o niskich powinowactwach do substancji, które transportują.

komórki, transportują je do wewnątrz — do wakuoli. Mechanizm transportu S-koniugatów glutationu do wakuoli komórek roślinnych jest jednak bardzo podobny, jeśli nie identyczny z tym, który usuwa S-koniugaty glutationu i GSSG na zewnątrz komórek zwierząt. Jednokomórkowe drożdże transportują S-koniugaty glutationu zarówno do wakuoli, jak i na zewnątrz komórek (ryc. 3).

Dalsze badania wykazały, że można wyróżnić dwie składowe kinetyczne transportu S-koniugatów glutationu przez błonę krwinki czerwonej, jedną o wysokim i drugą o niskim powinowactwie do tych związków. Pierwsza osiąga połowę maksymalnej szybkości transportu przy stężeniach większości koniugatów rzędu kilku  $\mu\text{mol/l}$ , druga przy stężeniach około 1 mmol/l. Podobnie jest z transportem GSSG, w badaniach którego również wyróżniono dwie składowe; składowa o niskim powinowactwie osiąga połowę szybkości maksymalnej przy bardzo wysokim stężeniu GSSG (5-7 mmol/l). Składowa transportu S-koniugatów glutationu o wysokim powinowactwie odpowiada składowej transportu GSSG o wysokim po-



Ryc. 5. Leukotrien C<sub>4</sub> powstający wewnątrzkomórkowo jest aktywnie transportowany przez „pompę S-koniugatów glutationu” na zewnątrz wytwarzających go komórek i w przestrzeni międzykomórkowej przekształcany w leukotrieny D<sub>4</sub> i E<sub>4</sub>.



Ryc. 6. Przemiany metaboliczne S-koniugatów glutationu. X – reszta ksenobiotyku.

winowactwie, natomiast składowe transportu S-koniugatów glutationu i GSSG o niskich powinowactwach wydają się być niezależne od siebie. Trudno w tej chwili definitywnie powiedzieć, czy mamy do czynienia z istnieniem kilku podobnych transporterów, tak jak to sugeruje ryc. 4, czy też z jednym transporterem działającym na kilka sposobów, być może mającym kilka miejsc wiążących i przenoszących substraty. Nie jest więc jasne, czy pod stosowanym często

terminem „pompa S-koniugatów glutationu” kryje się jedno czy więcej białek błonowych — i jakie są to białka; nie zostały one dotychczas zidentyfikowane. Nie jest też zrozumiałe, jaka może być biologiczna rola składowych transportu S-koniugatów glutationu i GSSG; w warunkach fizjologicznych praktycznie nigdy nie występują milimolarne stężenia tych związków! Może chodzi tu o transportery innych związków, które „przy okazji”, aczkolwiek „niechętnie” transportują również S-koniugaty glutationu i GSSG?

Chwila refleksji nad „pompą S-koniugatów glutationu” może zrodzić pytanie: czy oprócz substancji obcego pochodzenia — ksenobiotyków nie ma ona również endogennych substratów? Okazuje się, że owszem; transportuje ona leukotrien C<sub>4</sub> (zawierający resztę glutationu) (ryc. 5) i hepoksylinę A<sub>3</sub>-C, a być może także inne metabolity.

Co dzieje się z S-koniugatami glutationu wyrzuconymi z komórek? W przestrzeni pozakomórkowej i w komórkach różnych tkanek (zwłaszcza w nerkach) są degradowane i dalej metabolizowane. Zazwyczaj ten proces jest zapoczątkowany przez γ-glutamylotransferazę, która działa również na S-koniugaty glutationu i GSSG. W wyniku tych przemian powstaje szereg związków, które są ostatecznie wydalane z organizmu (ryc. 6).

Grzegorz Bartosz

## DROBIAZGI

### Drapieżna gąbka

W 1992 r. trójka francuskich badaczy z Ośrodka Oceanograficznego w Marsylii odkryła w pobliżu La Ciotat podmorską grootę o głębokości 20 m, która okazała się niezwykle interesująca. Łączy się ona z morzem tylko poziomym wąskim kanałem, którego wejście znajduje się na głębokości około 15 m pod powierzchnią morza. Kanał ma na przekroju kształt trójkąta o bokach długości 10 m; jego długość wynosi 120 m. Dzięki takiemu ukształtowaniu w grocie panuje absolutna ciemność, woda jest nieruchoma, a jej temperatura ulega tylko nieznacznym zmianom: w zimie wynosi 13°C, a w lecie 14,5°C. Trzeba wspomnieć, że Morze Śródziemne ma w zimie temperaturę wyrównaną, a mianowicie od powierzchni do największych głębi wynosi ona 13°C (homotermia), natomiast w lecie warstwy powierzchniowe ogrzewają się do powyżej 20°C. Zimna woda zamknięta w grocie, jako bardziej gęsta nie miesza się z ogrzаныmi wodami powierzchni. Jeżeli do tych cech dodać jeszcze niedostatek pożywienia, to grootę można uważać za przybliżony model życia w głębinach morza, oczywiście poza ogromną różnicą ciśnienia.

Grotę uznano więc za dobry model naśladowy warunki w wielkich głębinach, a równocześnie bezpośrednio dostępny i w 1994 r. wznowiono badania. Od razu na początku znaleziono nowy gatunek gąbki, który w trakcie szczegółowych badań okazał się praw-

dziwą rewelacją: nie przypomina on zupełnie gąbek toaletowych: ciało, osadzone na długim, cienkim styluku ma zaledwie 20 milimetrów wysokości i wyposażone jest w około 50 długich wyrostków, które sprawiają, że przypomina raczej stulbiopławy. Stwierdzono, że odkryta gąbka należy do rodziny *Cladorhizidae*, której przedstawiciele żyją w wielkich głębinach oceanu, co uniemożliwiało dotąd poznanie ich biologii. Odkrycie populacji tej gąbki w przybrzeżnej grocie jest więc dla biologów kapitalną szansą, tym bardziej, że rodzaj *Azbestopluma*, do którego należy nowy gatunek, bije rekordy głębokości: jeden z jego przedstawicieli żyje w Pacyfiku na głębokości 8840 m.

Dalsze sensacje przyniosło badanie histologiczne gąbki. Okazało się, że gąbka z groty nie ma w ogóle systemu kanałów przewodzących wodę, który jest charakterystyczną cechą całego typu. Brak zarówno otworów wpustowych i wyrzutowych, jak kanałów i choanocytów. Badacze, którzy oglądali *Cladorhizidae* wyciągnięte z wielkich głębin, zauważyli brak tych struktur, ale przypuszczali, że uległy one zniszczeniu przy transporcie na powierzchnię. Natomiast jeśli chodzi o gąbkę z groty, to takie tłumaczenie oczywiście odpada. Nie ma wątpliwości, że system wodny u tej rodziny nie istnieje, a więc zwierzęta te nie mogą filtrować. Powstaje zatem pytanie, w jaki sposób się odżywiają?

Początkowo przypuszczano, że dzięki wyrostkom, które wydatnie zwiększają powierzchnię ciała, taki

mały organizm może wchłaniać rozpuszczoną materię organiczną albo fagocytować drobne cząsteczki, jak to czynią niektóre pierwotniaki, np. otwornice. Ale próby z karmieniem gąbek jednokomórkowymi glonami lub rozpuszczoną materią organiczną nie dały rezultatów. Okazało się natomiast, że wyrostki są najeżone igłami, których końce są zagięte na kształt haczyków. Wtedy badacze zwrócili uwagę na hipotezę pierwszego odkrywcy *Cladorhizidae*: był nim Norweg Michael Sars, który w 1872 r. wyraził przypuszczenie, że igły w kształcie haczyków mogłyby służyć do łowienia małych zwierząt. Hipotezę tę uznano wówczas za całkowicie nieprawdopodobną i szybko o niej zapomniano; była to przecież swego rodzaju herezja zoologiczna. Mimo sceptycyzmu francuscy badacze zrobili próbę, wprowadzając do grotu drobne skorupiaki. Wyniki rozwiały wszelkie wątpliwości. Z chwilą, kiedy skorupiak otarł się o wyrostek gąbki, jego odnóża zaplątały się w haczykowate igły jak w sidła. Zdobył żyła kilka godzin, co dowodzi, że gąbka nie wydziela żadnych substancji toksycznych, tylko wchłania skorupiaaka dzięki przesuwaniu się komórek powierzchni ciała. Trawienie trwa kilka dni, po czym gąbka odbudowuje swoje wyrostki.

Gąbka z grotu jest więc organizmem mięsożernym, doskonale przystosowanym do biernego łowienia drobnych zwierząt mających cieniutkie odnóża. Obserwacja okazów zebranych w grotcie wykazała, że prócz drobnych skorupiaków w skład pożywienia gąbki wchodzi również małe wieloszczety. Według wszelkiego prawdopodobieństwa tak samo odżywiają się gąbki z rodziny *Cladorhizidae* żyjące w głębinach; mają one taką samą budo-

wę, a na ich wyrostkach często obserwuje się skorupiaki, które dotychczas uważano za komensale.

Wobec tych faktów powstaje pytanie, czy to w ogóle są gąbki? Podług klasycznej definicji typ gąbek obejmuje zwierzęta osiadłe, wielokomórkowe, które filtrują wodę dzięki specjalnym komórkom zaopatrzonym w wici — choanocytom. Otóż *Cladorhizidae* nie mają tej zasadniczej cechy w swojej budowie. Czy zatem mamy do czynienia z nowym typem? Taki wniosek stałby w sprzeczności z obecnością igieł, charakteryzujących większość gąbek. Igły *Cladorhizidae* są podobne do tych, jakie znajdujemy u gąbek „normalnych”. A więc są to jednak gąbki, ale gąbki, które w trudnym środowisku, jakim są wielkie głębiny, zmieniły plan budowy w ten sposób, że zlikwidowały system filtracyjny, który w tych warunkach był mało wydajny i przeszły na drapieżnictwo.

To odkrycie zmusza nas do zmiany poglądów na miejsce, jakie zajmują gąbki w łańcuchu pokarmowym wielkich głębin. Przechodząc na drapieżny tryb życia *Cladorhizidae* całkowicie zmieniły strategię i zamiast na początku łańcucha troficznego znalazły się na jego końcu. Nikt dotąd nie przypuszczał, że gąbki, te najprostsze bezkręgowce, uważane za bardzo prymitywne (ze względu na podobieństwo ich komórek do *Choanoflagellata*), mają tak duże możliwości ewolucyjne i adaptacyjne. Postawiły one przed systematykami nowy problem: czy dla rodziny *Cladorhizidae* należy utworzyć nowy typ, czy zachowując je w dawnym typie zmodyfikować jego definicję i wyodrębnić je jako jednostkę równorzędną z „normalnymi gąbkami”

Wg *La Recherche* 1993 i 1995

Anna Czapiak

## WSZECHŚWIAT PRZED 100 LATY

### Konieczność filozofii nauki

Filozofowie czystej wody, t.zw. filozofowie profesjonalni czynią dość często poważny zarzut badaczom naukowym ostatniej doby, zwłaszcza też przyrodnikom, że, zatopieni w gromadzeniu faktów i sprawdzaniu spostrzeżeń, całkowicie zaniedbują kwestie ogólnometodologiczne i zatracają z oczu szerszą podstawę filozoficzną. Zarzut ten, w części tylko słuszny, znajduje usprawiedliwienie w tym, że istotnie, pomimo najskrętniejszego trudu i olbrzymiego nakładu pracy, we wszystkich niemal gałęziach wiedzy jest jeszcze zawsze nagromadzonego materiału faktycznego zamalało i dlatego tak często badacze żałują każdej chwili cennego czasu na rozległe uogólnienia, zanim zdążą zebrać należycie potrzebne do budowy naukowej cegiełki. Zresztą, kto bacznie śledzi ruch literacko-naukowy, dostrzeże łatwo, że pod względem ogólnopoznawczym nie wygląda on wcale tak smutnie, jak to głoszą niekiedy bezwzględni wielbiciele *temporis peracti*, kiedy to olbrzymie wielotomowe dzieła filozoficzne ukazywały się wciąż jedno za drugim w nieprzerwanej kolei. Dość zajrzeć np. do współczesnego wydawnictwa „Bibliothèque philosophique contemporaine” ażeby znaleźć dowody, że wielkie zagadnienia ogólnej filozofii nauk, logiki i metodyki badania i rozumowania umiejętnego bynajmniej nie leżą w naszych czasach odłogiem, choć z natury rzeczy w odmiennej niż dawniej przedstawiają się postaci. Przyjemnie też wspomnieć, że i w naszej, dość przecie skądinąd

ubogiej literaturze naukowej nie brak ostatniemi czasy dzieł i rozpraw w wyżej wspomnianym kierunku. Nie zaginęło więc bynajmniej uznanie doniosłości i potrzeby uogólnień naukowych, zastanawiania się nad drogami i narzędziami myślenia, nad metodami ich stosowania, nad celami umiejętnych dociekań, nad ostatecznymi na daną chwilę wynikami pomysłnych badań. I dziś, tak jak dawniej, czujemy konieczność, wśród nawalu budowlanej pracy umiejętnej, zatrzymania się na chwilę od czasu do czasu, by cały plan gmachu od podwalin do szczytu choćby pobieżnie okiem ogarnąć. I dziś, równie jak kiedyś, wierzymy, że „non solum decet et licet, sed opus, atque necesse est causam rerum scire”.

A. Fabian *Logika chemii* Wszechświat 1896, 15: 353 (7 VI)

### Promienie grzybowe

W piśmie „*Gardener's Chronicle*” p. W. G. Smith podaje wiadomość, że promienie, wywołane przez grzyby fosforyzujące przechodzą przez pewne ciała nieprzezroczyste, podobnie jak promienie Röntgena. Dostrzegł on zresztą już dosyć dawno, że promienie, wysyłane przez grzyby fosforyzujące, przechodzą przez papier i szczegół ten we wspomnianym piśmie ogłosił w r. 1873. Poprzednio jeszcze, w r. 1872, znany mikolog p. Berkeley przytoczył, że mógł widzieć fosforescencją grzybów wskroś pięciu nałożonych kartek zwykłego papieru. Promienie te wyróżniają się od promieni Röntgena swoją widzialnością, nie wiemy zaś czy, podobnie jak te ostatnie, mają własność

działania na płytę fotograficzną. W każdym razie wiadomość ta wymaga dokładniejszego potwierdzenia.

T.R. (S. Kramsztyk) *Własności promieni grzybów fosforyzujących* Wszechświat 1896, 15: 365 (7 VI)

### Zagadka geologiczna

Od kilkudziesięciu już lat wyrzucane są przez fale przyprywy na wybrzeża morza Północnego, od Holandii aż do Norwegii środkowej, osobliwe bryły żuźlowe, których pochodzenie zgola było nieznane. Najobficiej napotyka się na wyspach, które długi pasem ciągną się wzdłuż brzegów holenderskich, fryzjskich i szlezwickich, liczne są jeszcze na półwyspie Jutlandzkim i na wybrzeżach Kategatu, w okolicach zaś bardziej północnych stają się rzadsze. Żuźle te są różnych odcieni barwnych, od barwy ciemno-szarawej aż do jasno-brunatnej, przejęte zaś mnóstwem pustych wydrzeń kulistych, wskutek czego unosić się mogą na powierzchni morza, a prądy morskie i burze daleko je roznoszą. Geologowie w ogólności uważali je za twory wulkaniczne, ale nie mogli dojść, z jakiego mianowicie ogniska wulkanicznego początek swój biorą. Sądziłi niektórzy, że przybywają z wulkanów islandzkich, ale lawy islandzkie okazują budowę zupełnie odmienną; trudniej jeszcze było wyprowadzić je z wulkanów antylskich, na atlantyckich bowiem wybrzeżach Europy i Ameryki północnej podobne żuźle wcale są nieznane. Za bomby nadto wulkaniczne niepodobna ich uważać dla samej ich wielkości, przytrafiają się bowiem często bryły dochodzące długości 1 m. Wobec takich trudności profesor lipski Felix, na podstawie badań mikroskopowych wyraził mniemanie, że mamy tu do czynienia z produktem sztucznym, pochodzenia jego wszakże wskazać nie zdołał. W ostatnich latach przedmiotem tym zajęli się współcześnie dwaj geologowie, prof. Wichmann w Utrechcie i d-r Baeckström w Sztokholmie, których poszukiwania doprowadziły do zgodnych rezultatów. Okazało się mianowicie, że pływające te żuźle pochodzą z pieców wielkich, znajdujących się w Middlebro w Anglii. Żuźle, pochodzące z tych pieców, opalanych koksem, ładują się już na okręty i w odległości kilku mil od brzegu wyrzucają w morze. Przeważna ich część pada na dno, bryły jednak, w których przy krzepnięciu wytworzyły się puste pęcherze, utrzymują się na powierzchni morza, dopóki nie zostaną wyrzucone w któremkolwiek miejscu wybrzeża. Tem się tłumaczy, że dawniejsze zbiory geologiczne żadnych okazów żuźli takich nie posiadają, zaczęto je bowiem z Middlebro wywozić na morze dopiero około r. 1840.

T.R. (S. Kramsztyk) *Osobliwe żuźle na wybrzeżach północnych Europy* Wszechświat 1896, 15: 367 (7 VI)

### Niemila przygoda dzikich gęsi

Dnia 10 marca, między godziną 10 a 11 rano, gęsi dzikie, uporządkowane w trójkąt w ilości około dwu setek, przesuwały się ku północy w znacznej wysokości ponad wioską La Réorethe w Wandei. W tymże czasie w kierunku wręcz przeciwnym biegła czarna chmura, chociaż przy powierzchni wiatru wcale nie było. W chwili, gdy gęsi napotkały chmurę, zostały nagle rozproszone; widziano jak rozbiegły się na wszystkie strony horyzontu drobnymi grupami, po cztery lub pięć, wydając krzyki rozpaczliwe. Chmura sunęła dalej, a ptaki odepchnięte zostały o 4 km wstecz. Po upływie dopiero trzech kwadransów zdołały się zebrać i uporządkować, co nastąpiło w tem samym mniej więcej miejscu, gdzie zaszło spotkanie z chmurą. Zdarzenie to daje się wytłumaczyć naelektryzowanym stanem chmury, która, choć nie wylewała deszczu, miała cechy chmury burzliwej; przy zetknięciu z nią ptaki doznać mogły wstrząśnienia, które wywołało ich popłoch i rozproszenie. Rzecz osobliwa wszakże, że ptaki, do wędrówek nawykłe, nie zostały przez instynkt ostrzeżone o grożącym niebezpieczeństwie i z drogi swej nieco nie zбочyły.

T.R. (S. Kramsztyk) *Wędrówka ptaków* Wszechświat 1896, 15: XXIII (7 VI)

### Ratować słońce!

W ciągu roku 1895 sprzedano ogółem 11 650 ton kości słoniowej afrykańskiej na targach Londynu, Antwerpii i Liverpolu, oprócz 1 570 ton, pochodzących z zapasu roku poprzedniego. Z Sudanu przybyło 1 140 ton, należących po większej części do zbioru nagromadzonego przez Emına Paszę. Afryka wschodnia niemiecka i Mozambik dostarczyły mniej niż zwykle,

1 830 ton. Ziemia Przylądkowa nic prawie nie nadesłała. Państwo Kongo dało 6 680 ton, Niger i Benue 688 ton, Gabon i Kamerun 727 ton. Cała ta ilość kości słoniowej wymagała zagłady przeszło 40 000 słońi, a że ogólna ilość tych zwierząt w Afryce, według prawdopodobnej oceny, wynosi około 200 000, łatwo więc przewidywać można rychłe ich wytopienie w tej części świata. Państwa europejskie, które afrykę rozszarpały między siebie, winny szybko obmyśleć środki ochronne.

T.R. (S. Kramsztyk) *Kość słoniowa* Wszechświat 1896, 15: 384 (14 VI)

### Dalekie strzały

Próby, dokonane w Meppen z wielką armatą Kruppa o kalibrze 0,24 m, wykazały, że wyrzuceno z niej przy nachyleniu 45° pocisk, ważący 250 kg, wzniósł się w najwyższym punkcie swej drogi do 6 440 m, a zatem o 1 700 m ponad szczyt najwyższej góry europejskiej Montblanc; długość zaś całej drogi, która, jak wiadomo, przy kierunku rzutu 45° jest najznaczniejsza, wynosiła 20 km

T.R. (S. Kramsztyk) *Doniosłość strzału olbrzymich dział* Wszechświat 1896, 15: 384 (14 VI)

### Kolorowe morza

Właściwa barwa czystej wody jest błękit, rozpuszczone w niej wszakże lub rozdzielone substancje nadają jej odcień żółty, zielony, czerwony lub brunatny. Wypływające zaś stąd ostatecznie zabarwienie wody morskiej jest, jak mówią matematycy, funkcją różnych zmiennych, jakimi są: 1) Głębokość wody. 2) Barwa dna. 3) Natężenie błękitu nieba. 4) wzniesienie słońca nad poziom. 5) Temperatura i zawartość soli, które zmieniają spójność załamania wody. 6) Ruch powierzchni i kierunek biegu fal względnie do obserwatora. 7) Natura, wielkość i ilość ciał mineralnych lub roślinnych, w wodzie zawieszonych, jak np. wodorostów. 8) Obecność zwierząt mikroskopowych i ich ruchy, które po części zależą od temperatury i stanu pogody.—Wszystko to zatem prowadzi do równania bardzo zawilego. Różne morza otrzymały nazwy od panującego w nich zabarwienia. Morze Żółte zawdzięcza swą nazwę zabarwieniu mułu, znoszonego przez Hoang-Ho; morze Zielone, t.j. zatoka Perska, drobnym zwierzątkom; prąd Czarny, Kuro-Siwo japończyków, wyróżnia się nasyconym swym błękitem od barwy morza Żółtego. Morze Białe ma nazwę swą od mas śnieżnych i lodowych, które je przez pewną część roku pokrywają; morze Czerwone zabarwione jest ławicami koralowymi, jakoteż obficie tam rozrastającym się wodorostom *Trichodesmium*, morze Czarne nazwane jest od chmur i burz, które powierzchnię jego często zaciemniają. Tak zwane morze Mleczne, dostrzegane często na oceanie Indyjskim, gdy powierzchnia jego w nocy podobna jest do rozległego pola śnieżnego, jest tylko pewną odmianą świecenia morza, które sprządza *Bacillus phosphorescens*.

T.R. (S. Kramsztyk) *O zabarwieniach morza* Wszechświat 1896, 15: 397 (21 VI)

### Bomba uranowa?

Czysty uran, otrzymany przez Moissana w piecu elektrycznym, wydaje za uderzeniem nader jasne i duże iskry. Temperatura iskierek tych jest daleko wyższa, niż iskierek, które wydaje stal. Posiadają one własność zapalania gazu, a nawet waty suchej, niezwiązanej płynami palnymi. Wobec tych własności uran może znaleźć zastosowanie w technice środków wybuchowych.

L. Br. (Bruner) *Temperatura iskierek uranowych* Wszechświat 1896, 15: 382 (14 VI)

### Ojciec żabiej rodziny

W Europie zachodniej żyje niewielka żaba, *Alytes obstetricans*, po polsku zwana pętówką babienicą, dorastająca 4 do 5½ cm długości, a zalecająca się osobliwymi zwyczajami. W ciągu miesięcy od marca aż do sierpnia słyszeć się daje, wieczorem, melodyjny głos samców, obejmujący jeden tylko ton, którym wabią do siebie samice. Gdy te przybywają, samiec wyciąga skrzek ich sznurowaty, zapładnia go, a następnie sznurek ten, obejmujący około 200 jaj, owija dokoła tylnych swych nóg, nadając mu postać ósemkowatą, tak że każda noga przesunięta zostaje przez inny skręć. Zdobywszy ten sznurek, samiec oddala się zadowolony z ładunkiem, który bynajmniej go nie niepokoi. Chodzi zupełnie swobodnie i zdobywa pokarm również łatwo jak poprzednio, gdy ciężaru tego nie dźwigał. Po upływie trzech tygodni, jakby pędzony podniętą, której przyczyna pozostaje niewyjaś-



trzech tygodni, jakby pędzony podnieta, której przyczyna pozostaje niewyjaśniona, rzuca się do wody,— nie w celach samobójczych zresztą, ale by się ładunku swego pozbyć. Miota się, rzuca, oswo-badza wreszcie i wraca na ląd. Rozwój jajek w wodzie szybko

dobiega końca i wykluwają się z nich kijanki, które jesień i zimę przepędzają w wodzie w tym stanie zarodkowym, znosząc bar-dzo dobrze zimno, a nawet zamrożenie wody.

T. R. (S. Kramsztyk) *Obyczaje pętówki* Wszehświat 1896, 15: 415 (28 VI)

## ROZMAITOŚCI

**Czy obniżenie poziomu cholesterolu we krwi może wywołać raka?** Nie ulega wątpliwości, że podwyższony poziom cholesterolu w osoczu jest ważnym czynnikiem powodującym rozwój miażdżycy, a w konsekwencji choroby niedokrwiennej serca (choroby wieńcowej czyli dławicy piersiowej). Ryzyko tej choroby, zawału serca wzrasta u osób z podwyższonym stężeniem cholesterolu – trójglicerydów, a ściślej „miażdżycorodnych” lipoprotein zawierających cholesterol — LDL (lipoprotein o małej gęstości, low density lipoproteins) i VLDL (lipoprotein o bardzo małej gęstości, very low density lipoproteins). Nie ma jednak zgody co do tego czy kontrolne badania poziomu cholesterolu wykonywać należy tylko u osób szczególnie zagrożonych chorobą wieńcową czy w całych populacjach, po przekroczeniu pewnego wieku życia oraz czy należy u wszystkich osób, u których stwierdzi się podwyższone stężenie cholesterolu należy dążyć do jego obniżenia. Wśród różnych argumentów podkreśla się ostatnio możliwy wzrost ryzyka zapadalności na nowotwory w wyniku obniżenia poziomu cholesterolu. W szczególności cytowane są wyniki wieloletnich badań prowadzonych przez Daveyce i wsp. oraz Kritchevskiego i Knitchevskiego, w których wykazano wzrost umieralności na nowotwory u osób poddanych leczeniu prewencyjnemu specjalną dietą prowadzącą do obniżenia stężenia cholesterolu. W jednym z badań, przeprowadzonym na ponad 13 tys. pacjentów stwierdzono ryzyko umieralności 1,31 (0,92-1,86) i o 34 zgony na nowotwory więcej niż w grupie nie poddanej tej terapii. W drugim badaniu, przeanalizowanym pod tym kątem, przeprowadzonym na ponad 25 tys. pacjentów stwierdzono w grupie leczonej dietą przeciwmiażdżycową o 44 zgony z powodu nowotworów więcej niż w grupie niezależnej. Te niepokojące wy-dawałyby się rezultaty badań są jednak, jak się okazało, do-

sobnione i grubo przesadzone. Nadmiar zachorowania na nowotwory w skali rocznej wynosił 2-3 przypadki na 1000 pacjentów, u których obniżano poziom cholesterolu. Kolej-ne, duże badania prowadzone przez M. Lawa i wsp. za-kończone w roku 1994, nie wykazywały różnicy śmiertel-ności z powodu nowotworów w grupie kontrolnej i pod-danej leczeniu dietą. Najbardziej przekonujące są jednak rezultaty dużych, (łącznie na ponad 15 tys. pacjentów) wie-loośrodkowych badań pod wpływem leków hipolipemicz-nych (obniżających poziom cholesterolu i triglicerydów we krwi), prowadzone przez okres 5-8 lat z następczymi kil-kuletnimi obserwacjami (np. WHO Clofibrate, Helsinki He-art Study, Coronary Drug Project). Badano takie leki jak klo-fibrat, gemfibrozyl (z grupy tzw. fibratów) oraz niacynę (kwas nikotynowy). Nie stwierdzono żadnego wpływu tych leków, silnie obniżających poziom cholesterolu, na umieral-ność z powodu nowotworów.

Dodać trzeba, że badania na zwierzętach laboratoryjnych (gryzoniach: myszach i szczurach) wykazały kancerogenne działanie dużych dawek fibratów. Trudno przenosić je jed-nak na warunki kliniczne. Pomijając wiarygodność wielu testów, stosowane dawki leków były bardzo duże (przy-najmniej dziesięciokrotnie większe od rekomendowanych w lecznictwie). Trzeba również wziąć pod uwagę odmienny metabolizm tych leków u ludzi i zwierząt.

W sumie, zdecydowanie przeważa pogląd, że obniżenie poziomu cholesterolu przy pomocy diety lub leków nie zwiększa ryzyka zapadania na nowotwory. Cholesterol pełni niezwykle ważne funkcje biologiczne, zredukowanie nadmiernie wysokiego poziomu, jest jednak konieczne dla uniknięcia ryzyka choroby wieńcowej. Nie należy obawiać się ubocznych skutków tego postępowania.

Wojciech Kostowski

## OBRAZKI MAZOWIECKIE

### WĘGIERKA UWIODŁA BOBRY

W ostatnich miesiącach z różnych stron napływały informa-cje prasowe o nowych miejscach osiedlania się bobrów. Dopóki dotyczyły one Narwi lub innych większych rzek, pojawianie się nowych stanowisk bobrów związane były z prowadzoną tam ich reintrodukcją. Nikt jednak nie spodziewał się spotkać tych dużych ssaków w naszej zanieczyszczonej Węgierce. Bo-bry upodobały sobie brzeg Węgierki poniżej Dobrzankowa.

Bóbr jest krępy, ma mocny tułów, dużą głowę jakby po-zbawioną szyi, pysk ma tępo ścięty, a w nim potężne szczęki. Zwierzę mierzy ponad metr długości, posiada piękne, długie i gęste ciemnobrązowe lub czasem czarne futro. Ogon ma spłaszczony, bezwłosy, pokryty rogowymi tarczkami. Ten

ogon i spięte błoną pławną palce tylnych nóg są doskonałym przystosowaniem do ziemnowodnego trybu życia.

Bobry zwykle budują tamy, aby zalać teren i na nim urzą-dzić bezpieczne mieszkania (żeremia). Powstają wtedy szkody wynikające z zalewania i zamulania gruntów, a tak-że ze zgryzania i spuszczenia drzew. Sprzyja to kłusownic-twu i niszczeniu urządzeń budowanych przez bobry (np. podpalanie lub rozbieranie żeremi). W związku z tym roz-waża się konieczność wypłacania rolnikom odszkodowań za bobrze szkody.

Przasnyskie bobry na razie takich szkód nie czynią. Pew-nie urządziły się w skarpie rzeki. Dopóki nie zabiorą się do robót inżynierskich będą bezpieczne.

Zbigniew Połakowski

## RECENZJE

Eugeniusz Radziul, **Skalniaki**, Warszawa 1995, Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, s. 200

Książka *Skalniaki* Eugeniusza Radziula jest książką niezwykłą, gdyż jest ona rezultatem piętnastu lat zajmowania się Autorem roślinami ozdobnymi. E. Radziul należy do najbardziej znanych w Polsce miłośników roślin, a jego ogród położony na Ziemi Lubuskiej zawiera 1500 gatunków roślin. Miłośnicy roślin odgrywają obecnie — obok ogrodów botanicznych — ogromną rolę w upowszechnianiu roślin ozdobnych. Świadectwem tego jest przykładowo działalność hodowlana i wydawnicza Fritza Köhleina w Niemczech — autora kilkunastu książek z problematyki roślin ozdobnych. Jego ostatnia praca o ogrodach skalnych *Wielka księga roślin ogrodów skalnych* należy do najlepszych współczesnych opracowań botaniczno-ogrodniczych w skali europejskiej, a nawet światowej.

Podobną drogą idzie obecnie E. Radziul, który pragnie szeroko przedstawić swoje niezwykle osiągnięcia w zakresie uprawy roślin ozdobnych. Chce on w najbliższej przyszłości wydać kolejną książkę poświęconą roślinom ogrodów skalnych, a następnie opracować kolejne pozycje poświęcone bylinom wyższym, paprociom, trawom, roślinom wodnym i bagiennym, roślinom bulwiastym i cebulowym, pnączom, krzewinkom i krzewom. Celem Autora jest przede wszystkim przedstawienie własnych praktycznych doświadczeń związanych z uprawianymi roślinami ogrodów skalnych. E. Radziul pomija tutaj najbardziej znane gatunki, chociaż przedstawia niekiedy ich mniej znane odmiany.

Książka składa się wyraźnie z dwóch części. Do części ogólnej można zaliczyć dwa pierwsze rozdziały: „Skalniak jako miejsce uprawy roślin” i „Rośliny na skalniaku”. Natomiast trzeci rozdział: „Rośliny ogrodów skalnych” zawiera szczegółową charakterystykę około 200 gatunków roślin ogrodów skalnych. Przy tym wiele z tych roślin pojawia się po raz pierwszy w literaturze polskiej. Stąd też wiele z nich nie posiada dotąd polskich nazw. Wszystkie dane dotyczące omawianych roślin odnoszą się do warunków polskiego klimatu. W ujęciu E. Radziula słowo „skalniak” używany jest w języku polskim w podwójnym znaczeniu: określają nim zarówno ogródki skalne, jak i rosnące tam rośliny. Są one obecnie jednym z najważniejszych sposobów wykorzystania możliwości roślin ozdobnych. Stąd też — w ostat-

nich latach — powstają masowo ogrody z roślinami skalnymi, które stają się bardzo modne.

Przy tworzeniu skalniaka należy usunąć wszystkie chwasty, zwłaszcza korzeniowe, które łatwo mogą zachwycić cały ogród w ciągu 2-3 lat. Najlepiej posadzić rośliny na wiosnę. Duże szkody mogą wyrządzić w skalniakach tacy „nieproszeni goście” jak: myszy, krety czy karczownicy. Większość roślin stosowanych w skalniakach odznacza się odpowiednią mrozoodpornością i nie wymaga żadnego zabezpieczenia na zimę. Należy jednak pamiętać, że „prawdziwe” rośliny w górach okrywa śnieg od października do wiosny, co chroni je przed skokami temperatury i nadmiarem wilgoci.

W krótkiej recenzji trudno jest omówić wszystkie wspomniane rośliny opisane i przedstawione na doskonalych barwnych fotografiach. Na uwagę zasługują takie „symbole wiosny” jak: miłki *Adonis amurensis* i *A. vernalis*, czy sasanki *Pulsatilla albana*, *P. alpina*, *P. × hallerii*, *P. hybridum* „Polka” czy symbole gór jak: smagliczki, naradki, żagwiny, dzwonki, dziewięciokwiatowy bezłodygowy odmiana łodygowa *Carlina acaulis* ssp. *simplex*, goździki, dębik osmiopłatkowy *Dryas octopetala*, goryczki *Gentiana acaulis*, *G. septemfida* var. *lagodechiana*, szarotki *Leontopodium alpinum* ssp. *nivale*, *L. souliei*, mak alpejski *Papaver burseri*, liczne gatunki kobiercowych płomyków, mydlice, ciekawe gatunki skalnic, rozchodników i rojników, lepnicy czy macierzanek i przetaczników. Niektóre z roślin omówionych przez E. Radziula są prawie nieznanne w Polsce — pomimo, że są bardzo piękne — m. in.: betram marokański *Anacyclus depressus*, przeloty *Anthyllis*, bylice *Artemisia stelleriana*, *A. umbelliformis*, marzanki *Asperula hirta*, *A. suberosa*, rogownica szerokolistna *Cerastium latifolium*, delosperma *D. cooperi*, *A. nubigena*, kocanki *Helichrysum milfordiae*, *H. thianshanicum*, północnoamerykański żółtokwitnący karłowaty „aster” *Hymenoxys scaposa*, oryginalne jaskry górskie *Ranunculus alpestris* i *R. millefoliatus*, pochodzący ze strefy podbiegunowej różeniec górski *Rhodiola rosea*, smaglica podolska *Schivereckia podolica*, czy te karłowate nawet *Solidago virgaurea* ssp. *minuta*.

Książka E. Radziula stanowi znakomity praktyczny poradnik dla wszystkich czytelników zainteresowanych uprawą roślin w skalniakach. Z niecierpliwością oczekiwać należy na inne opracowania tego Autora.

Eugeniusz Kośmicki

## EKSLIBRISY PRZYRODNICZE Z KOLEKCJI J.T. CZOSNYKI

Farmaceuta Krzysztof Kmiec z Krakowa, pracownik Katedry Farmakognozji Collegium Medicum UJ jest nie tylko zdolnym pracownikiem naukowym, ale też jednym z większych polskich podróżników: zwiedził ponad 35 krajów świata od Chile, Pakistanu po Grecję i inne. Jest również jednym z najpłodniejszych polskich twórców znaku książkowego.

Ma ich już na swoim koncie ponad 400. Jednym z nich jest znak wykonany w technice cynkorytu w 1990 roku, opus 73, dla małżeństwa Alicji i Krzysztofa Wiązowskich z Krakowa, którzy są hobbystami uprawy kwiatów i roślin ozdobnych. Stąd na tym znaku na tle rozłożonej książki (pani Alicja jest pedagogiem bibliotekoznawcą) dwie rośliny *Ulmus campestris* i *Helianthus annuus*.



KRZYSZTOF KMIĘĆ (Kraków), cynkoryt, 1990 r., op. 73.



MAK OGRODOWY *Papaver somniferum*. Fot. Z.J. Zieliński

21/4/126735

31



KROWA NA PASTWISKU. Fot. W. Kolasiewicz