

WSZECHŚWIAT

PISMO PRZYRODNICZE

Tom 100 Nr 5-6

Maj-Czerwiec 1999



*Jak
przygotować
pracę na
Olimpiadę
Biologiczną?*

*Owad
najbardziej
polski*

*Trujące
traszki*





W DRAWSKIM PARKU KRAJOBRAZOWYM. Fot. Waldemar Frąckiewicz

Wszechświat

Z polskimi przyrodnikami od 3 kwietnia 1882

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

Wydano z pomocą finansową Komitetu Badań Naukowych

Treść zeszytu 5-6 (2425-2426)

W. Frąckiewicz, Fizjologiczna estetyka	87
B. Cymborowski, Praca badawcza uczestnika Olimpiady Biologicznej	90
B. Wyżga, Szacowanie średnich prędkości przepływu w strefie korytovej i pozakorytovej rzek oraz ich wykorzystanie do wyjaśnienia rozkładu osadów pozakorytowych	94
J. Niemiec, O tym jak makrofag rozmawia z komórką Leydiga	99
J. Rutkowska, Oszłamiająca kariera i tajemnice życia nicienia <i>Caenorhabditis elegans</i>	104
T. Skalski, T. Szklarzewicz, Czerwiec polski — historia i dzień dzisiejszy ...	106
M. Dwójak, Proteinaza K a priony	110
M. Bałys, Wszechobecna melatonina	114
D. Włodkowiec, Odpady radioaktywne — widmo XXI wieku	117
L. Śliwa, Możliwość zastosowania plemników jako wektorów DNA podczas uzyskiwania zwierząt transgenicznych	119
Prof. dr hab. Alfred Jahn (R. Karczmarszczuk)	122
Reaktywne formy tlenu i azotu. XXVIII. Skandal wśród NOS-ów. Taki porządny enzym (G. Bartosz)	123
DROBIAZGI	
<i>Artioposthia triangulata</i> (Platyhelminthes, Turbellaria, Geoplanidae) — drapieżny wirek zagrażający dżdżownicom Europy (W. Karnkowski)	124
<i>Hydrometra gracilentata</i> Horvath 1899 w województwie warmińsko-mazurskim (Z. Salwin)	126
Nowe stanowisko <i>Hypulus bifasciatus</i> Fabr. w okolicach Łużnej (A. Trzeciak)	126
WSZECHŚWIAT PRZED 100 LATY (opr. JGV)	127
ROZMAITOŚCI	
Pływanie ryb na swobodzie (H. Szarski) — Jak ewoluują formy dzieworodne? (H. Szarski) — Ile gatunków płazów żyje obecnie na ziemi? (A. Żyłka) — Trujące traszki (A. Żyłka)	130
OBRAZKI MAZOWIECKIE (Z. Polakowski)	132
RECENZJE	
D. Metzeltin, H. Lange-Bertalot: Tropische Diatomeen in Südamerika (J. Siemińska)	132
H.-J. Herrmann, H. Zimmermann (eds.): Beiträge zur Biologie der Anuren (A. Żyłka)	133
W. Deptuła, J. Buczek: Zarys immunologii ssaków (M. Stosik)	134
J. Seager: Der Öko-Atlas (E. Kośmicki)	134
KRONIKA	
Wystawa pt. Porosty (<i>Lichenes</i>), Tarnów, marzec-kwiecień 1999 r. (R. Kozik)	135
LISTY DO REDAKCJI	
List otwarty w sprawie ochrony miejsc lęgowych jerzyków (A. Fila)	136

* * *

Okładka: RDEST WĘŻOWNIK *Polygonum bistorta* w Dolinie Pięciu Stawów Polskich.
Fot. Grzegorz Derfel

Rada redakcyjna: Przewodnicząca: Halina Krzanowska,
Z-ca przewodniczącego: Jerzy Vetulani, Sekretarz Rady: Irena Nalepa
Członkowie: Stefan Alexandrowicz, Andrzej Jankun, Jerzy Kreiner, Wiesław Krzemiński, Barbara Płytycz,
Marek Sanak, January Weiner, Bronisław W. Wołoszyn

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

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

PRZEPISY DLA AUTORÓW

1. Wstęp

Wszechświat jest pismem upowszechniającym wiedzę przyrodniczą, przeznaczonym dla wszystkich interesujących się postępem nauk przyrodniczych, a zwłaszcza młodzieży licealnej i akademickiej.

Wszechświat zamieszcza opracowania popularyzatorskie z 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, różnorodności, 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 informację, 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.

Różnorodności 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, pomijać 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.

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

Fotografie ilustrujące artykuł muszą być poprawne technicznie. Przyjmujemy zarówno zdjęcia czarno-białe, jak i kolorowe (pozytywy i negatywy). Fotografie okładowe — tylko fotografie, chętniej pionowe („portrait”).

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

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

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

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



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

TOM 100
ROK 118

MAJ-CZERWIEC 1999

ZESZYT 5-6
2425-2426

WALDEMAR FRĄCKIEWICZ (Lublin)

FIZJOLOGICZNA ESTETYKA

Malarstwo wydaje się domeną artystów i estetyków, a malarstwo religijne również teologów czy historyków sztuki. Ale są takie dzieła sztuki, których poznanie mechanizmów tworzenia i odbioru nie może obyć się bez fizjologii widzenia i neurologii. Takie poznanie może dawać perspektywę terapeutycznego wykorzystania malarstwa. Roboczo dzieła takie nazwiemy malarstwem medytacyjnym. A co to znaczy, wyjaśni się po przedstawieniu dwóch dzieł tego typu. Są nimi:

1. „Hiranyagarbha” (Złote Ziarno), 1775-1800, Indie — symbol absoliutu
2. „Uspienije” (Zaśnięcie), 1370-1380, Ruś — ikona z Chrystusem unoszącym Maryję do nieba (Wniebowzięcie).

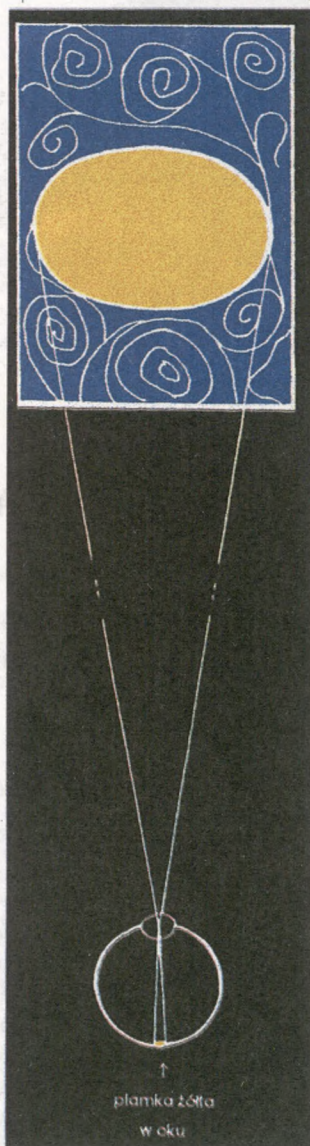
1. Złote Ziarno

Kompozycja pochodzi z Indii ze szkoły kangrijskiej. Jest to malowany temperą złoty owal na błękitno-srebrzystym, wzorzystym rozedrganym tle. Kontemplacji takiej kompozycji — zwłaszcza po zachodzie słońca — towarzyszą niezwykle wrażenia. Złoty owal ciemnieje, wokół niego pojawia się srebrzysta poświata, częściowo, a z czasem całkowicie rozmywa się granica między owalem i tłem aż do zaniku wszelkich wrażeń wzrokowych, poza jednorodną szarością. Takie wrażenia związane są z niezwykłą przystawalnością kompozycji do struktury funkcjonalnej analizatora wzrokowego (zmysłu wzroku), w szczególności do rozmieszczenia barwoczułości siatkówki oka. Nieznany artysta hinduski, koncentrując się na swoim

„aparacie poznawczym”, wykorzystał różne niuanse ludzkiego widzenia, opisane w Europie znacznie później m.in. przez Maxwella. Np. istnienie w centrum siatkówki oka żółtej plamki o wymiarze kątowym kilku stopni, odpowiedzialnej za ostre, barwne widzenie, wrażliwej głównie na kolor żółty, a mniej wrażliwej na błękit, można stwierdzić na sobie oglądając jednolite pole oświetlone światłem niebieskim. Początkowo dostrzega się ciemniejszą elipsę, która odpowiada okolicy najsilniej pochłaniającej. Peryferia siatkówki wrażliwe są głównie na błękit. Takie rozmieszczenie barwoczułości oka, oraz odpowiadające mu rozmieszczenie barw kompozycji, wymuszają fiksjację, koncentrację, kontemplację u odbiorcy. Fiksacja wzroku ma wpływ na szarzenie obrazu.

Inaczej widzimy kolorowe obiekty oświetlone bezpośrednim światłem słonecznym, inaczej będące w cieniu czy o zmroku. W słońcu najjaśniejsze wydają się czerwień i żółć, a w cieniu — błękit (efekt Purkiniego). Związane jest to z wrażliwością naszego oka, ale i ze składem widmowym światła oświetlającego przedmiot. W świetle rozproszonym przez powietrze, w cieniu lub po zachodzie słońca, jest więcej błękitu niż w świetle prostoliniowo płynącym od Słońca. Przy takim samym dużym natężeniu światła najjaśniejsza wydaje się czerwień, najciemniejszy — błękit. Przy niskich natężeniach światła przestajemy rozróżniać kolory i łatwiej jest coś dostrzec nie centrum oka, lecz na peryferiach pola widzenia.

Wrażenie srebrzystej poświaty wokół obwodu elipsy (złotego ziarna) związane jest ze zjawiskami powidoku i drobnych ruchów oka oraz kontrastu brze-



Ryc. 1. Schemat widzenia kompozycji Złote Ziarno

które koncentrując uwagę na sobie, włączają rytm α . Takim bodźcem może okazać się przedstawiony obraz.

Podobne kompozycje (żółta plama na niebieskim tle) spotkamy nie tylko w sztuce Indii, ale i w sztuce chrześcijańskiej, np. miniatura z Apokalipsy St. Severa, czy opisana dalej ikona.

2. Zaśnięcie

Kompozycja ta, przypisywana Teofanowi Grekowi, znajduje się na odwrocie dwustronnej ikony *Bogomater Donskaja* z Błagowieszczińskiego Soboru Moskiewskiego Kremla, obecnie w Galerii Tretiakowskiej w Moskwie. W centrum tego obrazu znajduje się żółto-żółta plama (postać Chrystusa), otoczona dużą niebieską powierzchnią (chwała). Z lewej strony znajduje się czerwona, a z prawej zielona forma (architektoniczna).

Gdy oko jest względnie unieruchomione przez koncentrację na żółtym centrum kompozycji, aby spostrzegać kolory skrajnych form, należy znaleźć się w odpowiedniej odległości od obrazu. Przeciętne granice pól widzenia różnych barw w płaszczyźnie pozi-

gowej (wrażenia rozjaśniania jasnych i ściemniania ciemnych plam stykających się ze sobą).

Różne kolory albo kierują cały organizm na świat zewnętrzny, albo skłaniają do cofnięcia się i koncentracji na sobie. Kolory odpowiadające krótszym długościom fal (błękit) powodują zamykanie się.

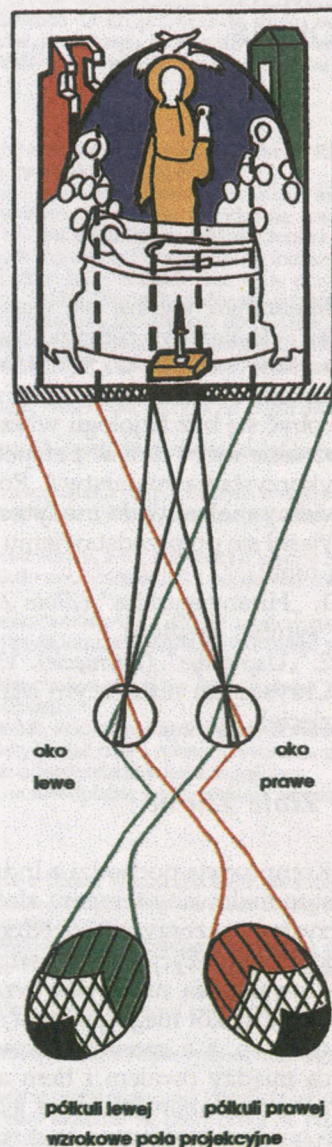
Normalnie, oko znajduje się w nieustannym ruchu wywołanym wolą, bodźcami z otoczenia, fizjologicznym drżeniem. Unieruchomienie siatkówki względem pola wzrokowego lub oglądanie jednorodnego pola prowadzą do zniknięcia obrazu, trudności określenia czy oczy są otwarte, czy zamknięte, niemożności kontrolowania ruchu gałek ocznych. Towarzyszy temu rytm α w elektrycznej aktywności mózgu (EEG). Obecność rytmu α podczas pobudzania jednolitym bodźcem oznacza podobieństwo do braku jakiegokolwiek pobudzenia. Najłatwiej można wyłączyć rytm α przez bodźce wzrokowe, a włączyć przy zamkniętych oczach. Może jednak istnieć takie bodźce wzrokowe,

mei dla jednego oka, w stopniach kąta przedstawia ryc. 3. Bieg promieni światła do siatkówki oka, oraz drogi impulsów nerwowych do wzrokowych ośrodków korowych mózgu przedstawia ryc. 2. Przy optymalnej odległości obserwacji (malowania) czerwona forma trafia do prawej półkuli mózgu, a zielona do lewej, natomiast żółta — przez plamkę żółtą — do obu półkul. Barwy, rozmieszczenie i proporcje elementów kompozycji są wyjątkowo przystające, nie tylko do siatkówki oka (jak w *Złotym Ziarnie*), ale i do całego analizatora wzrokowego, łącznie ze specjalizacją półkulową funkcji mózgu (lateralizacją).

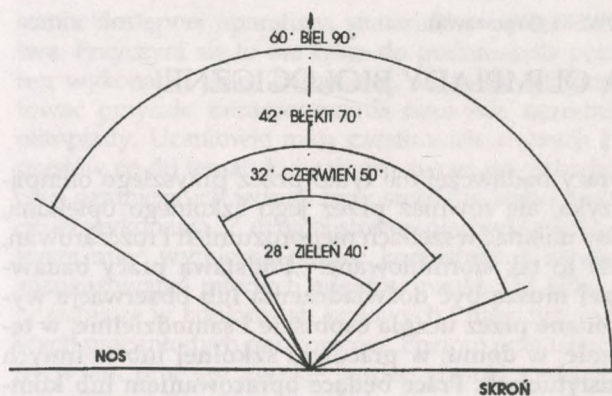
W badaniach nad lateralizacją Nikołajenko i Dieglin zauważyli, że przy zablokowanej pracy prawej półkuli u badanego pojawia się tendencja do schematyzacji rysunków w postaci perspektywy zbieżnej. Według podobnego schematu narysowana jest forma z prawej strony ikony. Natomiast przy zablokowaniu lewej półkuli powstają rysunki podobne do perspektywy odwrotnej jak w lewej formie architektonicznej. Na nieprzypadkowość takiej lateralizacji kompozycji ikony wskazują badania Zienkowa, który przeanalizował 70 dzieł sztuki staroruskiej. W 43 obrazach pojawiało się słowo w postaci napisu, zwoju lub książki. W 41 z nich słowo znajdowało się w prawej połowie pola widzenia. Połowie adresowanej do lewej — „werbalnej” półkuli mózgu.

Półkula lewa odpowiedzialna za identyfikację typu „myślę więc jestem” materiał percepcyjny opracowuje werbalnie, logicznie, analitycznie, porządkuje, uogólnia, interpretuje, tworzy schematy, normy, prawa. Ta półkula widzi zieloną formę architektoniczną (chłodną, zamkniętą, zwartą, sztywną). Forma ta narysowana jest w „poprawniejszej” technicznej perspektywie.

Półkula prawa odpowiedzialna za orientację w przestrzeni zewnętrznej, ale i własnego ciała, za przeżywanie siebie w postaci „cielesnego ja”, za rejestrację ogólnego wrażenia mającego nie-



Ryc. 2. Schemat widzenia ikony *Zaśnięcie* (bieg promieni światła do siatkówki oka, nerwowe drogi wzrokowe, projekcja pola widzenia w korze potylicznej mózgu)



Ryc. 3. Przeciętne, kątowe granice pola widzenia różnych barw jednym okiem

kontrolowany wpływ na emocje, widzi czerwoną formę architektoniczną (otwartą, gorącą). Ta forma narysowana jest w stylu kubistycznym — na jednym rysunku zarejestrowano spojrzenia z kilku punktów.

Funkcje lewej półkuli i „wchodzącą z nimi w rezonans” formę z prawej strony obrazu można symbolicznie określić aspektem męskim. Funkcje prawej półkuli i „wchodzącą z nimi w rezonans” formę z lewej strony obrazu można symbolicznie określić aspektem żeńskim. Takie określenia wydają się nieprzypadkowe w związku z tym, że hormony płciowe mogą oddziaływać na lateralizację zdolności poznawczych w różnych strukturach mózgu. W psychologii projekcyjnej, lewą stronę obrazu łączy się z uczuciami, matką, a prawą z aktywnością, ojcem. Odpowiadają temu symboliczne żeńskość oraz męskość omawianych form.

Podsumowanie

Inaczej patrzymy na obraz służący koncentracji, kontemplacji, inaczej na zwykły obraz przy swobodnym oglądaniu, a inaczej, gdy obraz ma dostarczyć jakichś informacji, odpowiedzieć na jakieś pytanie. Najprostszym wskaźnikiem tych różnych sposobów patrzenia są ruchy gałek ocznych. Przy swobodnym oglądaniu oczy przyciągane są przez silne bodźce wizualne, np. żółtą plamę na kontrastującym błękitnym tle. W realizacji planowego, zamierzonego, penetrującego patrzenia, mającego odpowiedzieć na jakieś pytanie, rozwiązać problem (np. przy analizie malarstwa przedstawiającego), biorą udział płaty czołowe mózgu. Sterują one dowolnym biegiem oczu po całym polu widzenia, wyszukiwaniem znaczących bodźców, aktywnością kory mózgowej, przetwarzaniem dochodzącej z zewnątrz informacji. Taka aktywność jest przeciwna kontemplacji. Te odmienne stany aktywności mózgu mają odbicie w zapisach EEG. Medytacja zen i jogi przebiegają ze wzrostem amplitudy oraz ilości fal α . Zaangażowanie oczu, więc płatów czołowych w penetrowa-

niu, wyszukiwaniu bodźców, rozwiązywanie problemów powodują zniknięcie rytmu α lub zmniejszenie jego wskaźników. Rytm α najwyraźniej występuje, gdy oczy są zamknięte. Rytm α powstaje dzięki synchronizacji wielu jednostek dendrytycznych (jednostka dendrytyczna to zespół: ciało komórki — jej wypustka czyli dendryt; między tymi częściami komórki nerwowej istnieje zmieniająca się różnica potencjałów elektrycznych). Gdy ruchy oczu nie są sterowane aktywnością płatów czołowych (np. u chorego z ich rozległym uszkodzeniem), badany skupia wzrok na jednym punkcie. Pytania, polecenia kierowane do niego nie wpływają na zmianę kierunku jego wzroku. Elementarne formy reakcji orientacyjnej (lub uwagi mimowolnej) u takiego chorego nie tylko są zachowane, ale nierzadko wzmacniają się. Chory normalnie reaguje na bodźce nie związane z zamierzeniami (z wyznaczonymi programami czynności, planami).

Przypuszczalnie (hipoteza wymaga eksperymentalnej weryfikacji) fiksacja wzroku wywołana określoną kompozycją stymuluje rytm α i stan medytacji.

Dawne tworzenie dzieła sakralnego było przedłużeniem modlitwy, medytacją. W takim szczególnym stanie łatwiej mogło dojść do projekcji — oczyszczonego z ontogenetycznych uwarunkowań — umysłu. Do projekcji naturalnych właściwości analizatora wzrokowego i utrwalenia tego w malowidło.

Kontemplacja tak wykonanego obrazu może stymulować stan medytacji u odbiorcy, wpływający korzystnie na zdrowie psychiczne i somatyczne. Medytacja w buddyźmie Zen jest rozumiana jako stan niemyślenia (niewerbalnego, bezwyobraźniowego trwania umysłu). W stanie α istnieje większa podatność na sugestie. „Medytacja chrześcijańska” rozumiana jest jako przyswajanie w skupieniu treści biblijnych. Według Indusów nie wystarczy tylko wiedzieć jaka jest rzeczywistość, ale trzeba tak pojmowanej rzeczywistości doświadczyć. Sztuka może to doświadczenie ułatwić.

Prace, które można interpretować podobnie jak przedstawione, można znaleźć nie tylko w dawnej sztuce religijnej, ale i wśród prac Paula Gauguina (*Dwie kobiety z Tahiti*, 1892), kompozycji unistycznych Władysława Strzemińskiego i innych. Spektakularny dobór analizowanych dzieł miał na celu zwrócenie uwagi na nowy kierunek fizjologicznych, psychologicznych, estetycznych badań, mogących w połączeniu ułatwić ujęcie całości tego typu dzieł sztuki, ich tworzenia i odbioru.

Wpłynęło 3 XI 1998

Dr Waldemar Frąckiewicz, psycholog, fotografik, pracuje na Wydziale Pedagogiki i Psychologii Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie
„SZTUKA WIDZENIA” to zainteresowania i tytuł jego stron internetowych <http://sokrates.umcs.lublin.pl/~frawe/index.htm>

PRACA BADAWCZA UCZESTNIKA OLIMPIADY BIOLOGICZNEJ

Od początku istnienia Olimpiady Biologicznej (OB), czyli od 1971 roku, podstawowym warunkiem udziału w niej ucznia szkoły średniej było i jest nadal wykonanie pracy badawczej. W wydanych ostatnio przez Komitet Główny OB „Zasadach organizacji i przeprowadzania zawodów Olimpiady Biologicznej” (Warszawa 1998) znalazło to wyraz już na samym wstępie, po przedstawieniu głównych celów OB, do których należy przede wszystkim rozbudzanie wśród młodzieży zainteresowania biologią, podnoszenie poziomu nauczania biologii w szkołach średnich, zwrócenie uwagi społeczeństwa na rolę nauk biologicznych we współczesnym świecie, a także pomoc szczególnie uzdolnionej młodzieży w podjęciu studiów na wyższych uczelniach. Akapit ten brzmi: „Uczestnikiem Olimpiady Biologicznej może być każdy uczeń szkoły średniej, który: wykazuje zainteresowanie biologią, opanował wiedzę biologiczną co najmniej w zakresie programu nauczania szkoły średniej, orientuje się w najnowszych osiągnięciach w tej dziedzinie nauki, wykonał pracę badawczą zgodnie z zasadami zawartymi w niniejszych wytycznych”.

Są to niewątpliwie wysokie wymagania, które uczeń musi spełnić przed dopuszczeniem do udziału w OB, jednakże, jak wykazały bez mała już 30-letnie doświadczenia dotychczasowych olimpiad, w dużej mierze zapewniają one wstępną selekcję młodzieży. Uczeń ma więc nie tylko mieć opanowany materiał z zakresu szkoły średniej, ale ma się też wykazać umiejętnością prowadzenia obserwacji terenowych lub planowania i prowadzenia doświadczeń laboratoryjnych. Takie bowiem wymagania stawia współczesna biologia, która coraz śmielej zadaje trudne pytania na temat przyczyn i mechanizmów działania określonych procesów życiowych, wchodząc przy tym co raz głębiej w molekularne ich podstawy. Już ponad 20 lat temu (jak ten czas ucieka) zachęcałem młodzież i nauczycieli do podejmowania trudu związanego z prowadzeniem prac badawczych, dzisiaj to jeszcze raz powtórzę, bowiem „Przy właściwej organizacji i zrozumieniu roli, jaką odgrywa w procesie dydaktycznym praca badawcza ucznia, jest to trud opłacalny, dający wiele satysfakcji i przeżyć związanych z poznawaniem tajników przyrody”. Oczywiście, oprócz „satysfakcji i przeżyć” jest jeszcze niebagatelna sprawa nabywania wiedzy i umiejętności praktycznych. Zajęcia praktyczne uczniów różnych typów szkół zajmują poczesne miejsce w programach biologii, szczególnie w krajach Europy Zachodniej i w Stanach Zjednoczonych. Postulują też to twórcy programów przyszłej zreformowanej oświaty w Polsce i chwala im za to. Olimpiada Biologiczna wychodzi niejako naprzeciw tym postulatом i ma swój niezaprzeczalny udział w zdobywaniu przez uczniów, a także nauczycieli szkoły średniej, umiejętności i wiedzy praktycznej.

Co może być podstawą pracy badawczej ucznia? W cytowanych już „Zasadach organizacji...”, które powinny być wnikliwie przeczytane przed podjęciem

pracy badawczej nie tylko przez przyszłego olimpijczyka, ale również przez jego szkolnego opiekuna, aby uniknąć wszelkich nieporozumień i rozczarowań, jest to tak sformułowane: „Podstawą pracy badawczej muszą być doświadczenia lub obserwacje wykonane przez ucznia osobiście i samodzielnie, w terenie, w domu, w pracowni szkolnej lub w innych instytucjach. Prace będące opracowaniem lub kompilacją danych uzyskanych przez inne, niż uczeń osoby, będą dyskwalifikowane. Autor może konsultować się z osobami profesjonalnie zajmującymi się badaniami biologicznymi, czy też korzystać z materiałów potrzebnych mu do wykonania pracy, otrzymanych z instytucji naukowo-badawczych. W przypadkach budzących wątpliwość Komitet Główny Olimpiady Biologicznej może konsultować się z takimi placówkami naukowo-badawczymi w sprawie metodyki a także w sprawie stopnia samodzielności pracy wykonanej w niej przez ucznia.

W pracy badawczej niedopuszczalne są jakiekolwiek doświadczenia z użyciem zwierząt kręgowych.

Zwierząt i roślin prawnie chronionych nie wolno przesiedlać z ich naturalnych siedlisk ani zakładać ich hodowli, dozwolone są obserwacje w naturze nie naruszające warunków ich bytowania.

Wszelkie doświadczenia na zwierzętach powinny do minimum ograniczyć ich cierpienia. Ocenie podlegać będzie zasadność podjętych badań. Badania pociągające za sobą nieuzasadnione uśmiercanie lub cierpienie zwierząt (np. badania, których głównym celem jest określenie wytrzymałości organizmów na głodzenie lub wysoką temperaturę) będą dyskwalifikowane. Obiektami badawczymi pracy nie mogą być ludzie, niedopuszczalne są jakiekolwiek formy doświadczeń medycznych a także wykorzystywanie i kompilacja wyników o tematyce ściśle wchodzącej w zakres medycyny. W wyjątkowych przypadkach mogą być dopuszczane prace polegające na konstrukcji modeli matematycznych lub programów komputerowych opisujących zjawiska i procesy biologiczne”.

Wydawać by się mogło, że powyższe zasady zostały sformułowane jasno i zrozumiale. Niestety, ciągle wykonywane są prace nim przeczące. Nie do rzadkości należą bowiem doświadczenia prowadzone na kręgowych, jak również na zwierzętach i roślinach chronionych. Chciałbym tutaj mocno podkreślić, że tego typu prace będą bezwzględnie dyskwalifikowane, a ich autorzy nie będą dopuszczani do udziału w olimpiadzie. Oczywiście może mieć to miejsce *post factum* i nic już nie uratuje użytych do doświadczeń organizmów. Apeluję więc do młodzieży i nauczycieli o szczególnie rozważne planowanie doświadczeń.

Komentarza wymaga również problem samodzielności wykonywanych prac badawczych. Oczywiście, że powinny być one wykonane przez ucznia, ale to wcale nie znaczy, że nie wolno przy tym korzystać z konsultacji i pomocy różnych placówek naukowo-badawczych rozsianych po całym kraju. Wręcz zachęcam do nawiązywania takich kontaktów celem wykorzy-

stania dostępnej aparatury, materiałów i piśmiennictwa. Przyczyni się to nie tylko do podniesienia poziomu wykonanej pracy badawczej, ale może też kształtować przyszłe zainteresowania naukowe uczestnika olimpiady. Uczniowie mają często wiele dobrych pomysłów co do tematyki i zakresu swojej pracy badawczej, ogranicza ich jednak brak środków technicznych do jej wykonania. Z drugiej strony, placówki naukowe mogą mieć wymierną pomoc korzystając z zapasu i zaangażowania młodych adeptów nauki. Od kilku lat uczestniczą w konkursach krajowych i międzynarodowych prac młodych naukowców. Poziom przedstawianych tam prac jest zwykle bardzo wysoki i zdecydowana ich większość była wykonywana we współpracy z placówkami naukowymi lub z przemysłem. Wysoko są tam oceniane prace twórcze, które wnoszą coś nowego do naszej wiedzy biologicznej. Podobnie wysoko oceniane i nagradzane są takie właśnie prace badawcze będące warunkiem udziału w naszej Olimpiadzie Biologicznej. Bo jak napisano w zasadach naszej olimpiady: „Nie warto tracić czasu na badania, których wyniki są oczywiste i łatwe do przewidzenia, a wnioski z nich wypływające są trywialne i wielokrotnie potwierdzone w istniejącej literaturze. Pytanie badawcze powinno stać u podstawy każdej pracy, a odpowiedź na to pytanie powinna być głównym celem każdej pracy. Pierwszym etapem jej sprawdzenia jest odpowiedź o charakterze jakościowym (stwierdzenie zjawiska), następnym ilościowa charakterystyka badanego zjawiska, końcowym etapem powinno być poznanie jego mechanizmów”.

Prace badawcze uczniów nie muszą polegać tylko na prowadzeniu doświadczeń w ściśle kontrolowanych warunkach, mogą to być również wszelkiego typu obserwacje i badania terenowe. W zasadach naszej Olimpiady jest to ujęte następująco: „Obserwacje mogą mieć charakter inwentaryzacyjny (np. opis fauny lub flory jakiegoś środowiska) lub prowadzić do uogólnień, dzięki wykryciu korelacji pomiędzy zjawiskami (np. współwystępowanie pewnych gatunków roślin i owadów). Obserwacje przyrodnicze muszą być prowadzone w sposób jak najmniej zakłócający warunki naturalne, w przeciwnym razie ich wartość poznawcza jest wątpliwa. Konieczne jest aby analizowana grupa była wystarczająco liczna, powinny być także uwzględnione wszystkie warunki mogące wpływać na analizowane zjawiska”.

Zasady prowadzenia obserwacji i doświadczeń

W zasadach OB podkreślono, że „punktem wyjścia dla pracy doświadczalnej jest postawienie hipotezy roboczej, wymagającej sprawdzenia”. Wytrawni badacze wiedzą, że dobranie odpowiedniego tematu i postawienie właściwych zadań to połowa sukcesu w badaniach biologicznych. Czym mają się kierować uczeń i jego nauczyciel (opiekun) przy wyborze tematyki badawczej? Przede wszystkim możliwościami zaplecza technicznego do wykonania takiej pracy. Tematyka pracy może być bardzo interesująca i ambitna, ale to nie wystarczy, musi ona być oparta na istniejących realiach. Nie jest możliwe wykonanie dobrej i twórczej pracy badawczej, prowadząc eksperymenty na parapecie ok-

na, bez możliwości ścisłej kontroli warunków temperatury, oświetlenia itp. Jeśli brak jest odpowiednich warunków w pracowni biologicznej, czy najbliższej placówce badawczej, to lepiej jest zaplanować przeprowadzenie dobrych badań terenowych.

W okresie przygotowań do rozpoczęcia pracy badawczej ważną rolę ma do spełnienia nauczyciel lub opiekun. Przede wszystkim powinien on doradzić wybór tematu pracy doświadczalnej lub terenowej, a także wskazać źródła literaturowe do takiej pracy. W porozumieniu z nauczycielem można oczywiście zasięgnąć porady pracowników naukowych szkół wyższych i placówek badawczych znajdujących się w najbliższym sąsiedztwie szkoły. Instytucje te prowadzą często akcje tzw. „Otwartych drzwi” i chętnie współpracują ze szkołami. Mam nadzieję, że w przyszłości ta współpraca będzie jeszcze ściślej.

Szkoła ze swej strony powinna udostępnić olimpijczycowi pracownię biologiczną i chemiczną oraz rozwijać zainteresowania przyrodnicze zgodne ze współczesnymi kierunkami panującymi w naukach biologicznych i zachęcać do samodzielnego studiowania literatury popularnonaukowej i naukowej.

Po ustaleniu tematyki pracy badawczej i nakreśleniu jej celów uczeń przystępuje do praktycznego jej wykonania. Jest to właściwie najważniejsza część pracy. Od tego, jak zostanie zebrany i opracowany materiał, zależy jej jakość. Doświadczenia i obserwacje powinny być tak ustawione w czasie, aby można je było ewentualnie powtórzyć. Bowiem praca na materiale biologicznym tylko pozornie jest łatwa. Wymaga ona przede wszystkim ogromnej skrupulatności i systematyczności. Konieczne jest przy tym prowadzenie dokładnych notatek. Zapisywać należy wszystkie poczynione spostrzeżenia i obserwacje. Czasami z pozoru mało istotne dane przy opracowywaniu wyników okazują się bardzo przydatne. Szczególnie dotyczy to wszelkiego rodzaju badań i obserwacji prowadzonych w terenie.

Zasadą dobrego eksperymentu prowadzonego na materiale biologicznym jest odpowiednie jego zaplanowanie. Musi on być tak ustawiony i pomyślany, aby nakreślony na wstępie pracy cel można było osiągnąć. Będzie to wtedy możliwe, jeżeli w doświadczeniu wystąpi jak najmniejsza liczba zmieniających się parametrów, które nakładając się na siebie mogą bardzo zaciemniać ostateczny wynik. Na przykład jeżeli prowadzimy badania nad wpływem składników mineralnych na wzrost roślin, to nie wystarczy stosowanie tylko odpowiedniej pożywki, ale należy również kontrolować temperaturę i oczywiście oświetlenie, które to czynniki mają podstawowe znaczenie w przyroście masy rośliny. I tu dochodzimy do najważniejszego zagadnienia, a mianowicie doświadczeń kontrolnych. W każdym eksperymencie biologicznym takie kontrole odgrywają zasadniczą rolę we właściwym wyciąganiu wniosków. Jeżeli w powyższym eksperymencie nad wpływem składników mineralnych na wzrost rośliny podzielimy je na kilka grup i jedną z nich przeznaczymy na kontrolę (bez dodania odpowiedniej pożywki) i wszystkie umieścimy w warunkach takiej samej temperatury i oświetlenia, to wtedy można wykazać wpływ samych tylko składników mineralnych na rozwój rośliny, nie biorąc pod uwagę wpływu tempera-

tury i oświetlenia, oczywiście zakładając, że też inne czynniki nie uległy zmianie w trakcie badań (np. stężenie dwutlenku węgla).

Następnym bardzo ważnym zagadnieniem jest liczba powtórzeń określonych doświadczeń oraz liczebność osobników w grupie. Praca wykonana na podstawie jednej serii doświadczeń i na pojedynczych osobnikach nie ma żadnej wartości. Uzyskane wyniki mogą być przypadkowe i na ich podstawie nie można wysuwać wiarygodnych wniosków. Im liczniejsze grupy doświadczalne i kontrolne i im więcej powtórzeń, tym praca ma większą wartość, a jej wyniki budzą zaufanie. Oczywiście, czasami ze względu na trudności w zdobyciu odpowiedniej ilości materiału, doświadczenia są wykonywane na małych grupach. W takich przypadkach należy szczególną uwagę zwrócić na jednorodność materiału w celu wyeliminowania różnic osobniczych. A więc należy wziąć do badań osobniki o tym samym wieku, jednakowej masie ciała, nie różniących się pod względem genetycznym itp. Jeśli chodzi o ilość powtórzeń, to często ze względu na długi okres trwania eksperymentów nie jesteśmy w stanie przeprowadzić ich kilkakrotnie. I na to jest sposób. Zakładamy jednocześnie kilka lub kilkanaście grup doświadczalnych i kontrolnych przeprowadzając jednakowe obserwacje równolegle we wszystkich grupach.

Oczywiście, odmienny nieco jest styl pracy terenowej. Ale i tutaj pojedyncze obserwacje nie mają praktycznie żadnej wartości naukowej. Jeżeli dla przykładu prowadzimy badania stopnia zanieczyszczenia rzeki, to nie wystarczy jednorazowe pobranie próbek wody do analizy. Należy to zrobić wielokrotnie, a także w różnym okresie w ciągu dnia a nawet nocy oraz przy różnym poziomie wody w tej rzece.

Tak więc naczelną zasadą wszelkiego rodzaju badań i obserwacji biologicznych jest powtarzalność

uzyskanych wyników. Dopiero po zgromadzeniu dużej ilości wyników można przystąpić do ich opracowania. Podczas trwania doświadczeń i obserwacji należy gromadzić niezbędną dokumentację.

Niezależnie jednak od tematyki, znacznie wyżej oceniane są prace o ściśle określonym i dość wąskim zakresie, w których autor od początku jasno formułuje zadanie badawcze i rozwiązuje je do końca, niż prace o charakterze ogólnym, opisowe i będące gromadzeniem danych.

Opracowanie wyników i przedstawienie pracy badawczej

Szczegółowe instrukcje co do formy przedstawiania wyników prac badawczych zostały już podane w poprzednich publikacjach w *Biologii w Szkole* (1996, 5: 254-257) i *Wszechświecie* (1996, 97: 238-240). Ponieważ ciągle występują pewne niejasności, przedstawię te zasady jeszcze raz. Praca badawcza powinna być przygotowana w formie **plakatu** (patrz schemat) przedstawiającego w bardzo zwięzłej formie cele, założenia, otrzymane wyniki i wypływające z nich wnioski. Forma taka ma ułatwić uczestnikom rozmowę na temat pracy przed Komisją Oceniającą podczas zawodów. Zasadniczą część plakatu powinna składać się z sześciu osobnych, ponumerowanych kartek (najlepiej naklejonych na brystol) formatu A4, zawierających tekst i ilustracje oraz z części tytułowej o szerokości 63 cm i wysokości 20 cm (część tytułowa może być złożona z trzech części). Po rozłożeniu wszystkich części według przedstawionego schematu powstanie plakat o szerokości 63 cm i wysokości 80 cm. Każda kartka powinna być na odwrocie podpisana imieniem i nazwiskiem autora. Na plakacie nie powinno się stosować czcionek mniejszych niż 14 punktów (przy

TYTUŁ (DUŻYMI LITERAMI)

AUTOR

KLASA

OPIEKUN

SZKOŁA

STRESZCZENIE

WSTĘP

-1-

MATERIAŁ I METODY

-2-

WYNIKI

-3-

WYNIKI cd.

-4-

DYSKUSJA

-5-

DYSKUSJA cd.

PIŚMIENNICTWO

-6-

wydruku komputerowym). Tekst powinien być czytelny z odległości około 1 metra. Chodzi o to, by mogło go czytać i dyskutować wyniki jednocześnie kilka osób. Pamiętaj, że tekst zamieszczony na dobrym plakacie powinien być krótki, zwięzły i precyzyjny. Wysoko oceniane są także walory plastyczne plakatu, kolorowe ilustracje i wykresy.

Plakat powinien zawierać następujące części:

Część „tytułowa” zawierająca tytuł, ściśle odpowiadający tematyce pracy i napisany wielkimi literami, żeby go można przeczytać z dość dużej odległości, imię i nazwisko autora oraz klasę, imię i nazwisko opiekuna pracy a także nazwę szkoły.

Strona pierwsza powinna zawierać zwięzłe streszczenie wyników i głównych wniosków pracy, a poniżej krótki wstęp, zawierający podstawowe założenia i jasne uzasadnienie celowości podjętych badań.

Strona druga powinna być poświęcona opisowi obiektów badawczych i zastosowanych metod pracy. W przypadku prac prowadzonych w terenie należy opisać zwięzłe położenie terenu badań, daty pobrań materiału itp. Przy pracach laboratoryjnych należy podać charakterystykę i pochodzenie badanych organizmów. Należy opisać stosowane metody, w tym sposoby zbierania i opracowywania wyników (np. stosowane metody statystyczne) oraz wykorzystaną aparaturę. Cennym, oszczędzającym miejsce sposobem przedstawiania części metod lub ich uzupełnieniem może być graficzny schemat doświadczenia lub dokumentacja fotograficzna badanych obiektów. Jeżeli zastosowana metoda została już opublikowana, należy powołać się na odpowiednią pracę bez przedstawiania szczegółowego opisu. Na przykład: barwienie preparatów przeprowadzono wg metody Gomoriego (1956). Pracę tę należy następnie zacytować w spisie piśmiennictwa. Zalecana forma cytatu: nazwisko i inicjał imienia autora, rok publikacji w nawiasie, tytuł, skrót nazwy czasopisma, tom, strona pierwsza i ostatnia: Gomori G. (1950) Aldehyde-fuchsin: a new stain for elastic tissue. Amer. J. Clin. Pathol. 20: 665-666.

Strony trzecia i czwarta poświęcone są przedstawieniu wyników. Należy na nich zamieścić zwięzły opis przebiegu badań oraz otrzymane wyniki, opracowane w możliwie najbardziej zwięzłej i przejrzystej formie, np. jako wykresy, schematy. Jeżeli konieczne jest przedstawienie wyników w tabelach, to nad każdą powinien być umieszczony jej tytuł, a pod każdą ilustracją jej objaśnienie. Tutaj należy zamieścić wyniki analizy statystycznej o ile takowa była przeprowadzana. Nie należy zamieszczać surowych danych ani szczegółowych obliczeń. Podawanie „surowych” wyników i pojedynczych obserwacji bardzo utrudnia, lub wręcz uniemożliwia, ich interpretację. W tabelach należy zamieszczać wyniki średnie, podając jednocześnie informacje o wahaniach osobniczych. W tym celu należy dokonać analizy statystycznej uzyskanych wyników, np. posługując się testem Studenta. Pozwoli to na wykazanie, czy np. różnice między grupami kontrolnymi a doświadczalnymi są istotne statystycznie.

Cenne informacje i metody statystyczne podaje podręcznik A. Łomnickiego: *Wprowadzenie do statystyki dla przyrodników*. Warszawa, PWN, 1999.

Podstawowym błędem jest dublowanie wyników. Jeżeli zamieszczono je już raz w odpowiednio opracowanej tabeli, to nie należy ich ponownie przedstawiać na wykresach lub diagramach. Zaleca się ograniczenie do minimum prezentowania wyników w postaci tabel, które z reguły są trudne do objaśniania. Nie należy także załączać zbiorów, zielników itp. Podczas obrony zawodnik może posłużyć się dodatkową, nie zamieszczoną na plakacie dokumentacją (np. w postaci zbiorów, dziennika obserwacji itp.).

Na stronach piątej i szóstej należy umieścić dyskusję wyników i cytowane piśmiennictwo. Dyskusja ma stanowić rodzaj posumowania pracy zawierający interpretację uzyskanych wyników wraz z próbami wyjaśnienia przyczyn uzyskania takich a nie innych wyników w odniesieniu do danych z piśmiennictwa.

Zaproponowany na tym schemacie podział na poszczególne części jest tylko przykładowym rozwiązaniem. Chodzi o to, żeby na plakacie znalazły się wszystkie wymienione części i w takiej właśnie kolejności, ale to nie oznacza, że muszą się one zmieścić dokładnie na wymienionych stronach. Trzeba tak zagospodarować przeznaczoną na plakat przestrzeń, by nie było niepotrzebnie wolnych miejsc. Ceniona jest także inwencja autora w jak najlepszym przedstawieniu wyników swojej pracy. Celem ułatwienia zawieszania plakatu dobrze jest połączyć poszczególne kartki taśmą klejącą w taki sposób, ażeby można go było złożyć przed wysłaniem do formatu A4. Uczeń powinien zostawić sobie przynajmniej jeden egzemplarz plakatu, lub jego kopię, gdyż to się bardzo przydaje w różnych okolicznościach.

Cytowane piśmiennictwo

1. Cymborowski B. (1978) *Prace badawcze Olimpiady Biologicznej. Olimpiady Biologiczne* (red. Henryk Sandner). Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, s.195-206.
2. Cymborowski B. (1984) *Biologia jako podstawa studiów medycznych. 10 lat Olimpiady Biologicznej* (red. Henryk Sandner). Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, s. 111-116.
3. Cymborowski B. (1996a) *Plakat jako nowa forma przedstawiania prac badawczych Olimpiady Biologicznej. Biologia w Szkole*, 5: 254-257.
4. Cymborowski B. (1996b) *Plakat jako nowa forma przedstawiania prac badawczych Olimpiady Biologicznej. Wszechświat* 97: 238-240.
5. Gomori G. (1950) *Aldehyde-fuchsin: a new stain for elastic tissue*. Amer. J. Clin. Pathol. 20: 665-666.
6. Łomnicki A. (1999) *Wprowadzenie do statystyki dla przyrodników*, Warszawa, PWN.
7. *Zasady organizacji i przeprowadzania zawodów Olimpiady Biologicznej*. Warszawa, 1998.

Wpłynęło 17 V 1999

Prof. dr hab. Bronisław Cymborowski, Zakład Fizjologii Bezkręgowców, Instytut Zoologii, Uniwersytet Warszawski
E-mail: bron@asp.biogeo.uw.edu.pl

SZACOWANIE ŚREDNICH PRĘDKOŚCI PRZEPŁYWU W STREFIE KORYTOWEJ I POZAKORYTOWEJ RZEK ORAZ ICH WYKORZYSTANIE DO WYJAŚNIENIA ROZKŁADU OSADÓW POZAKORYTOWYCH

Wstęp

W okresach długotrwałych deszczów, ulew i roztopów nadmiar wód, nie mieszczący się w korycie rzeczonym, odprowadzany jest po dnie doliny w obszarze zalewowym. Chociaż wylewy rzek są normalnym przejawem ich funkcjonowania w takich okresach, powódzie stwarzają poważne zagrożenie dla ludzi i ich działalności w dnach dolin. Informacje o hydraulice przepływów powodziowych, tzn. o warunkach przemieszczania się wód rzecznych w korycie i w obszarze zalewowym (o objętości wody przenoszonej w tych strefach, o jej prędkości) mają więc istotne znaczenie praktyczne. W szczególności umożliwiają one określanie przepustowości koryta i obszaru zalewowego, prognozowanie zmian kulminacyjnych stanów i przepływów fal powodziowych z biegiem rzeki oraz przewidywanie lub wyjaśnienie depozycyjnej działalności wód powodziowych. Jednakże rzadkie i nieprzewidywalne pojawianie się powodzi, krótki czas trwania przepływów pozakorytowych i niebezpieczeństwo związane z dokonywaniem pomiarów (poza przekrojami mostowymi) są przyczyną słabego rozpoznania ich hydrauliki. Niniejszy artykuł przedstawia sformułowaną przez autora metodę szacowania średnich prędkości przepływu w strefie korytovej i pozakorytovej rzeki na podstawie zależności pomiędzy stanem a przepływem (tzw. krzywej konsumpcyjnej), ustalonej dla danego przekroju wodowskazowego. Na przykładach trzech przekrojów wodowskazowych z dorzecza górnej Wisły, zlokalizowanych na rzece przedgórskiej (Wisła w Smolicach), pogórskiej (Skawinka w Radziszowie) i górskiej (Skawa w Wadowicach) wykazana zostanie przydatność uzyskanych tą drogą informacji o hydraulice przepływów powodziowych do wyjaśnienia ich depozycyjnej działalności.

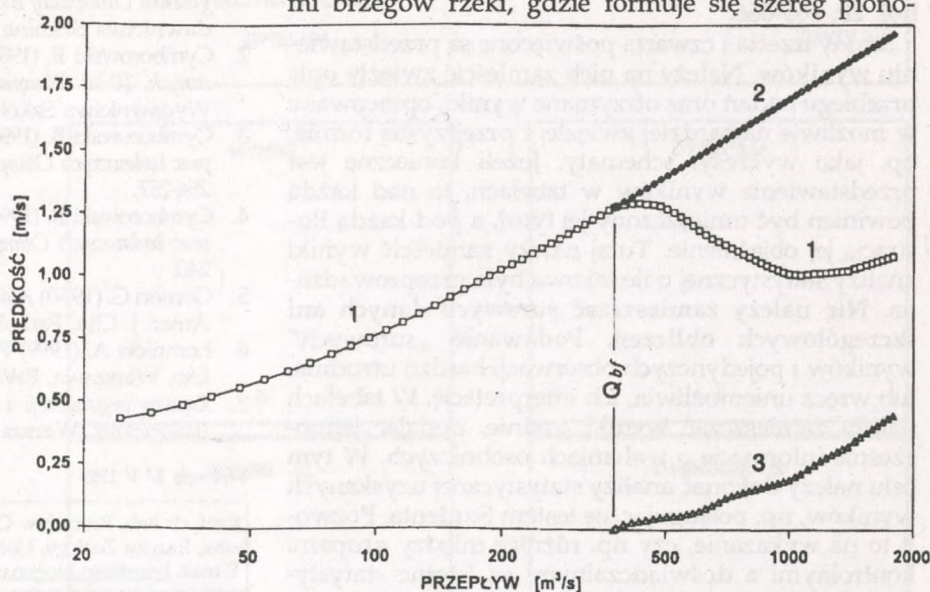
Wiadomo, że zarówno miąższość, jak i wielkość ziarna osadów deponowanych przez wody powodziowe w obszarze zalewowym (tzw. osadów pozakorytowych) maleje w miarę oddalania się od koryta rzecznego. Jednakże tempo zmian parametrów wraz ze wzrostem odległości od koryta może się znacznie różnić między rzekami o odmiennej geometrii koryta i równi zalewowej, a zatem i o odmiennej hydraulice przepływów powodziowych.

Powódź z lipca 1997 roku w południowej Polsce stworzyła okazję skonfrontowania wyników uzyskanych za pomocą zaproponowanej procedury analitycznej z rozkładem osadów pozakorytowych zdeponowanych w trakcie tej powodzi w rozpatrywanych przekrojach.

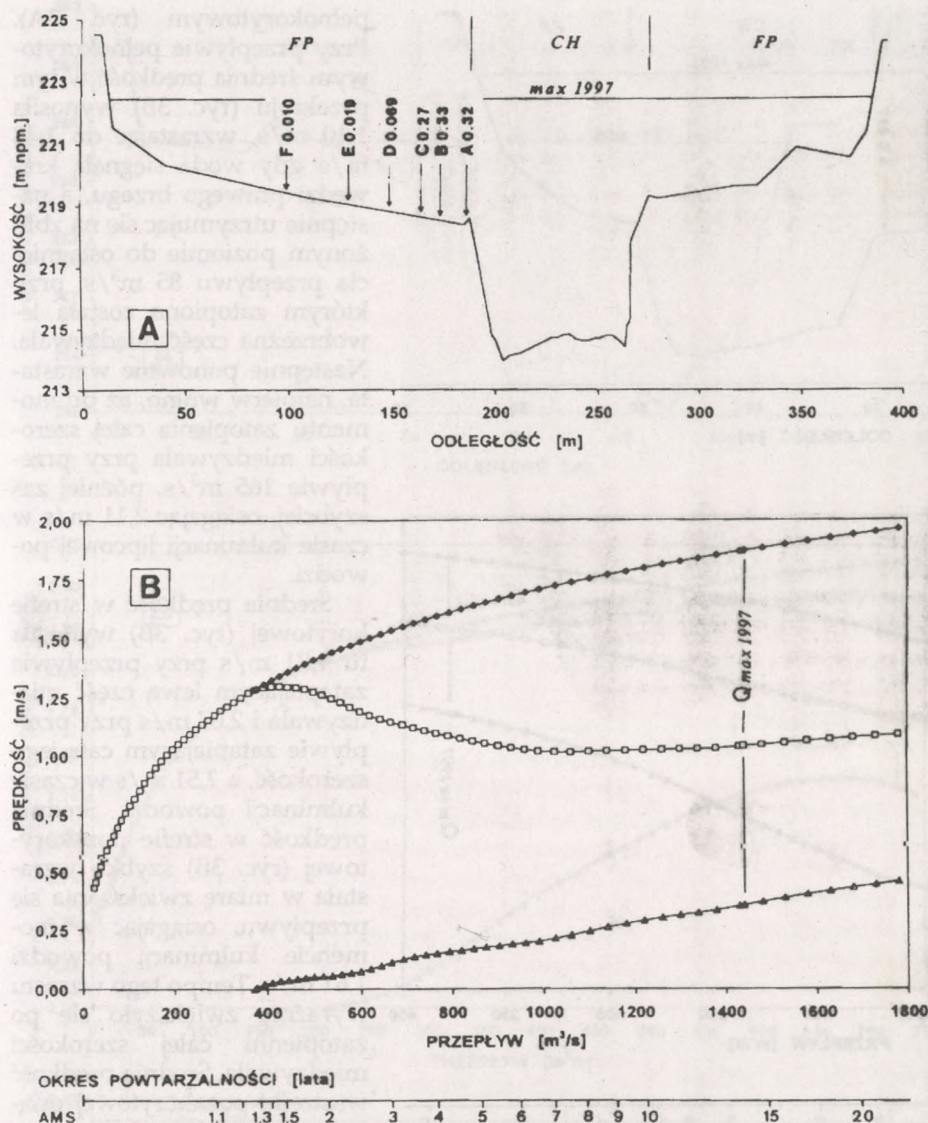
Opis metody

Krzywe konsumpcyjne, przedstawiające zależność pomiędzy stanem a przepływem, w zakresie stanów ponadpełnokorytowych ustala się na podstawie bezpośrednich pomiarów przepływu w przekroju wodowskazowym, teoretycznych obliczeń przepływu przenoszonego przy danym stanie w strefie korytovej i w strefie pozakorytovej oraz porównania objętości fal powodziowych w kolejnych posterunkach. Będąc zdefiniowane w oparciu o różne, pozwalające na wzajemną kontrolę, źródła informacji, krzywe konsumpcyjne mogą dostarczać cennych danych o charakterystyce hydraulicznej przepływów powodziowych, jeśli tylko geometria przekroju wodowskazowego jest reprezentatywna dla danego odcinka rzeki.

Prędkość przepływu w obszarze pozakorytowym jest mniejsza, niż w strefie korytovej (w korycie rzeki i ponad nim). Ta różnica prędkości pomiędzy strumieniami wód przenoszonymi po równi zalewowej i w strefie korytovej jest przyczyną występującej pomiędzy nimi interakcji i bocznego transferu pędu; powoduje on przyspieszanie przepływu w obszarze zalewowym i spowalnianie w strefie korytovej. Interakcja ta jest najbardziej intensywna ponad krawędziami brzegów rzeki, gdzie formuje się szereg piono-



Ryc. 1. Zależność pomiędzy średnią prędkością w całym przekroju (1) oraz w strefie korytovej (2) i w strefie pozakorytovej (3) a natężeniem przepływu w trakcie wznoszącej fazy powodzi z lipca 1997 roku w posterunku wodowskazowym Smolice na Wiśle. Q_{bf} oznacza przepływ pełnokorytowy. Punktami przedstawiono warunki przy stanach wody zmieniających się co 10 cm w posterunku Smolice (ryc. 1, 2B), a co 5 cm w posterunkach Radziszów (ryc. 3B) i Wadowice (ryc. 4B)



Ryc. 2. A. Przekrój poprzeczny Wisły w posterunku wodowskazowym Smolice przed powodzią z lipca 1997 roku. Strzałki wskazują miejsca poboru prób osadu. Liczby po symbolach prób odnoszą się do średniej średnicy ziarna osadów w milimetrach. Morfologiczne strefy przekrojów pokazanych na ryc. 2A-4A: (CH) koryto; (FP) równia zalewowa; (TR) terasa nadzalewowa. B. Zależność pomiędzy średnią prędkością w całym przekroju oraz w strefie korytowej i pozakorytowej a natężeniem przepływu w trakcie wznoszącej fazy powodzi z lipca 1997 roku w posterunku wodowskazowym Smolice na Wiśle. Symbole jak na ryc. 1. Wartościom przepływu przyporządkowano ich okres powtarzalności, określony metodą ciągu maksymalnych rocznych przepływów (AMS) z lat 1961-1997. Interpretację krzywej konsumpcyjnej kontynuowano poza zasięg powodzi, tak by ukazać rozkład prędkości dla przepływów o co najmniej 20-letniej powtarzalności

wych wirów. Wpływ bocznego transferu pędu na spowalnianie strumienia wody w strefie korytowej można w przybliżeniu odzwierciedlić zakładając, że brzegi rzeki wraz z ich charakterystyczną szorstkością (a więc i oporem stawianym płynącej wodzie) kontynuują się pionowo aż do powierzchni wody. Charakterystyczną dla najwyższych przepływów korytowych zależność pomiędzy wielkością przepływu a średnią prędkością można wówczas ekstrapolować na przenoszona w strefie korytowej część przepływów ponadpełnokorytowych. Opisaną powyżej procedurę zilustrowano na przykładzie przekroju wodowskazowego Smolice na Wiśle (ryc. 1). Dysponując oszacowaniem średniej prędkości w strefie korytowej, wielkość przepływu przenieszonego w strefie pozakorytowej można obliczyć jako pozostałość po odjęciu

przepływu w strefie korytowej od całkowitego przepływu odczytanego z krzywej konsumpcyjnej. Średnią prędkość przepływu w strefie pozakorytowej, V_p , możemy teraz wyliczyć postępując się wzorem:

$$V_p = (Q - A_k \cdot V_k) / A_p$$

gdzie Q oznacza całkowity przepływ, A_k oraz A_p pole przekroju przepływowego w strefie korytowej i w strefie pozakorytowej, natomiast V_k średnią prędkość w strefie korytowej. Zaproponowana procedura pozostaje w zgodzie z empirycznymi obserwacjami wskazującymi, że w strefie korytowej przenoszona jest mniejsza część całkowitego przepływu powodziowego, a w strefie pozakorytowej większa niż miałyby to miejsce przy braku transferu pędu pomiędzy tymi strefami.

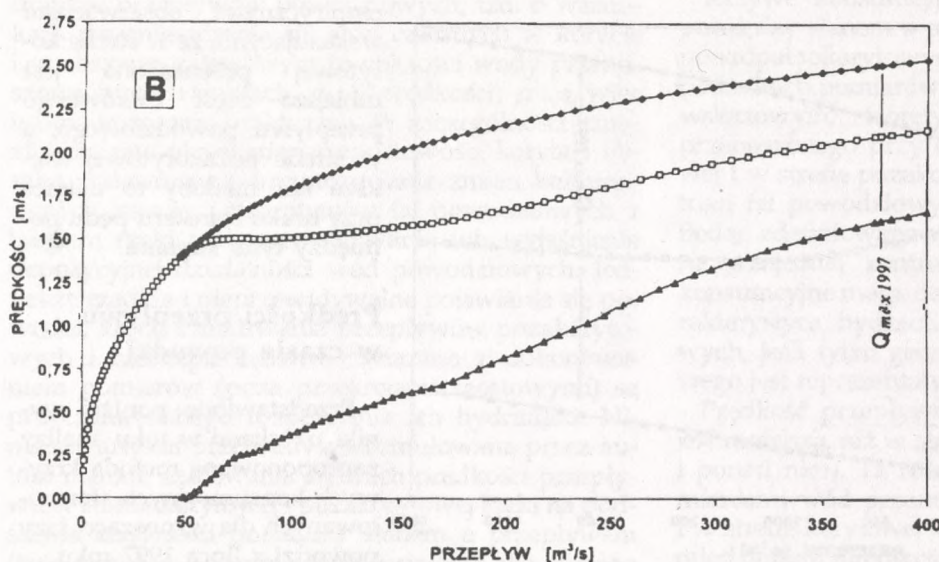
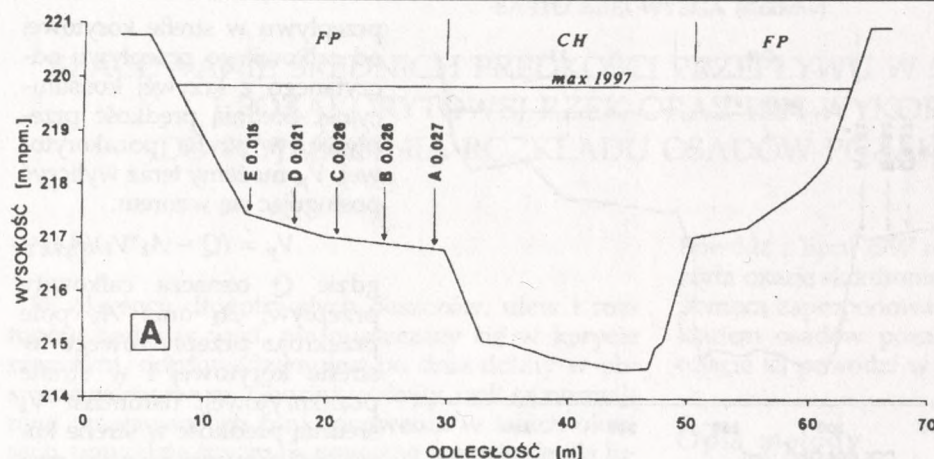
Prędkości przepływu w czasie powodzi

Przedstawione poniżej wyniki uzyskano w toku analizy zaproponowaną metodą krzywych konsumpcyjnych sformułowanych dla wznoszącej fazy powodzi z lipca 1997 roku.

Wisła w Smolicach. Szerokość równi zalewowej Wisły w Smolicach jest ograniczona wałami przeciwpowodziowymi o rozstawie 4,5 razy większym od szerokości rzeki przy stanie pełnokorytowym (ryc. 2A). Wysokość obu brzegów różni się tu o około 70 cm. Przy przepływie pełnokorytowym średnia prędkość w tym przekroju (ryc. 2B) wynosiła 1,28 m/s i po jego

przekroczeniu utrzymywała się na zbliżonym poziomie do osiągnięcia przepływu 480 m³/s, przy którym rozpoczęło się zatapianie prawobrzeżnej części międzywału. Przy dalszym wzroście przepływu średnia prędkość stopniowo malała do wartości 1,01 m/s przy przepływie 1060 m³/s, kiedy to zatopiona została cała szerokość międzywału, by później bardzo wolno wzrastać wraz z rosnącą głębokością wody w międzywale.

Średnia prędkość w strefie korytowej (ryc. 2B) wynosiła tu 1,39 m/s w momencie zatopienia prawego brzegu, 1,75 m/s przy przepływie zatapiającym całe międzywałe i 1,87 m/s w czasie kulminacji lipcowej powodzi. Natomiast średnia prędkość w strefie pozakorytowej (ryc. 2B) wolno wzrastała w miarę zwiększania się przepływu, osiągając 0,35 m/s w momencie kulminacji powodzi. Prędkość przepływu w stre-



OKRES POWTARZALNOŚCI [lata]

AMS 1.1 1.5 2 3 4 5 6 7 8 9 10 15 20

Ryc. 3. A. Przekrój poprzeczny Skawinki w posterunku wodowskazowym Radziszów przed powodzią z lipca 1997 roku. B. Zależność pomiędzy średnią prędkością w całym przekroju oraz w strefie korytowej i pozakorytowej a natężeniem przepływu w trakcie wznoszącej fazy powodzi z lipca 1997 roku w posterunku wodowskazowym Radziszów na Skawince. Symbole jak na ryc. 1

fie pozakorytowej była więc w Smolicach niewielka, zarówno w wartościach bezwzględnych, jak i w porównaniu ze średnią prędkością w całym przekroju oraz w strefie korytowej (tabela).

Skawinka w Radziszowie. Równia zalewowa Skawinki w Radziszowie również jest zawężona wałami przeciwpowodziowymi, a szerokość międzywału jest tu 2,3 razy większa od szerokości rzeki przy stanie

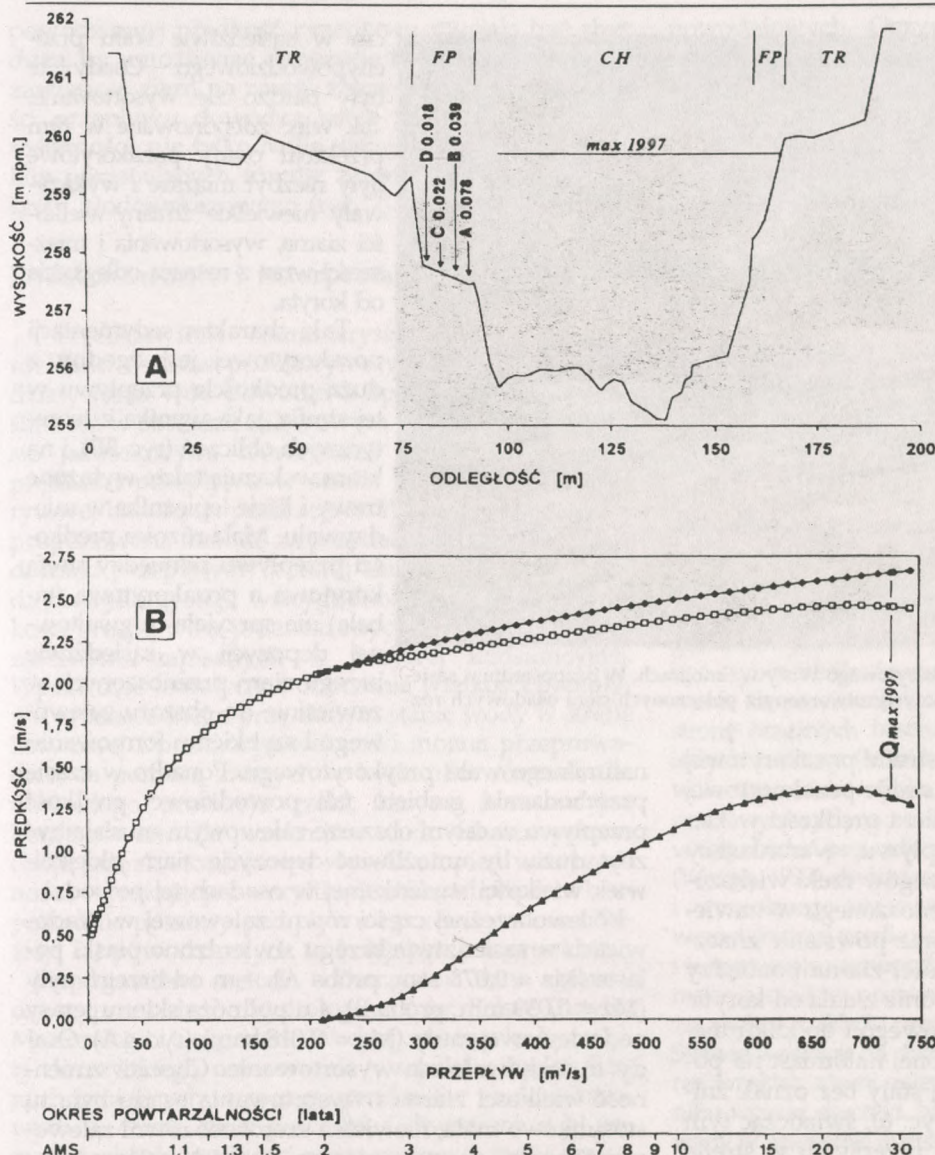
pełnokorytowym (ryc. 3A). Przy przepływie pełnokorytowym średnia prędkość w tym przekroju (ryc. 3B) wynosiła 1,40 m/s, wzrastając do 1,48 m/s gdy woda sięgnęła krawędzi prawego brzegu, a następnie utrzymując się na zbliżonym poziomie do osiągnięcia przepływu 85 m³/s, przy którym zatopiona została lewobrzeżna część międzywału. Następnie ponownie wzrastała, najpierw wolno, aż do momentu zatopienia całej szerokości międzywału przy przepływie 165 m³/s, później zaś szybciej, osiągając 2,11 m/s w czasie kulminacji lipcowej powodzi.

Średnia prędkość w strefie korytowej (ryc. 3B) wynosiła tu 1,71 m/s przy przepływie zatapiającym lewą część międzywału i 2,07 m/s przy przepływie zatapiającym całą jego szerokość, a 2,51 m/s w czasie kulminacji powodzi. Średnia prędkość w strefie pozakorytowej (ryc. 3B) szybko wzrastała w miarę zwiększania się przepływu, osiągając w momencie kulminacji powodzi 1,61 m/s. Tempo tego wzrostu wyraźnie zwiększyło się po zatopieniu całej szerokości międzywału. Średnia prędkość w strefie pozakorytowej osiągała w Radziszowie znaczne wartości w porównaniu ze średnią prędkością w całym przekroju oraz w strefie korytowej (tabela).

Skawa w Wadowicach. Prace regulacyjne prowadzone w ciągu XX wieku na Skawie doprowadziły do uformowania w Wadowicach niemal prostego koryta. Od początku stulecia pogłębiło się ono o ponad 2 m. Wskutek wcięcia się rzeki czynna przed kilkudziesięciami laty równia zalewowa uległa przekształceniu w terasę nadzalewową, a na obszarze nie rozciętych fragmentów dawnego dna rzeki uformowały się

Tabela. Średnia prędkość w strefie pozakorytowej jako procent średniej prędkości w całym przekroju (V_p/V) oraz średniej prędkości w strefie korytowej (V_p/V_k) przy przepływie o danym okresie powtarzalności (w latach) w posterunkach wodowskazowych Smolice, Radziszów i Wadowice

	Smolice		Radziszów		Wadowice	
	V_p/V	V_p/V_k	V_p/V	V_p/V_k	V_p/V	V_p/V_k
Q_3	8,6	6,4	24,0	20,2	7,7	7,5
Q_5	16,4	10,4	41,6	31,9	28,5	27,3
Q_{10}	28,2	16,0	65,7	52,8	47,5	45,2
Q_{15}	35,5	19,7	73,8	61,2	53,7	50,9
Q_{20}	40,4	22,3	77,0	64,6	55,5	52,3



Ryc. 4. A. Przekrój poprzeczny Skawy w posterunku wodowskazowym Wadowice przed powodzią z lipca 1997 roku. B. Zależność pomiędzy średnią prędkością w całym przekroju oraz w strefie korytowej i pozakorytowej a natężeniem przepływu w trakcie wznoszącej fazy powodzi z lipca 1997 roku w posterunku wodowskazowym Wadowice na Skawie. Symbole jak na ryc. 1

wąskie współczesne równie zalewowe (ryc. 4A, 7). Średnia prędkość przepływu w tym przekroju (ryc. 4B) wzrastała bardzo szybko w miarę zwiększania się przepływów korytowych, osiągając 2,06 m/s przy przepływie pełnokorytowym. Po jego przekroczeniu wzrastała znacznie wolniej, dochodząc do 2,38 m/s w momencie wkroczenia wody na terasę nadzalewową przy przepływie 525 m³/s, następnie zaś już bardzo wolno, osiągając maksymalną wartość 2,46 m/s przy przepływie 685 m³/s. Jeszcze później, wraz z gwałtownym rozprzestrzenianiem się wody na terasie, średnia prędkość nieznacznie zmalała do 2,45 m/s w momencie kulminacji lipcowej powodzi.

Średnia prędkość w strefie korytowej (ryc. 4B) była niewiele wyższa od średniej dla całego przekroju, co związane było z niewielkim udziałem przepływu poza korytem w całkowitym przepływie (ryc. 4A). Wynosiła ona 2,50 m/s, gdy woda sięgnęła krawędzi terasy, a 2,65 m/s przy przepływie kulminacyjnym. Średnia prędkość w strefie pozakorytowej (ryc. 4B) początkowo wzrastała powoli, a po przekroczeniu przepływu 270

m³/s, przy którym woda dotarła do skłonu terasy ograniczającego szerokość zatapianego obszaru, zwiększała się gwałtownie, dochodząc do 1,12 m/s w momencie wkroczenia wody na terasę. Następnie wzrastała ona już znacznie wolniej, osiągając maksymalną wartość 1,37 m/s przy przepływie 685 m³/s, by w końcu zmniejszyć się do 1,31 m/s w czasie kulminacji powodzi. Średnia prędkość w strefie pozakorytowej osiągała w Wadowicach dość duże wartości absolutne (ryc. 4B), była jednak niższa, niż na Skawince w porównaniu ze średnią prędkością w całym przekroju i w strefie korytowej (tabela).

Obserwacje po powodzi

Po zakończeniu lipcowej powodzi w analizowanych przekrojach przeprowadzono obserwacje zmierzające do ustalenia, czy teoretycznie określone rozkłady prędkości przepływu są zgodne z przestrzennym rozkładem osadów pozakorytowych powstałych w trakcie powodzi oraz z charakterem oddziaływania wód powodziowych na roślinność w obszarze zalewowym. W Smolicach wzdłuż rzeki ciągnęła się strefa piasków, stanowiących osady naturalnego wału przykorytowego, o szerokości około 25 m. Ich miąższość sięgała 30 cm w sąsiedztwie brzegu, gdzie występowały grzbiety piaszczyste

o charakterze cieni sedymentacyjnych rozwiniętych za kępami wiklin (ryc. 5). Dalej od brzegu osady wału przykorytowego miały miąższość 15-20 cm, a ich powierzchnia była pokryta riplemarkami lub magariplemarkami (ryc. 6). Osady wału przykorytowego (próby A-C) tworzyły średnioziarniste, dobrze wysortowane piaski o niewielkim rozrzucie średniej średnicy ziarna ($M_z = 0,27-0,33$ mm) (ryc. 2B). Ich boczna granica była ostra (ryc. 6). W odległości 40 m od brzegu stwierdzono występowanie piasków pylistych ($M_z = 0,069$ mm, próba D) o miąższości 5 cm, 20 m dalej mułów ($M_z = 0,019$ mm, próba E), a w odległości 90 m od brzegu mułów ilastych ($M_z = 0,01$ mm, próba F), których miąższość wynosiła 0,5 cm (ryc. 2B). U podnóża wału przeciwpowodziowego można było obserwować jedynie cienką powłokę osadu na źdźbłach trawy. Osad zdeponowany poza naturalnym wałem przykorytowym cechowało bardzo złe wysortowanie.

Szybkie zmniejszanie się wraz z odległością od koryta Wisły miąższości i wielkości ziarna osadów pozakorytowych pozostaje w zgodzie ze stwierdzoną teoretycznie znaczną różnicą pomiędzy średnią prędkością



Ryc. 5. Osady naturalnego wału przykorytowego Wisły w Smolicach. W bezpośrednim sąsiedztwie brzegu widoczny grzbiet piaszczysty utworzony z połączonych cieni osadowych rozwiniętych za kępami wiklin

kością w strefie korytowej i w strefie pozakorytowej (tabela). Wskutek tej różnicy w strefie pozakorytowej musiał zaznaczać się duży gradient prędkości w kierunku poprzecznym do przepływu, warunkujący szybką depozycję w pobliżu brzegów rzeki większości materiału klastycznego przenoszonych w zawieszynie do obszaru zalewowego oraz powstanie znacznych różnic miąższości i wielkości ziarna pomiędzy osadami deponowanymi blisko oraz z dala od koryta.

W strefie osadów wału brzegowego i do kilku metrów od niej trawy były wyłożone, natomiast na pozostałej części równi zalewowej stały bez oznak zniszczenia przez płynącą wodę (ryc. 6), świadcząc tym samym o niewielkiej prędkości przepływu w strefie pozakorytowej.

Osadami pozakorytowymi lipcowej powodzi w Radziszowie były muły. Ich średnia średnica ziarna zmniejszała się od 0,027 mm w sąsiedztwie krawędzi brzegu (próba A) do 0,015 mm u podnóża wału przeciwpowodziowego (próba E), a więc zaledwie dwukrotnie (ryc. 3A). Miąższość osadów malała od 6 cm w pobliżu brzegu do 0,5



Ryc. 6. Osady naturalnego wału przykorytowego Wisły w Smolicach. Na przednim planie powierzchnia osadów pokryta riplemarkami, w oddali megariplemarkami. Widoczna jest ostra granica pomiędzy strefą osadów wału przykorytowego a pozostałą częścią równi zalewowej, pokrytą stojącą trawą

cm w sąsiedztwie wału przeciwpowodziowego. Osady te były bardzo źle wysortowane. Tak więc zdeponowane w tym przekroju osady pozakorytowe były niezbyt miąższe i wykazywały niewielkie zmiany wielkości ziarna, wysortowania i miąższości wraz z rosnącą odległością od koryta.

Taki charakter sedymentacji pozakorytowej jest zgodny z dużą prędkością przepływu w tej strefie, jaka wynika z teoretycznych obliczeń (ryc. 3B), i na którą wskazują także wyłożone trawy i liście lepiężnika w międzywału. Mała różnica prędkości przepływu pomiędzy strefą korytową a pozakorytową (tabela) nie sprzyjała tu gwałtownej depozycji w sąsiedztwie brzegu ziarn przenoszonych w zawieszynie do obszaru zalewowego i szybkiemu formowaniu

naturalnego wału przykorytowego. Ponadto w czasie przechodzenia grzbietu fali powodziowej prędkość przepływu w całym obszarze zalewowym musiała być zbyt duża, by umożliwiać depozycję ziarn jakiegokolwiek wielkości stwierdzanej w osadach tej powodzi.

W lewobrzeżnej części równi zalewowej w Wadowicach w sąsiedztwie brzegu stwierdzono piaski pylaste ($M_z = 0,078$ mm, próba A), 4 m od brzegu pyły ($M_z = 0,039$ mm, próba B), a u podnóża skłonu terasy nadzalewowej muły ($M_z = 0,018$ mm) (ryc. 4A). Osady te cechowało źle wysortowanie. Chociaż zmienność wielkości ziarna i wysortowania osadu była tu stosunkowo mała, niewielka szerokość równi zalewowej Skawy i znaczne różnice gęstości roślinności w jej obrębie utrudniają porównywanie jej z rozkładem osadów pozakorytowych na pozostałych rzekach. Istotne jest, że miąższość osadów lipcowej powodzi była tu niezbyt duża, wynosząc od 6-7 cm w sąsiedztwie brzegu do 1,5 cm przy skłonie terasy. Również w tym przekroju w czasie przechodzenia grzbietu fali



Ryc. 7. Koryto i lewobrzeżna równia zalewowa Skawy w Wadowicach. Przebieg przekroju wodowskazowego na równi zalewowej pokazano strzałkami, wskazującymi krawędź brzegu rzeki i podnóże skłonu terasy nadzalewowej. Bezpośrednio powyżej linii przekroju wodowskazowego na równi zalewowej widoczne wyłożone wikliny

powodziowej prędkość przepływu musiała być zbyt duża, by umożliwić depozycję transportowanych w zawiesinie ziarn na równi zalewowej. Dużej prędkości przepływu dowodzą także znaczne zniszczenia roślinności, nie tylko roślin zielnych lecz również wilkin porastających równię zalewową powyżej przekroju wodowskazowego (ryc. 7).

Podsumowanie i interpretacja

Przedstawiona charakterystyka przestrzennego rozkładu osadów pozakorytowych i obserwacje oddziaływania wód powodzi z lipca 1997 roku na roślinność w obszarze zalewowym potwierdziły, w sensie jakościowym, teoretycznie określone rozkłady prędkości przepływu w strefie korytowej i pozakorytowej badanych przekrojów. Pozwala to uznać za proponowaną metodę za przydatną do określania hydrauliki przepływów ponadpełnokorytowych. Metoda ta wykorzystuje wiarygodność informacji o wielkości przepływów przenoszonych w całym przekroju rzeczonym, zapisanych w krzywej konsumpcyjnej. Wprawdzie teoretyczne obliczenia wielkości przepływu przeniesionego przy danym stanie wody w strefie korytowej i pozakorytowej rzeki można przeprowadzić, za pomocą znanych w hydraulice równań, dla dowolnego przekroju rzeki, krzywe konsumpcyjne konstruowane dla przekrojów wodowskazowych cechuje jednak stosunkowo wysoki stopień wiarygodności, wynikający z weryfikacji obliczeń poprzez bezpośrednie pomiary przepływu i porównywanie objętości fal powodziowych w kolejnych posterunkach.

Przedstawiona metoda wykorzystuje dane zgromadzone przez służbę hydrologiczną (w Polsce Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej), może więc być użyta do szybkiego oszacowania warunków hydraulicznych istniejących w szeregu przekrojów wodowskazowych w czasie danej powodzi. Odtworzone z jej pomocą rozkłady prędkości mogą następnie zostać wykorzystane do przewidywania lub wyjaśnienia obserwowanego rozkładu sedymentacji w obszarze pozakorytowym, jeśli tylko geometria przekroju wodowskazowego jest reprezentatywna dla danego odcinka rzeki.

Omówione przykłady wskazują na istnienie wzajemnego związku pomiędzy geometrią przekroju rzeczynego a charakterystyką hydrauliczną przepływów

powodziowych. Oczywisty jest fakt, że geometria przekroju przepływowego determinuje prędkość przepływu w tym przekroju. Dobitnie ukazuje to porównanie sytuacji w przekrojach Smolice i Radziszów. W obu tych przekrojach rzeka jest obwałowana, powierzchnia terenu w międzywałach jest nachylona w stronę koryta, podobny jest stopień wcięcia koryta w równię zalewową, zbliżony jest także spadek obu rzek. Jednakże znacznie mniejsza, w odniesieniu do szerokości koryta, szerokość międzywał w Radziszowie powoduje, że prędkości przepływu w strefie pozakorytowej są tu znacznie większe.

Mniej oczywisty jest wniosek, iż hydraulika przepływów powodziowych kształtuje geometrię przekroju przepływowego. Jest tak między innymi dlatego, że określony charakter depozycji w obszarze pozakorytowym, utrzymujący się w dłuższym okresie, determinuje ewolucję równiny aluwialnej. Powyżej wykazano, że znaczna różnica prędkości przepływu w strefie korytowej i pozakorytowej przekroju Smolice prowadziła do zdeponowania grubej warstwy osadów naturalnego wału przykorytowego. Długookresowym efektem takiego stylu depozycji powinna być szybka nadbudowa wału przykorytowego i uformowanie się powierzchni równiny aluwialnej nachylonej w stronę brzeżnych basenów powodziowych. Obserwacje innych badaczy (Macklin, Klimek; Łajczak) rzeczywiście wskazują na taką szybką, współczesną nadbudowę wałów przykorytowych na wielu odcinkach górnej Wisły. Z kolei, w toku badań prowadzonych przez autora w dolinie Raby (Wyźga, 1993) stwierdzono, że w wyniku regulacji koryta i wywołanego nią wcięcia się rzeki nastąpił znaczny wzrost średniej prędkości przy danej wielkości przepływu i jednocześnie zaznaczył się drastyczny spadek tempa narastania osadów pozakorytowych. Przedstawiona powyżej analiza rozkładu prędkości w przekroju Wadowice na Skawie wskazuje na duże prędkości przepływu na obszarze wąskich równi zalewowych, uformowanych w wyniku wcięcia się rzeki. Na takim odcinku rzeki transportowany w zawiesinie materiał jest przenoszony w dół jej biegu i nawet wiele powodzi może tu nie wywołać znacznego efektu depozycyjnego w obszarze pozakorytowym.

Wpłynęło 23 II 1999

Dr Bartłomiej Wyźga jest adiunktem w Instytucie Ochrony Przyrody PAN w Krakowie

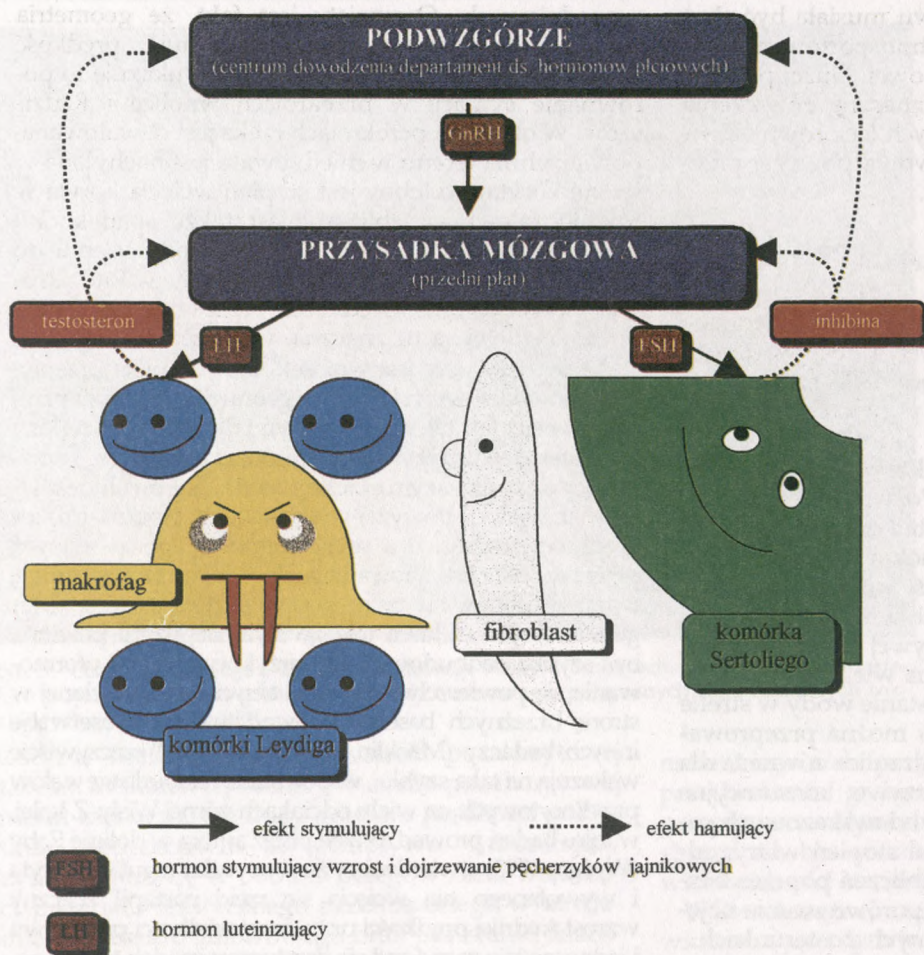
JOANNA NIEMIEC (Kraków)

O TYM JAK MAKROFAG ROZMAWIA Z KOMÓRKĄ LEYDIGA

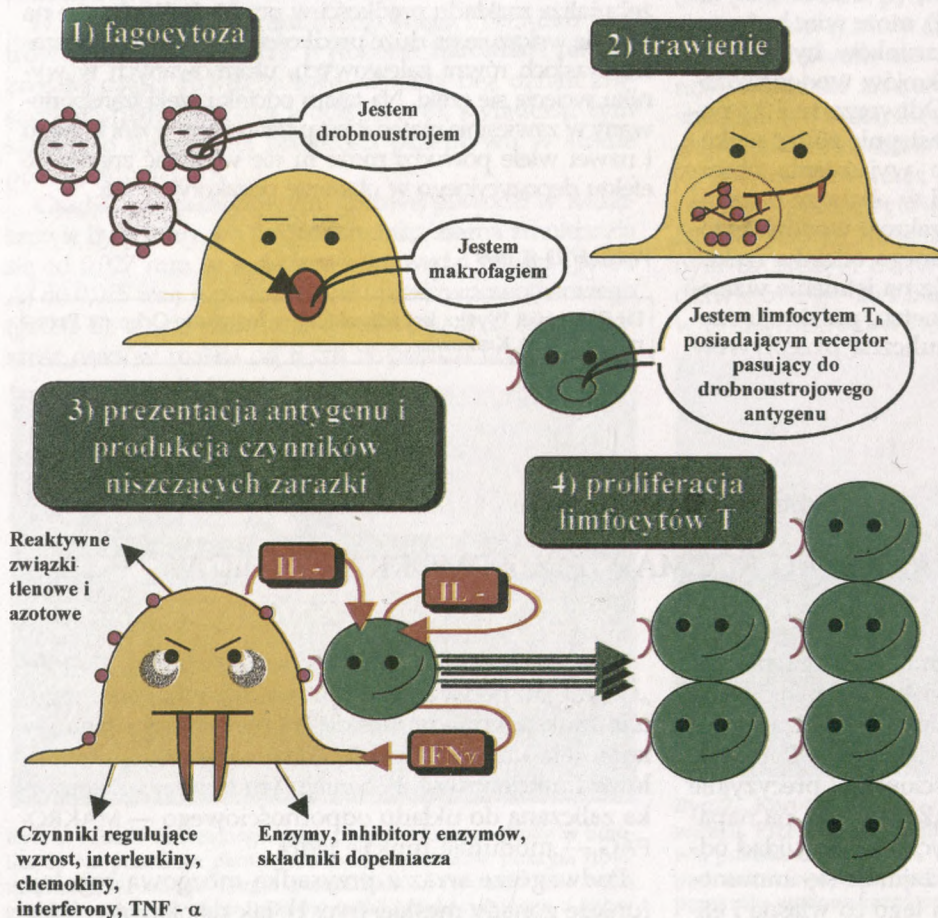
Problem „obronności” organizmu wymaga prowadzonej na szeroką skalę „dyskusji komórkowej”. Aby uchronić organizm przed zarazkami pochodzącymi z zewnątrz (i nie tylko zarazkami) wiele typów komórek, zaliczanych do układu odpornościowego, precyzyjnie wymienia informacje, by ukierunkować atak na napaśnika nie zaś na komórki zdrowych tkanek. Układ odpornościowy, którego badaniem zajmuje się immunologia, jest strażnikiem pilnującym tego co własne i eliminującym to co obce.

W poprzednim artykule (Wszechświat nr 12/1998 „O tym jak podwzgórze i przysadka mózgowa regulują funkcję gonady męskiej”) opisywałam rozmowy komórek, które pozwalają gonadzie męskiej prawidłowo funkcjonować. W niniejszym opisie, jak komórka zaliczana do układu odpornościowego — MAKROFAG — moduluje funkcję jądra.

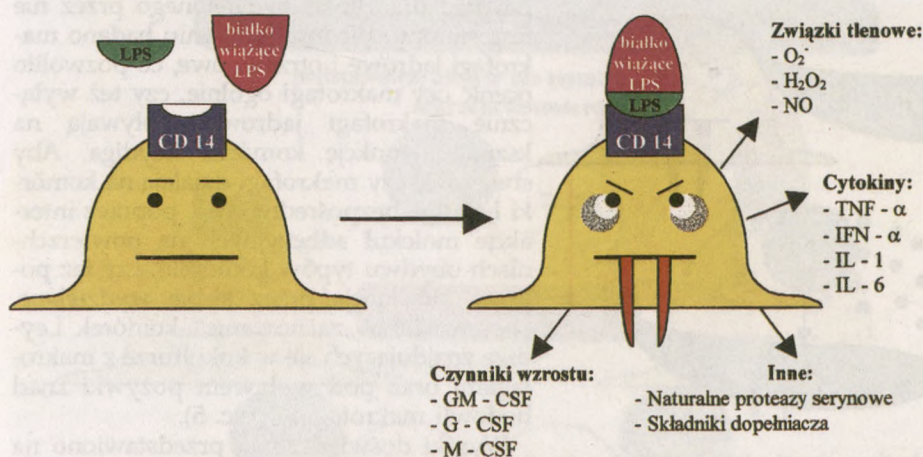
Podwzgórze wraz z przysadką mózgową regulują funkcję gonady męskiej (ryc. 1). Jak się okazuje, funkcja tej ostatniej jest również regulowana, oczywiście



Ryc. 1. Schemat przedstawiający regulację funkcji gonady męskiej. Podwzgórze wydzielają GnRH stymulujący przysadkę przednią przysadki mózgowej do produkcji LH i FSH. LH stymuluje produkcję testosteronu w komórkach Leydiga, testosteron zaś zwrótnie hamuje produkcję LH i GnRH. FSH z kolei stymuluje produkcję inhibiny w komórkach Sertoliego, ta zaś hamuje zwrótnie produkcję FSH i GnRH. Schemat pokazuje dodatkowo typy komórek występujących w jądrze. Są to komórki Sertoliego (pomagające rozwijać się komórkom rozrodczym i tworzące kanaliki nasienne wewnątrz których znajdują się dojrzałe plemniki), fibroblasty (tworzące warstwę na zewnątrz od kanalików nasiennych) oraz bohaterowie artykułu czyli komórki Leydiga i makrofagi



Ryc. 2. Rola makrofagów w reakcji odpornościowej ssaka. Makrofag fagocytuje drobnoustroj (posiadający specyficzny zestaw antygenów), w następnej kolejności drobnoustroj jest trawiony w wakuolach, po czym makrofag prezentuje na swej powierzchni jego antygeny. Organizm ssaka produkuje limfocyty T_H o rozmaitych receptorach powierzchniowych, dlatego w przypadku infekcji istnieje możliwość wyselekcjonowania receptora pasującego do antygeny drobnoustrojowego. Zgodnie z tym limfocyty T_H posiadające receptor pasujący do prezentowanego przez makrofaga antygeny po połączeniu się z owym receptorem proliferują oraz dają sygnał do rozpoczęcia akcji układu immunologicznego przeciw konkretnemu zarazkowi



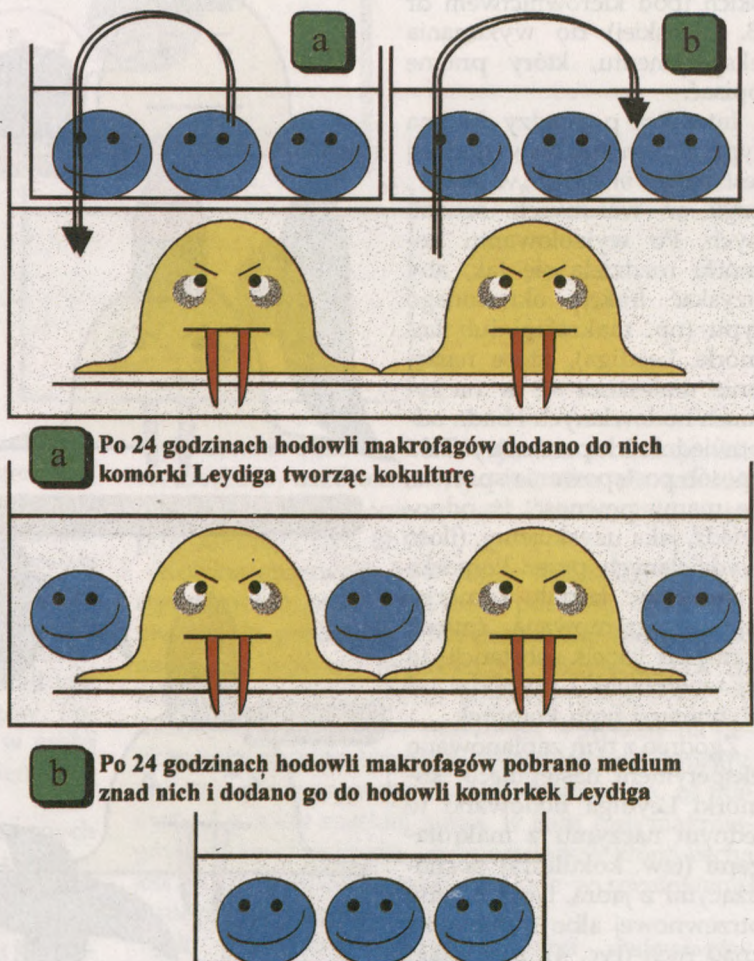
Ryc. 3. Mechanizm interakcji LPS – makrofag. W pierwszej kolejności LPS łączy się ze specyficznym białkiem. Następnie kompleks taki łączy się z receptorem (CD 14) na powierzchni makrofaga, co skłania tego ostatniego do zapoczątkowania akcji zbrojnej (produkcji czynników niszczących potencjalnego napastnika)

w mniej spektakularny sposób, przez makrofagi. Gonada jest więc miejscem, w którym krzyżują się „rozmowy” prowadzone przez komórki układu odpornościowego i komórki steroidogenne tego narządu, czyli komórki Leydiga.

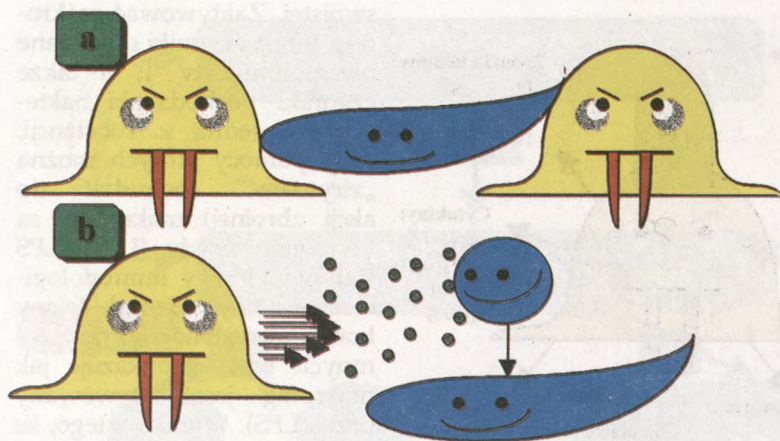
Zanim jednak zapoznam czytelników z wpływem makrofagów na komórki Leydiga, czuję się w obowiązku napisać kilka słów na temat samego makrofaga i jego roli w reakcjach obronnych organizmu. Makrofagi powstają w szpiku kostnym z pluripotentnych komórek macierzystych, dających początek mielopoetycznym komórkom macierzystym, których część przekształca się w monoblasty, te zaś w promonocyty, a te w monocyty, które po kilku dniach bytowania w naczyniach krwionośnych wywędrowują do tkanek, aby tam stać się makrofagami. Makrofagi to komórki żerne. Biorą, przede wszystkim, udział w odpowiedzi nieswoistej, gdyż same nie mają zdolności do precyzyjnego rozróżniania antygenów. Ścisłe współpracują jednak z odpowiedzią swoistą. Po pierwsze, obok komórek dendrytycznych i limfocytów B, należą do komórek prezentujących antygeny, po drugie zaś są w stanie eliminować mikroorganizmy rozpoznane przez przeciwciała. Prezentacja antygeny limfocytom T to proces pozwalający organizmowi produkować przeciwciała skierowane przeciw danemu patogenowi. Po sfagocytowaniu obcej komórki (lub mikroorganizmu) i strawieniu jej w wakuolach makrofag jest w stanie zaprezentować na swej powierzchni małe fragmenty białek tej komórki (antygeny) limfocytom T. Sam limfocyt T „nie zauważy” krążącego we krwi antygeny (ryc. 2). Jak pokazuje to ryc. 2, makrofag oprócz prezentacji antygeny, sam rozpoczyna akcję przeciw patogenowi produkując szereg czynników niszczących go — co zaliczyć należy do odporności nie-

swoistej. Zaktywować makrofaga mogą czynniki uwalniane przez limfocyty T, a także czynniki pochodzenia bakteryjnego. Jedną z substancji, przy pomocy których można „zirytować” (pobudzić do akcji zbrojnej) makrofaga są lipopolisacharydy (LPS). LPS stanowi główny immunologicznie czynny składnik ściany komórkowej bakterii gram ujemnych (ryc. 3 pokazuje jak makrofag jest aktywowany przez LPS). Wynika z tego, że makrofag to z jednej strony „agent specjalny” układu immunologicznego, którego zadaniem jest uczyć inne komórki jak rozpoznawać przeciwnika, z drugiej zaś „sprawny żołnierz”, który sam podejmuje walkę.

Domyślamy się, że makrofagi „stacjonujące” w gonadzie męskiej chronią ją przed niepożądanymi gośćmi jakimi mogą być wirusy, bakterie czy komórki nowotworowe. Jak pokazuje to ryc. 1, komórki Leydiga



Ryc. 4. Schemat przebiegu doświadczenia. W doświadczeniu obok makrofagów stymulowanych przez LPS zastosowano także makrofagi nie stymulowane, czego nie zaznaczono na rysunku



Ryc 5. Możliwe sposoby działania makrofaga: a) makrofag osobiście (np. poprzez interakcje molekuł adhezyjnych na powierzchniach obydwu typów komórek) zmienia kształt (i funkcję) komórek Leydiga, b) albo wydzielając czynniki, które wywołują zmiany w tych komórkach.

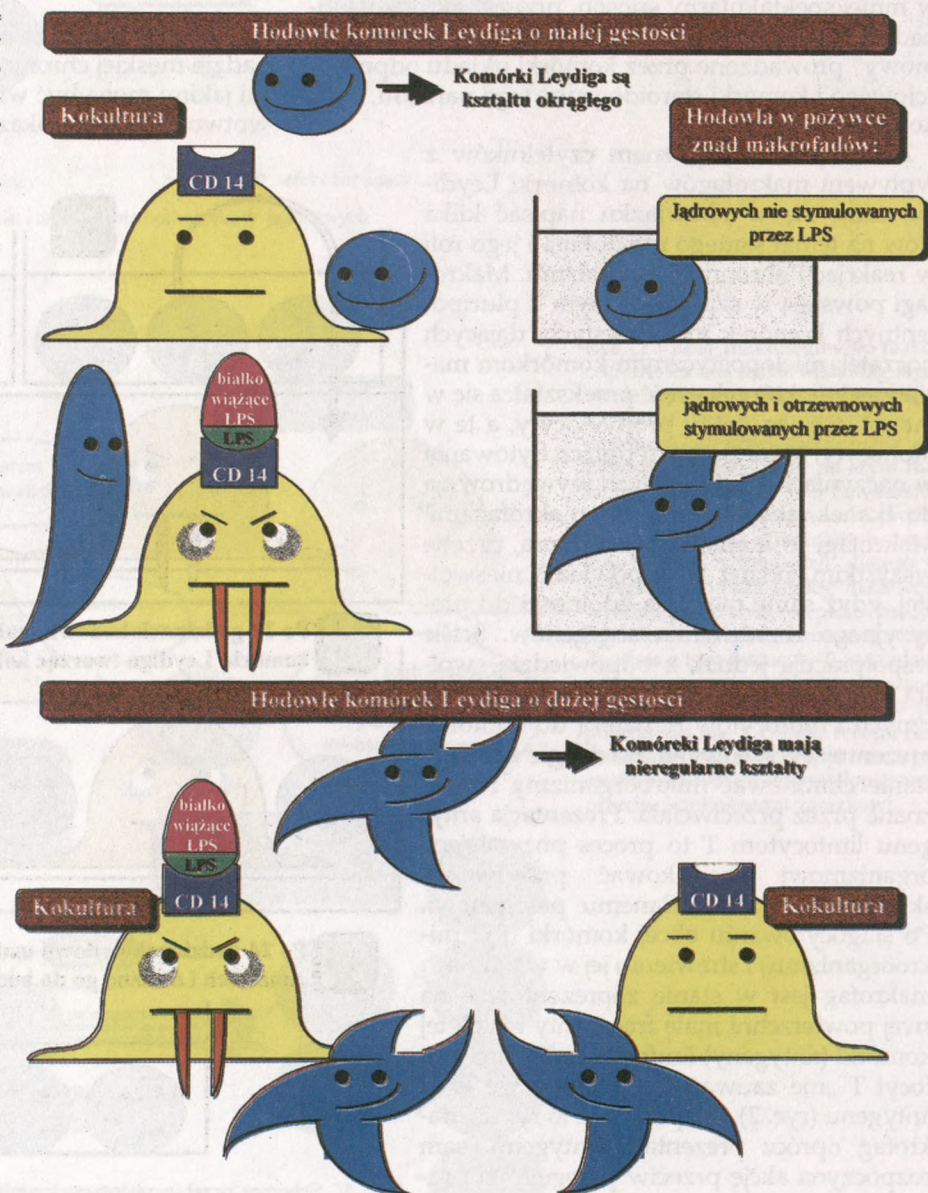
sąsiadują z makrofagami. Ten fakt może nasuwać przypuszczenie, że komórki te, w jakiś sposób współpracują ze sobą. Jak sądzę, takie właśnie podejrzenie zainspirowało grupę naukowców francuskich (pod kierownictwem dr N. Lombard-Vingon) oraz polskich (pod kierownictwem dr B. Bilińskiej) do wykonania eksperymentu, który pragnę opisać.

Interakcje pomiędzy dwoma typami komórek najwygodniej jest badać *in vitro*, „w szkle”, czyli w warunkach sztucznych. Po wyizolowaniu komórek rozdziela się tak, aby uzyskać frakcje określonego typu (np. makrofagi lub komórki Leydiga), które następnie umieszcza się w naczyniach hodowlanych i bada odpowiednie ich parametry. Taki sposób postępowania sprawia, że mamy pewność, iż odpowiedź, jaką uzyskujemy, (ilość wydzielanych przez komórkę hormonów; kształt komórki, jej zaprogramowana śmierć, transport jakiejś substancji do jej wnętrza itd.) pochodzi od wybranego typu komórek.

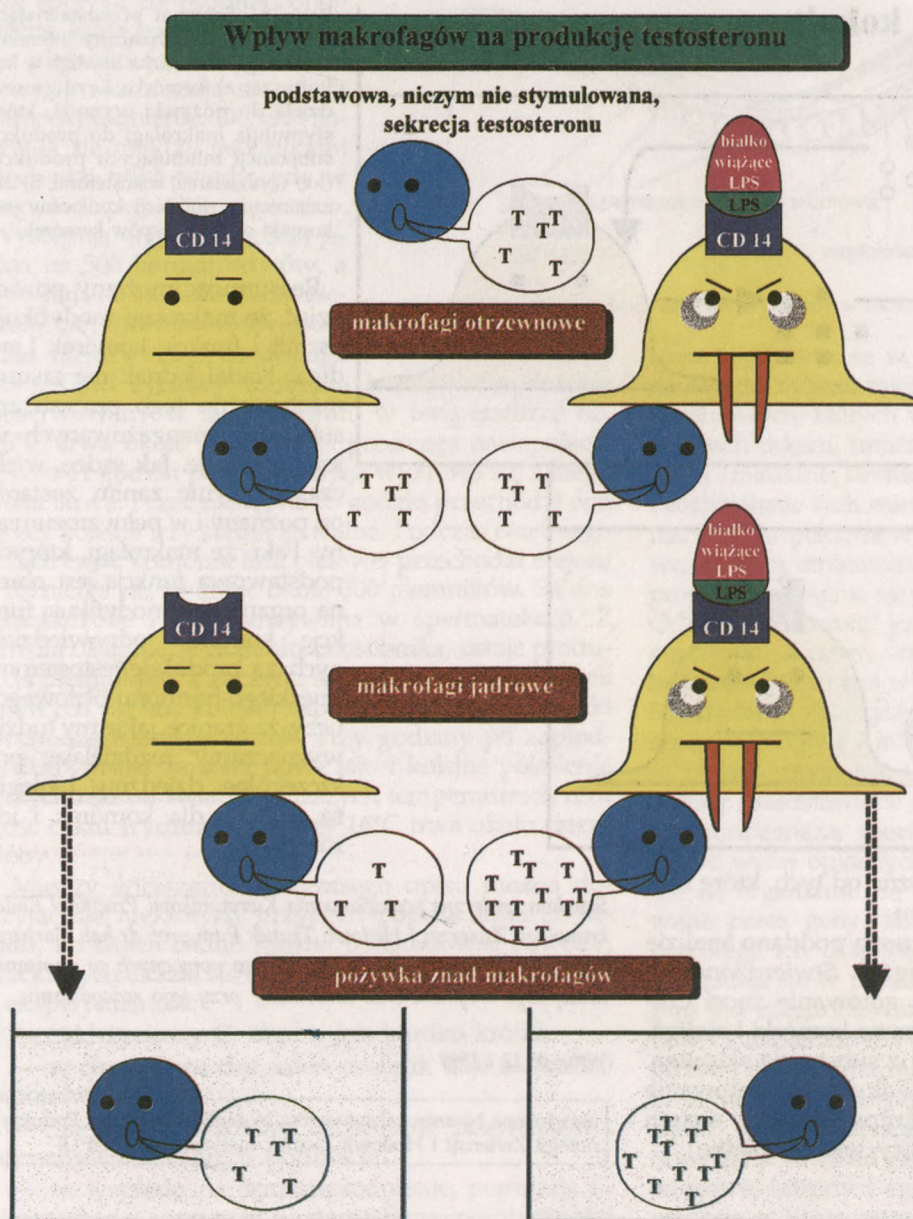
Zgodnie z tym zaplanowano eksperyment następująco: komórki Leydiga hodowano w jednym naczyniu z makrofagami (tzw. kokultura) pochodzącymi z jądra, bądź z jamy otrzewnowej albo z pożywką znad nich (ryc. 4). Makrofagi były stymulowane, lub nie, przez LPS (ryc. 3). Obserwowano, czy pod wpływem ma-

krofagów zmieniają się kształty komórek Leydiga oraz ilość wydzielonego przez nie testosteronu. W doświadczeniu badano makrofagi jądrowe i otrzewnowe, co pozwoliło ocenić czy makrofagi ogólnie, czy też wyłącznie makrofagi jądrowe wpływają na kształt i funkcję komórek Leydiga. Aby stwierdzić czy makrofagi działają na komórki Leydiga bezpośrednio (np. poprzez interakcje molekuł adhezyjnych na powierzchniach obydwu typów komórek), czy też poprzez substancje przez siebie wydzielane, obserwowano „zachowanie” komórek Leydiga znajdujących się w kokulturze z makrofagami oraz pod wpływem pożywki znad hodowli makrofagów (ryc. 5).

Wyniki doświadczenia przedstawiono na ryc. 6 i 7. Jak widać zarówno jądrowe jak i otrzewnowe makrofagi zastymulowane przez LPS, a także samo medium znad nich powodowały zmianę kształtów komórek Leydiga z okrągłego na wydłużony. Sytuacja taka



Ryc. 6. Schemat przedstawiający wpływ makrofagów stymulowanych przez LPS lub nie na kształt komórek Leydiga



Ryc 7. Schemat przedstawiający wpływ makrofagów (jądrowych lub otrzewnowych) stymulowanych przez LPS lub nie na produkcję testosteronu przez komórki Leydiga

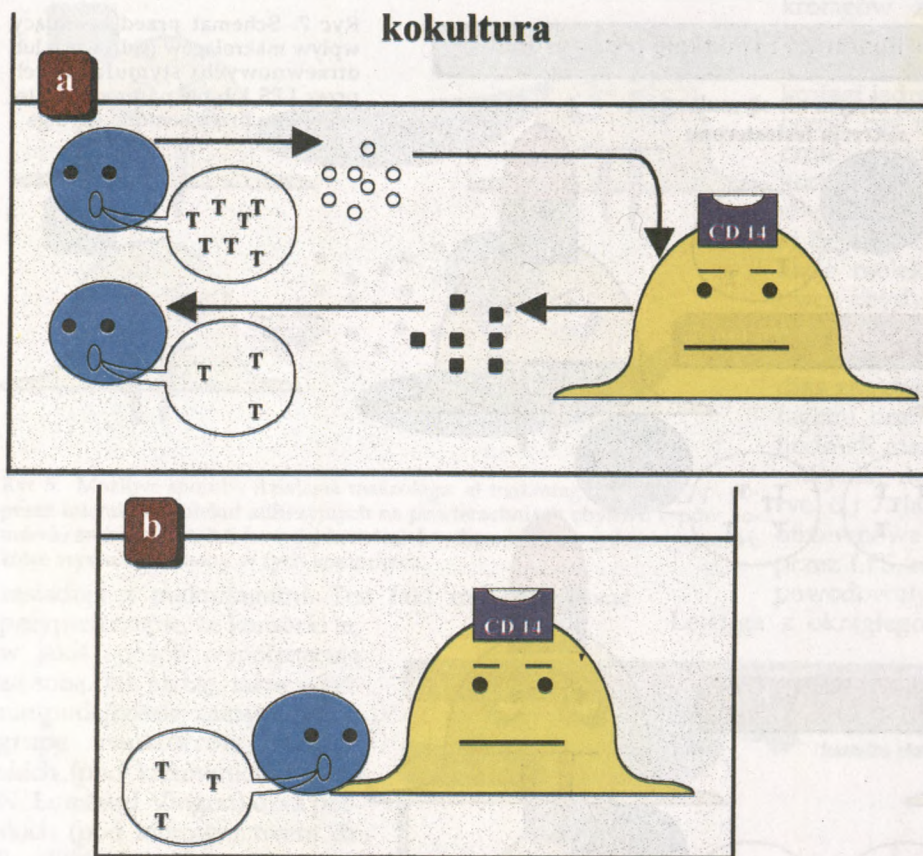
miała miejsce w przypadku hodowli komórek Leydiga o małej gęstości. Obserwacja ta może sugerować, że makrofagi zastymulowane przez LPS wydzielają do pożywki jakiś czynnik (sama pożywka znad makrofagów stymulowanych przez LPS też wywoływała efekt), który powoduje zmiany morfologii komórek Leydiga. W przypadku hodowli o dużej gęstości kształty komórek Leydiga były nieregularne i komórki posiadały wypustki cytoplazmatyczne, kształt taki nie ulegał zmianie pod wpływem makrofagów. Pozwala to przypuszczać, że komórki Leydiga w gęstej hodowli same wydzielają jakiś czynnik zmieniający ich morfologię.

Jak ukazuje to ryc. 7, obecność niestymulowanych makrofagów jądrowych obniżała produkcję testosteronu w komórkach Leydiga. Nadsącz znad niestymulowanych makrofagów nie wykazywał takiego działania. Widać więc, że wydzielanie testosteronu jest obniżone jedynie wtedy, gdy obydwa typy komórek są obecne w jednym naczyniu hodowlanym. Można to tłumaczyć dwojako: albo komórki Leydiga wydzielają do pożywki czynniki, które stymulują makrofagi do

wytwarzania substancji inhibujących produkcję (lub wydzielanie) testosteronu (ryc. 8a), albo, dla zaistnienia owej inhibicji, konieczny jest kontakt obydwu typów komórek (ryc. 8b).

Kolejną obserwacją było to, że makrofagi jądrowe stymulowane przez LPS, oraz pożywka znad nich zwiększały produkcję testosteronu, nie stwierdzono natomiast wpływu makrofagów otrzewnowych na sekrecję testosteronu przez komórki Leydiga (ryc. 7). Zatem, jedynie jądrowe makrofagi wpływały na poziom sekrecji testosteronu (niestymulowane obniżały, zaś stymulowane podwyższały). Sugeruje to, że makrofagi gonady męskiej mogą, w całej puli makrofagów, stanowić swoistą „subpopulację”, której cechą jest to, że wyspecjalizowała się ona w regulowaniu funkcji tego narządu.

Jak pamiętamy, pożywka znad makrofagów otrzewnowych (i jądrowych) stymulowanych przez LPS powodowała zmiany kształtów komórek Leydiga (ryc. 6). Pozwala to przypuszczać, że czynniki (produkowane przez makrofagi) wpływające na mor-



Ryc. 8. Schemat przedstawiający hipotetyczne mechanizmy interakcji makrofag – komórka Leydiga w kokulturze: a) komórka Leydiga wydzielająca do pożywki czynniki, które stymulują makrofagi do produkcji substancji inhibujących produkcję (lub wydzielanie) testosteronu, b) dla zaistnienia inhibicji konieczny jest kontakt obydwu typów komórek

Reasumując możemy powiedzieć, że makrofagi modyfikują kształt i funkcje komórek Leydiga. Nadal jednak nie znamy mechanizmu tego procesu ani substancji zaangażowanych w jego regulację. Jak sądzę, wiele czasu upłynie zanim zostanie on poznany i w pełni zrozumiany. Fakt, że makrofagi, których podstawową funkcją jest obrona organizmu, modyfikują funkcję komórek odpowiedzialnych za produkcję testosteronu (męskiego hormonu płciowego) uczy, że granice, jakie my ludzie wyznaczamy rozdzielając poszczególne dziedziny biologii, są otwarte dla komórek i ich rozmów.

fologię komórek Leydiga są różne od tych, które modyfikują produkcję testosteronu.

W ostatnim etapie doświadczenia poddano analizie skład pożywki znad makrofagów. Stwierdzono, że traktowanie jej trypsyną oraz gotowanie znosi częściowo wpływ jaki wywiera ona na komórki Leydiga. To pozwoliło wywnioskować, iż substancja aktywna, obecna w pożywce to białko (jak wiemy gotowanie powoduje denaturację białka, trypsyna zaś to enzym układu trawiennego degradujący właśnie białko).

Składam serdeczne podziękowania Kierownikowi Pracowni Endokrynologii Zwierząt i Hodowli Tkanek Pani prof. dr hab. Barbarze Bilińskiej za udostępnienie materiałów pomocnych w napisaniu niniejszego artykułu oraz konsultację przy jego redagowaniu.

Wpłynęło 12 I 1999

mgr Joanna Niemiec, absolwentka biologii w Pracowni Endokrynologii Zwierząt i Hodowli Tkanek Instytutu Zoologii UJ

JOANNA RUTKOWSKA (Kraków)

OSZAŁAMIAJĄCA KARIERA I TAJEMNICE ŻYCIA NICIENIA *CAENORHABDITIS ELEGANS*

Na świecie żyje około 12 tysięcy poznanych gatunków nicieni (*Nematoda*). Zamieszkują one wiele, nawet najbardziej skrajnych, środowisk takich jak gorące źródła i szczyty górskie. Znaleźć je też można w occie winnym i kleju stolarskim. Nicienie żyją zarówno swobodnie, jak i w formach pasożytów roślin i zwierząt. Pasożytami człowieka jest około 50 gatunków. Można by przypuszczać, że to właśnie one są najlepiej zbadane, a tymczasem w centrum uwagi znalazł się inny nicien.

11 grudnia 1998 roku tygodnik „Science” zamieścił w specjalnym dziale poświęconym *Caenorhabditis elegans* artykuł *Genome Sequence of the Nematode Caenorhabditis elegans. A platform for Investigating Biology*, w

którym obwieszczono poznanie pełnej sekwencji genomu pierwszego wielokomórkowego organizmu. Pracowało nad tym ponad 50 grup naukowców z całego świata. Dlaczego akurat ten organizm cieszy się takim zainteresowaniem badaczy?

Wszystko zaczęło się w 1963 roku, kiedy *C. elegans* odkrył dla nauki Sydney Brenner z Cambridge. Poszukiwał on możliwie prostego organizmu, który nadawałby się do badań nad genetycznymi i biochemicznymi mechanizmami kontroli różnicowania się komórek i dlatego jego wybór padł na *C. elegans*.

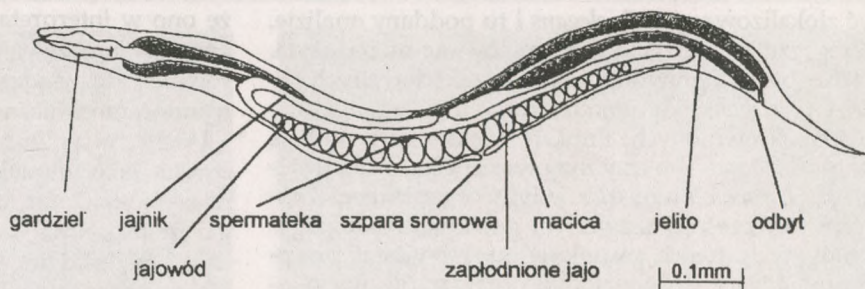
C. elegans jest to mały (około 1,1 mm), wolno żyjący nicien glebowy występujący w wielu miejscach na świecie. W naturze odżywia się bakteriami. Przeważ-

nie spotyka się osobniki obojnacze, które produkują zarówno plemniki, jak i komórki jajowe, a rozmnażają się przez samozapłodnienie. Do krzyżowania się między osobnikami dochodzi tylko wtedy, gdy w populacji pojawiają się samce. Występują one z częstością jeden na 500 hermafrodytów, a powstają na skutek nierozdzielenia się chromosomów podczas mejozy (ang. *nondisjunction*). Cykl życiowy osobnika hermafrodytycznego, obserwowany w laboratorium, w temperaturze ok. 25°C, trwa około 50 godzin i przebiega następująco. Około 11 godzin po złożeniu jaja wykuwa się z niego mała larwa. Przez następne 35 godzin przechodzi ona przez kolejne trzy stadia larwalne. Podczas ostatniego z nich część komórek linii płciowej przechodzi mejozę i różnicuje się, tworząc około 300 plemników. Są one gromadzone i przechowywane w spermatekach. Z chwilą osiągnięcia dojrzałości osobnika, ustaje produkcja plemników, a zaczyna się wytwarzanie komórek jajowych. Są one kolejno zapładniane przez plemniki pochodzące ze spermatek. Trzy godziny po zapłodnieniu zostaje złożone nowe jajo i kolejne pokolenie przychodzi na świat. W niższych temperaturach długość cyklu wydłuża się i przy 16°C trwa około cztery doby.

Miedzy wierszami powyższego opisu można doczytać się niektórych przyczyn popularności *C. elegans*. Po latach badań można podsumować powody, dla których okazał się on bardzo dogodny do hodowli i eksperymentów:

- cykl życiowy *C. elegans* jest bardzo krótki;
- w ciągu paru dni jeden osobnik daje około 300 potomków;
- niewielkie rozmiary osobników pozwalają na utrzymywanie dużych populacji;
- ze względu na samozapłodnienie, populacje *C. elegans* łatwo utrzymać w stanie homozygotyczności i można je wtedy traktować jak klony;
- istnieje wiele szczepów jednorodnych genetycznie mutantów;
- w warunkach laboratoryjnych *C. elegans* odżywia się łatwo w hodowli bakterią *Escherichia coli*;
- osobniki młodociane mogą być przechowywane w temperaturze minus 80°C, a parę minut po rozmrożeniu kontynuują rozwój i wkrótce zaczynają się rozmnażać;
- kutikula pokrywająca ciało *C. elegans* jest przezroczysta, co pozwala na obserwację pojedynczych komórek jego ciała.

Rozwój *C. elegans* jest ściśle zdeterminowany. Oznacza to, że los każdej komórki — jej podziały i migracje — jest zawsze taki sam. Komórek somatycznych jest u hermafrodyty 959 i większość z nich tworzy wyodrębnione systemy: nerwowy, mięśniowy, pokarmowy i rozrodczy. System nerwowy zbudowany jest z 302 neuronów. Tworzą one obręczkę obejmującą gardziel oraz podłużne pnie nerwowe: grzbietowy i brzuszny. Organy sensoryczne umieszczone na głowie są wrażliwe na smak, węch, temperaturę i dotyk. Chociaż *C. elegans* nie ma



Caenorhabditis elegans. Osobnik hermafrodytyczny w okresie najwyższej płodności

oczu, wykazano, że w niewielkim stopniu reaguje też na światło. System mięśniowy składa się z 81 komórek mięśniowych, których większość skupia się w czterech pasmach mięśni, umieszczonych w parach na grzbietowej i brzusznej stronie ciała. Naprzemienne kurczenie i rozluźnianie tych mięśni powoduje falisty ruch nicienia. System pokarmowy rozpoczyna się torebką gębową, za którą umieszczona jest gardziel. Dalej, w postaci prostej rury, ciągnie się jelito zbudowane z 30 komórek. Odbyt umieszczony jest na końcu tułowia, tuż przed ogonkiem. System rozrodczy dorosłego osobnika hermafrodytycznego wypełnia znaczną część jego ciała. Składa się on z parzystych jajników, jajowodów, macicy, szpary sromowej i jedynej pozostałości funkcji samca — dwóch spermatek. Układy pokarmowy i rozrodczy zostały przedstawione na rysunku.

Embriogeneza, morfogeneza, rozwój i funkcjonowanie wyżej opisanych systemów, a również starzenie się organizmu, są w znacznej mierze determinowane przez geny. Jak zbudowane są te geny? Jak przebiega ich ekspresja? Uczeń krok po kroku odpowiada na te pytania. Materiał genetyczny *C. elegans* jest zorganizowany w pięciu parach chromosomów autosomalnych i jednej parze chromosomów płciowych: XX u hermafrodytów i XO u samców. Cała sekwencja DNA zapisana jest w 97 milionach par zasad. Tylko część tego materiału genetycznego stanowi geny. W skład genów wchodzi: sekwencje regulatorowe, introny i egzony. Sekwencje regulatorowe otaczają z boku pozostałe części i, jak ich nazwa wskazuje, regulują ekspresję genu. Introny są niekodującymi fragmentami DNA. Egzony to elementy, w których zapisana jest sekwencja białek. Zlokalizowano 19 099 fragmentów DNA, które są przypuszczalnie genami. Każdy gen ma przeciętnie pięć intronów, a tylko 27% genomu stanowią egzony. Poznanie sekwencji genomu *C. elegans* nie zamyka prac nad tym gatunkiem, wręcz przeciwnie — otwiera nowe możliwości badań.

W oparciu o poznaną sekwencję przewiduje się, jakie białka może ona kodować i porównuje się je ze znanymi białkami innych organizmów. 34% białek przypuszczalnie zakodowanych w genach *C. elegans* charakterystycznych jest wyłącznie dla nicieni. Na razie funkcja tylko niewielu z nich została poznana.

Niewątpliwie jednak ustalenie genomu *C. elegans* przyczyni się do lepszego zrozumienia i kontroli rozwoju nicieni pasożytniczych. Na przykład pasożyt człowieka *Ancylostoma* należący podobnie jak *C. elegans* do rzędu *Rhabditida*, ze zrozumiałych względów nie jest zbyt wygodny w hodowli. Interesujący nas gen, np. związany z opornością na leki, może

być zlokalizowany u *C. elegans* i tu poddany analizie, której rezultaty zostaną ekstrapolowane na pasożyta.

42% białek prawdopodobnie zakodowanych w DNA *C. elegans* odpowiada białkom u organizmów dalej spokrewnionych. Funkcje większości z nich są znane. *C. elegans* ma trzy razy więcej genów niż drożdże *Saccharomyces cerevisiae*, jedyny organizm eukariotyczny o wcześniej ustalonym genomie. Analiza genomów tych dwóch gatunków może wyjaśnić procesy prowadzące do powstania organizmów wielokomórkowych. 26% białek *C. elegans* występuje również u drożdży. Natomiast obecne u *C. elegans*, a nie znalezione u drożdży są na przykład domeny genów odpowiedzialne za przekazywanie sygnałów między komórkami czy determinujące wzrost epidermy. DNA *C. elegans* zawiera również geny kontrolujące proces podziałów i śmierci komórek.

Wspólne dla *C. elegans* i kręgowców okazują się mechanizmy rządzące neurobiologią. Wydzielanie neurotransmiterów i ich receptory w toku ewolucji właściwie się nie zmieniły. Wszystkie mutacje, związane z „socjalnymi” zachowaniami *C. elegans* — np. skupianiem się w grupy podczas jedzenia, są zlokalizowane w jednej domenie genów kodujących receptory neuropeptydowe. Bardzo podobne receptory znajdują się w mózgu człowieka.

Przewiduje się, że materiał genetyczny człowieka zawiera trzy do pięciu razy więcej genów niż *C. elegans*. Dotychczas stwierdzono, że 36% białek *C. elegans* występuje również u *Homo sapiens*. Prawdopodobnie 32 z 44 ludzkich chorób genetycznych spowodowane jest przez anomalie w genach obecnych również u *C. elegans*. Przykładem może być podobieństwo genów wywołujących wczesne objawy choroby Alzheimera. W najbliższej przyszłości będziemy dowiadywać się na ten temat więcej. W latach 2003-2005 ma być bowiem ukończony Human Genome Project. Ustalenie genomu *C. elegans* usprawni badania nad sekwencją ludzkiego materiału genetycznego. Pomo-

że ono w interpretacji poznawanej sekwencji DNA i znajdowaniu zależności między genami. Cenne jest również doświadczenie uczonych w pokonywaniu trudności technicznych.

Wiele dyscyplin naukowych od lat posługuje się *C. elegans* jako modelowym organizmem. Należą tu: neurobiologia, farmakologia, psychologia, oraz biologia molekularna, komórki i rozwoju. Jedną z zaniebanych dziedzin jest ekologia ewolucyjna *C. elegans*. Stale nierozwiązane pozostają zagadki związane z cechami historii życia tego organizmu. Przykładem może być fakt, że liczba jaj złożonych przez hermafrodytę jest ograniczona przez liczbę wyprodukowanych przez niego plemników. Jest to zjawisko niespotykane w przyrodzie — powszechnie wiadomo bowiem, że plemniki produkuje się znacznie niższym kosztem niż komórki jajowe. Dlatego komórek jajowych jest zwykle mniej. Jeżeli hermafrodyta zostanie zapłodniona przez samca, może złożyć znacznie więcej jaj i połowa jego potomstwa może być płci męskiej. Dlaczego więc samce nie są bardziej rozpowszechnione?

Zadziwiające jest również, że okres reprodukcyjny *C. elegans* trwa 3-4 dni, a po jego zakończeniu osobnik żyje jeszcze przez 2 tygodnie! Podobnie jak w przypadku kobiet, istnienie okresu postreprodukcyjnego jest dość wyjątkowe, zwłaszcza że *C. elegans* nie opiekuje się swoim potomstwem. Dalsza egzystencja nie przynosi pożytku jego genom.

Poznanie sekwencji materiału genetycznego *C. elegans* dostarczyło nowego narzędzia pracy i otworzyło drogę do lepszego zrozumienia wielu procesów biologicznych. W tym artykule zostały zasygnalizowane tylko niektóre z nich. Więcej informacji można znaleźć w Internecie na stronie <http://eatworms.swmed.edu>

Wpłynęło 21 II 1999

Joanna Rutkowska, studentka III roku biologii UJ

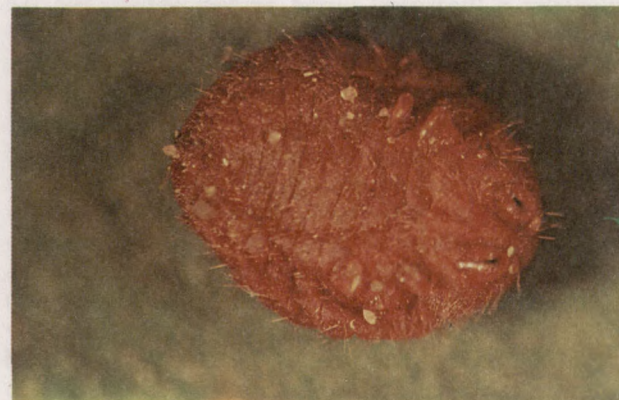
TOMASZ SKALSKI I TERESA SZKLARZEWICZ (Kraków)

CZERWIEC POLSKI — HISTORIA I DZIEŃ DZISIEJSZY

Jeszcze żaden spośród polskich owadów nie doczekał się tak wielu opracowań, w tym obszernej książki, opowiadania i kilku monografii, jak czerwec polski *Porphyrophora polonica*. Należy w tym miejscu wspomnieć, że trzy artykuły o tym gatunku zostały opublikowane również we „Wszechświecie” (w 1934, 1950 i 1987 roku). Uznaliśmy jednak, że warto przypomnieć owada, który niegdyś budził ogromne zainteresowanie badaczy, a obecnie jest niemal zupełnie zapomniany. Przyczyną zainteresowania czerwcem polskim było jego duże znaczenie gospodarcze, nietypowy wygląd, rozwój i środowisko życia. Kuliste kształty i purpurowe zabarwienie larw czerwca polskiego (ryc. 2, 4) sprawiły, że jeszcze w XVI wieku owady te uważane były za części rośliny („jagody”),

na której żyły. Pierwszym, który stwierdził, że czerwec polski jest organizmem zwierzęcym, był polski lekarz i botanik, Marcin z Urzędowa (ok. 1500-1573). Czerwec polski nabrał wielkiego znaczenia w gospodarce polskiej w epoce średniowiecza i renesansu z powodu obecności w hemolimfie (odpowiedniku krwi kręgowców) czerwonego barwnika wykorzystywanego do barwienia tkanin i skór.

Czerwec polski jest przedstawicielem pierwotnej rodziny *Margarodidae* (czerwcowate) należącej do podrzędu czerwców (polska nazwa tej grupy pochodzi od czerwca polskiego); te z kolei należą do rzędu pluskwiaków równoskrzydłych (*Homoptera*). Czerwce charakteryzują się największym wśród owadów dymorfizmem płciowym. Samice są zawsze bezskrzyd-

Ryc. 1. Czerwiec trwały *Scleranthus perennis*. Fot. S. Biliński

Ryc. 3. Dojrzała samica. Fot. T. Skalski

łe, często beznogie, natomiast samce zazwyczaj posiadają jedną parę skrzydeł i wykształcone odnóży. Dojrzałe samce nie odżywiają się, żyją bardzo krótko, a po zapłodnieniu giną. W wielu grupach czerwców samce nie występują, samice natomiast rozmnażają się partenogenetycznie (zarodki rozwijają się z niezapłodnionych jaj). Czerwce są szeroko rozpowszechnionymi szkodnikami roślin, czyniącymi olbrzymie szkody w uprawach. Oprócz czerwca polskiego, jedynie kilka gatunków czerwców znalazło praktyczne zastosowanie w gospodarce człowieka. Koszenila *Dactylopius coccus*, kermes śródziemnomorski *Kermes vermilio* i czerwec armeński *Porphyrophora hamelli* dostarczają czerwonego barwnika, zaś z wydzieliny czerwca lakowego *Kerria lacca* produkuje się masę lakową. Istnieją również przypuszczenia, że biblijna manna spadająca z nieba była wyschnięta spadź wytwarzana przez czerwca mannowego, *Trabutina mannipara*.

Czerwiec polski żeruje najczęściej na korzeniach czerwca trwałego *Scleranthus perennis* (ryc. 1). Samice składają jaja od drugiej połowy lipca do około 10 sierpnia. Jedna samica wytwarza od 200 do 700 jaj, które w ciągu 3-4 dni składane są do mieszka (kokonu), zbudowanego z woskowych nitek. Rozwój zarodkowy trwa 26 dni, po tym czasie larwy pierwszego stadium wychodzą z osłon jajowych, ale nadal pozostają w kokonie. Na wiosnę larwy opuszczają kokony i zaczynają przemieszczać się po roślinie. Po pewnym czasie osiadają na korzeniach rośliny żywicielskiej, linieją i przekształcają się w nieruchome, ku-

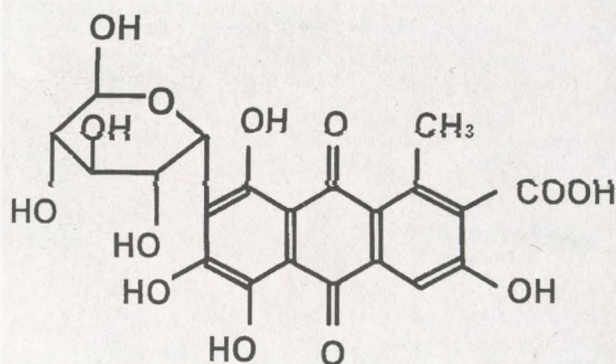
liste larwy drugiego stadium, tzw. cysty (ryc. 2). Są one pozbawione odnóży i czułków, pokarm pobierają za pomocą ssawki. Zarówno powierzchnia, jak i wnętrze ciała larw męskich i żeńskich są intensywnie purpurowe. Pod koniec czerwca larwy żeńskie osiągają 3-4 mm średnicy, podczas gdy larwy męskie tylko 1,5 mm. Większa masa ciała samic związana jest z gromadzeniem materiałów zapasowych w ciele tłuszczowym. Część materiałów zapasowych zużywana jest później przez dojrzałą, nie pobierającą pokarmu samicę, część natomiast (tzw. witellogeniny) przekazywana jest do rozwijających się komórek jajowych, gdzie odkładana jest w postaci żółtka (materiału zapasowego dla przyszłego zarodka). Ilość materiałów zapasowych w ciele tłuszczowym jest tak duża, że po oderwaniu od rośliny żywicielskiej larwy przeobrażają się w samice zdolne do składania jaj. Pod koniec czerwca larwy męskie linieją po raz drugi, przekształcając się w ruchome przedpoczwarki. Larwy te nie posiadają narządów gębowych. Przedpoczwarki poruszają się aktywnie i w końcu opuszczają roślinę żywicielską. Po około siedmiu dniach linieją i przeobrażają się w nieruchome poczwarki. W połowie lipca zachodzi ostatnie linienie, w wyniku którego po-



Ryc. 2. Larwy drugiego stadium (tzw. cysty) na korzeniu czerwca trwałego. Fot. T. Skalski



Ryc. 4. Cykl rozwojowy czerwca polskiego opracowany przez Breyniusa



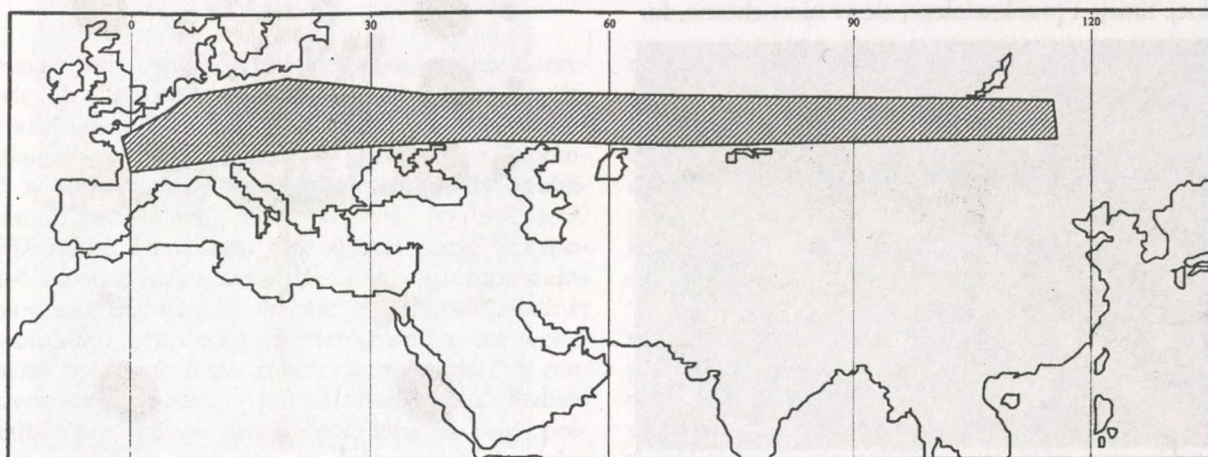
Ryc. 5. Wzór strukturalny kwasu karminowego

wstają uskrzydłone, pozbawione narządów gębowych samce. Są one niewielkich rozmiarów (2 mm), posiadają jedną parę skrzydeł, para druga przekształcona jest w tzw. rozpinacze (struktury ułatwiające samcom czerwca polskiego składanie pierwszej pary skrzydeł). Na końcu odwłoka znajduje się pióropusz woskowych szczecinek. W tym samym czasie larwy żeńskie linieją po raz drugi i przeobrażają się w robakowate samice (ryc. 3). Mogą one osiągać 5-7 mm długości. Poruszając się za pomocą mocnych, grzebnich odnóży (widocznych na ryc. 3), samice wychodzą na powierzchnię ziemi, gdzie następuje kopulacja. Dojrzałe samce żyją około jednego tygodnia, a samice około czterech tygodni. Po kopulacji samice ponownie zagrzebują się w ziemi i tam składają jaja. Mimo iż rozwój postembrionalny samic obejmuje 3 stadia, a samców 5, to jednak obie płcie osiągają zdolność do rozrodu w tym samym czasie. Zdaniem Jakubskiego (autora obszernej monografii o czerwcu polskim), występowanie tylko 3 stadiów w rozwoju ontogenetycznym samic oraz zewnętrzne podobieństwo przedpoczwarki samca i imago samic świadczą o neotonii (rozmnażaniu płciowym larw) samic czerwca polskiego. Należy w tym miejscu wspomnieć, że również wielu współczesnych entomologów podziela opinię o neotonii samic wszystkich czerwców. Ponieważ prawie cały rozwój czerwca polskiego odbywa się pod ziemią, a poszczególne stadia rozwojowe bardzo różnią się pod względem morfologii i trybu życia, zrozumienie cyklu rozwojowego tego owada wymagało wielu żmudnych obserwa-

cji. Pierwszy, precyzyjny opis rozwoju *P. polonica* przedstawił gdański przyrodnik pochodzenia hollenderskiego, Jan Filip Breynius (Breynius) (1680-1764). W trzech rozprawach, wydanych w latach 1731, 1733 i 1750, Breynius opisał poszczególne etapy rozwoju czerwca i jego stadia rozwojowe (ryc. 4). Jego największą zasługą było odkrycie, że towarzyszące samicom „drobne muszki”, dotychczas uważane za ich pasożyty, są samcami czerwca polskiego.

Z bardzo bogatego piśmiennictwa wynika, że czerwony barwnik z czerwca polskiego pozyskiwano już w średniowieczu. Istnieją przypuszczenia, że barwnik ten znany był już w czasach starożytnych, nie zachowały się jednak żadne dokumenty potwierdzające ten fakt.

Zarówno w starożytności, jak i wiekach średnich purpurowe szaty utożsamiane były z wysoką pozycją społeczną. W średniowiecznej Polsce „karmazynem” nazywano szlachcica legitymującego się wielopokoleniowym rodowodem szlacheckim. Istniał również zakaz noszenia czerwonych szat jako kara za przewinienia. Z powodu swej trwałości barwnik z czerwca był wysoko ceniony, barwiono nim tylko tkaniny bardzo szlachetne. Do farbowania tkanin późniejszego gatunku używano barwnika otrzymywanego z kłączy marzanny barwierskiej *Rubia tinctoria*. W okresie największego rozkwitu hodowli czerwca polskiego, jego zbiór był powszechny wśród ludności wiejskiej. Do zbierania czerwca zachęcali m.in. Marcin z Urzędowa i Breynius. Ten ostatni napisał, że czerwec polski jest bogactwem niedocenianym przez Polaków, zachwycających się produktami zagranicznymi barwionymi koszenilą i kermesem. Oprócz barwnika do tkanin i skór z czerwca wyrabiano farmaceutyki i kosmetyki. Zachowało się kilka przepisów na przygotowanie barwnika i sposób farbowania tkanin. Najstarszy znany przepis barwienia czerwcem, autorstwa Marcina Siennika, pochodzi z 1568 roku. Czerwca (larwy drugiego stadium) zbierano w drugiej połowie czerwca. Istniało nawet staropolskie powiedzenie: „w czerwcu pod czerwcem czerwec”. Zdaniem lingwistów polska nazwa miesiąca czerwca pochodzi od zbieranych w tym czasie czerwców. Również niemiecka nazwa czerwca polskiego — *Johannisblut*, czyli krew św. Jana, związana jest z terminem zbioru czerwca oraz czerwonym zabarwieniem jego hemolimfy. Zebrane owady zalewano wrzątkiem, suszono

Ryc. 6. Rozmieszczenie czerwca polskiego *Porphyrophora polonica* w Eurazji



Ryc. 7. Murawy naskalne na wzgórzu zamkowym w Olsztynie k. Częstochowy. Fot. T. Skalski

i mielono. Otrzymany proszek odmierzany był w jednostkach zwanych kamieniami. Po ujednoliceniu tej miary w całej Rzeczypospolitej w roku 1565, 1 kamień odpowiadał 32 funtom warszawskim, czyli około 15 kilogramom. Jakubski w monografii *Czerwiec polski* (*Porphyrophora polonica* L.). Studium historyczne ze szczególnem uwzględnieniem roli czerwca w historii kultury (1934) oszacował, że rocznie produkowano w Polsce około 30 000 kamieni. Produkt ten był wykorzystywany nie tylko w kraju, ale również eksportowany za granicę. Zachowały się kwity celne, na podstawie których można było obliczyć wartość eksportowanego barwnika. Barwnik otrzymany z czerwca polskiego charakteryzował się niezwykłą trwałością, był odporny na działanie słońca i wilgoci. Możemy przekonać się o tym oglądając wystawę w Muzeum Przyrodniczym Uniwersytetu Wrocławskiego, gdzie w gablocie poświęconej owadom pożytecznym znajdują się dwa kawałki tkanin zabarwione barwnikiem czerwcowym, pochodzące z XV i XVI wieku. Okres świetności czerwca polskiego minął wraz z odkryciem Ameryki, z której zaczęto sprowadzać barwnik pochodzący z czerwca kaktusowego *Dactylopius coccus*, tzw. koszenilę. Barwnik ten okazał się o wiele bardziej wydajny niż pochodzący z czerwca polskiego. Jakubski podaje, że 1 funt koszenili 20-krotnie przewyższa zdolność barwienia 1 funta czerwca polskiego. Również fakt, że w porównaniu z koszenilą czerwec polski zawierał znacznie więcej tłuszczu utrudniającego jego przechowywanie, przyczynił się do spadku zainteresowania nim. Mimo że masowe zbieranie i eksport czerwca polskiego upadł, to jeszcze w XIX wieku chłopci pozyskiwali barwnik z czerwca na użytek własny. Obecnie handel i wykorzystanie czerwca polskiego do celów praktycznych całkowicie zanikły. Pewne próby ożywienia tej działalności podjęto pod koniec lat sześćdziesiątych, kiedy to Wernerówna próbowała wdroić barwnik karminowy do technik histologicznych na podstawie przepisów z początków XIX wieku. Okazało się, że barw-

nik ten bardzo dobrze barwi preparaty z robaków płaskich. W czasie pisania artykułu nie udało się znaleźć żadnych nowych danych na ten temat. Nie oznacza to jednak, że barwnik karminowy nie jest używany na świecie. Nadal powszechnie stosuje się barwnik czerwony z koszenili, a jego wartość rynkowa osiąga cenę ok. 59 \$ za kilogram suchej masy. Największe hodowle koszenili prowadzone są na Wyspach Kanaryjskich i w Peru. Ze względu na bardzo dobrą odporność na działanie światła i temperatury (nie tworzą się polimery) kwas karminowy (ryc. 5) wykorzystywany jest w przemyśle spożywczym jako barwnik o symbolu E 379 oraz w technikach histochemicznych. Większa odporność na światło i temperaturę pozwala na uzyskiwanie bardziej trwałych preparatów mikroskopowych, w porównaniu z barwnikami syntetycznymi. Przy pomocy nowoczesnych technik rozdzielania (chromatografia wysokociśnieniowa HPLC) oraz detekcji (analiza spektralna widma światła) udało się ustalić skład i strukturę chemiczną barwników czerwców. Oprócz znanego już od dawna kwasu karminowego z tkanek tych owadów wyizolowano kwas kermesowy, flawokermesowy i trzy formy kwasu lakowego. Różne są jednak proporcje tych składników w zależności od analizowanego gatunku. W hemolimfie czerwca polskiego występuje dużo kwasu karminowego, nieco mniej kwasu kermesowego i flawokermesowego. Informacje te wykorzystywane są przez historyków sztuki do określania rodzaju surowca użytego do barwienia tkanin i ich pochodzenia.

Do niedawna powszechne było przekonanie, że czerwec polski rozmieszczony jest jedynie w Europie Środkowej. Świadczyły o tym liczne stanowiska z terenu Polski i krajów ościennych (zwłaszcza Ukrainy, Białorusi, Czech, Niemiec), a także z Francji, Szwajcarii i Węgier. Pogląd ten nie wynikał jednak z faktu dobrego poznania rozmieszczenia czerwca, lecz z danych historycznych, gdyż głównie na tych terenach pozyskiwano go do celów handlowych. Pod koniec lat osiemdziesiątych rewizja zbiorów z muzeów w Sankt Petersburgu i Ałma-Acie drastycznie zmieniła ten pogląd. Okazało się, że gatunek ten zamieszkuje również rejon Morza Czarnego, sięgając pasem poprzez południowe stoki Uralu, Kazachstan i Kirgizję aż po rzekę Kerulen we wschodniej Mongolii. Taki typ rozmieszczenia odpowiada rozmieszczeniu roślinności naturalnej stanowiącej lasostepy i stepy, a także półpustynie Eurazji (ryc. 6).

Analizując obszar Polski, możemy stwierdzić, że *Porphyrophora polonica* występuje praktycznie w całym kraju. Któż z nas w czasie podróży, lub wodząc palcem po mapie nie natknął się na miejscowości takie jak: Czerwińsk, Czerwonka, Karmin, Czerwona Wola, Czerwony Chotel itd. Etymologia tych nazw ściśle związana jest z czerwcem i wskazuje miejsca pozyskiwania czerwca polskiego. Udokumentowane dane powojenne, w postaci zbiorów muzealnych, są jednak bardzo fragmentaryczne. Lista potwierdzonych stanowisk nie przekracza stu. Większość z nich koncentruje się wokół dużych ośrodków naukowych takich jak Warszawa, Poznań, Lublin czy Kraków, lub terenów o dużych walorach przyrodniczych (Puszcza Białowieska, Góry Świętokrzyskie, Roztocze). Jedyny-

mi krainami, gdzie czerwiec polski nie występuje lub jego stanowiska są wątpliwe, to Sudety i Karpaty.

Gdzie należy szukać tego gatunku? Czerwiec polski preferuje gleby inicjalne (o cienkiej warstwie próchnicy), piaszczyste. Czasem można go także znaleźć na glebach inicjalnych o podłożu skalistym. Autorom udało się zebrać ten gatunek na Jurze Krakowsko-Wieluńskiej w okolicach Częstochowy (Olsztyn), na Pustyni Błędowskiej i na Roztoczu. Większość zebranych osobników występowała na glebach piaszczystych, nieliczne osobniki zbierane były także na murawach naskalnych (ryc. 7).

Powszechnie uważa się, że owad ten posiada bardzo wąskie preferencje pokarmowe i jako roślinę żywicielską wybiera czerwca trwałego, *Scleranthus perennis* (ryc. 1). Na podstawie danych z literatury udało się stwierdzić występowanie tego gatunku na co najmniej 60 innych gatunkach, należących do różnych rodzin. Najprawdopodobniej większość z nich to tzw. gatunki zastępcze, czyli takie, których walory odżywcze nie odbiegają znacznie od rośliny pokarmowej. Na przykład na stanowisku w Olsztynie udało się zebrać cysty *P. polonica* na jastrzębcu kosmaczku *Hieratium pilosella*. Jako ciekawostkę można dodać, że większość zastępczych gatunków roślin, na których zbierany był czerwiec polski, znanych jest z zachodniej części zasięgu tego gatunku. Im dalej na wschód, tym liczba ta stopniowo się obniża. Bardzo możliwe, że przyczyn tego zjawiska należy doszukiwać się w stosunkowo lepszym po-

znaniu i częstszym monitorowaniu stanowisk europejskich w porównaniu z azjatyckimi.

Nie udało się jak dotąd stwierdzić, czy czerwiec polski narażony jest w naszym kraju na wyginięcie, należy jednak zwrócić uwagę na dwa fakty. Po pierwsze — gatunek ten preferuje określony typ siedliska — piaszczyste gleby o niewielkiej wilgotności. Wzrastająca presja ze strony człowieka, szczególnie przekształcanie tzw. nieużytków do celów rolniczych (melioracja, nawożenie), a także zabudowa terenów nie wykorzystywanych rolniczo może przyczynić się do drastycznego zmniejszenia powierzchni, gdzie potencjalnie gatunek ten mógłby występować. Po drugie — ma on bardzo ograniczone możliwości przemieszczania się (podziemny tryb życia, bezskrzydłość samic), co w znacznym stopniu osłabia prawdopodobieństwo migracji z terenów przekształconych i rekolonizacji nowych. W konsekwencji duża izolacja populacji prowadzi do wymierania w skali lokalnej. Z tych samych względów nie wydaje się również słuszne tworzenie małych, izolowanych rezerwatów czerwca polskiego. Najlepszym rozwiązaniem wydaje się rozsądna polityka zagospodarowania przestrzennego, która uwzględniałaby ochronę terenów zajmowanych przez czerwca polskiego w danym regionie. Nie stać nas przecież na ryzyko wyginięcia gatunku, który odegrał tak ważną rolę w naszej historii.

Wpłynęło 17 V 1999

Dr Tomasz Skalski, asystent i Teresa Szklarzewicz, adiunkt pracują w Zakładzie Zoologii Systematycznej i Zoogeografii Instytutu Zoologii UJ

MONIKA DWOJAK (Szczecin)

PROTEINAZA K A PRIONY

Wirusy są patogenami zwierząt, roślin, bakterii i zawierają tylko jeden kwas nukleinowy DNA lub RNA oraz płaszcz białkowy. Najmniejsze wiruso-podobne wirony roślin nie zawierają białek, a tylko kolistą cząsteczkę RNA. Prion (*proteinaceous infectious particle*) jest jeszcze prostszy w budowie i nie zawiera nawet kwasu nukleinowego, składając się z patologicznego białka PrP^{sc} o odmiennej konfiguracji przestrzennej od białka komórkowego PrP^c. Dlatego też czynnik zakaźny choroby prionowej, wnikając do organizmu nie powoduje powstawania przeciwciał i stanów zapalnych, jest więc trudny do wykrycia, a zakażenie niełatwe do rozpoznania w postępowaniu diagnostycznym.

Białka PrP^c różnych zwierząt są podobnej wielkości i mają podobną sekwencję aminokwasową. Taką stałość budowy obserwuje się zazwyczaj, gdy dane białko pełni jakąś istotną dla organizmu rolę, niezależnie

od szczebla rozwoju tego organizmu. Nie wiadomo jednak jaką funkcję pełni w organizmie białko PrP^c. Wchodzi ono w skład błon komórkowych i stale podlega procesom syntezy i rozpadu. Białka PrP^c i PrP^{sc} są kodowane przez ten sam gen, zlokalizowany u człowieka na chromosomie 20. PrP 27-30 (białko prionu o ciężarze 27-30 kDa) jest produktem ograniczonej proteolizy większego białka prekursorowego — PrP 33-35^{sc} (33-35 kDa, sc od *scrapie*). PrP^{sc} różni się od PrP^c tylko jednym aminokwasem w pozycji 102, co prowadzi do substytucji proliny przez leucynę (rzadsze są inne mutacje). Oba białka mają więc prawie identyczną sekwencję aminokwasów (253 aminokwasy). W konwersji PrP^c-PrP^{sc} bierze udział dodatkowy komponent — „białko X”. Prawidłowe białka prionu mają budowę α -helisy, patogenne budowę β -heliksy. Struktury β (struktura pofałdowanej kartki) powstają przez interakcję między resztami leżącymi w pozycji

109 i 141. Białko PrP^{sc} jest jedynie trwalsze, nie wbudowuje się w błony i gromadzi się w pęcherzykach wewnątrzkomórkowych. Różnic tych nie rozpoznaje jednak układ odpornościowy, więc pojawienie się w organizmie białka o zmienionej strukturze przestrzennej nie pobudza limfocytów do reakcji obronnej. Badając czynnik zakaźny Prusiner stwierdził, że jest on względnie trwały w obecności enzymów proteolitycznych, traci aktywność po kontakcie z niektórymi detergentami, fenolem i ługiem. Jest odporny na enzymy rozkładające kwasy nukleinowe, a także na 70% alkohol etylowy, kwasy, wysoką temperaturę, promieniowanie ultrafioletowe. Wszystko to sugeruje, że jest on raczej białkiem niż kwasem nukleinowym. Choć o to wciąż toczą się spory.

Wielu uważa, że choroba prionowa pojawia się, gdy obecne w komórce prawidłowe białko PrP^c zmienia strukturę przestrzenną (α -helisy) na właściwą dla PrP^{sc} (β -helisy). W hodowlach komórkowych przekształcenie normalnego białka w białko typu PrP^{sc} zachodzi wewnątrz neuronów. Białko o wadliwej strukturze gromadzi się w nadmiarze w lizosomach, co pobudza je do wydzielania enzymów niszczących komórkę. W wyniku rozpadu komórki białko PrP^{sc} dostaje się do przestrzeni międzykomórkowych i „zakaża” kolejne komórki (PrP^{sc} łączy się z PrP^c wymuszając zmianę jego budowy przestrzennej). Konwersja PrP^c w PrP^{sc} jest gatunkowo specyficzna. Ilość czynnika patogennego narasta w postępie geometrycznym. Przyczyną choroby jest więc zmieniony kształt przestrzenny białka, a nie odpowiednia sekwencja DNA czy RNA. PrP^{sc} odkłada się następnie w mózgu w postaci blaszek amyloidowych lub tzw. „synaptycznych” depozytów PrP^c. Następnie tkanka nerwowa może zanikać w wyniku uprzątania jej przez mikroglej, a powstająca „dziura” wypełnia płyn. W ten sposób tkanka mózgowa przypomina gąbkę. Amyloid jest substancją niejednorodną chemicznie i może być tworzony przez różne białka, między innymi: lekkie łańcuchy immunoglobulin, transtyretynę, apolipoproteinę AI, gelsolinę, cystatynę C, białko prionowe. Białko amyloidu jest zwykle hydrofobowe, trudno rozpuszczalne w warunkach fizjologicznych, odporne na rozkład proteolityczny, a w procesie chorobowym zawiera mutację zazwyczaj w jednej pozycji aminokwasowej.

Jak podaje Hacker, białko PrP^{sc} jest przyczyną wielu chorób zwyrodnieniowych ośrodkowego układu nerwowego określanych łącznie mianem encefalopatii gąbczastych. Do chorób tych u ludzi należą: choroba kuru, choroba Creutzfeldta-Jakoba (CJD), nowa wersja CJD (vCJD), choroba Gerstmann-Sträusslera-Scheinkera (GSS), śmiertelna rodzinna bezsenność (FFI). U zwierząt jest to: choroba szalonych krów (BSE), scarpie u owiec i kóz, pasażowalne encefalopatie kotów, norek (TME), łosi, wielkouszych jeleni, antylop kudu, pum, strusi, gepardów, ocelotów, tygrysów, świń, myszy, chomików, małp. Zaobserwowano, że potrzeba aż 100 tys. cząsteczek nierozpuszczalnej formy prionu (PrP^{sc}), by uzyskać dawkę zakaźną. Formę nierozpuszczalną można przekształcić poza komórką w rozpuszczalną, a następnie powrócić do formy wyjściowej. Tak uzyskany preparat nie jest już zakaźny. PrP^{sc} może się dostać do organizmu różnymi drogami: przez wstrzyknięcie wprost

do mózgu, dootrzewnowo, dożylnie, z pokarmem. Choroby prionowe mogą być wynikiem zarażenia, dziedziczenia lub pojawiać się spontanicznie.

Badania prowadzone przez wiele ośrodków naukowych pozwolą określić, czy priony składające się z innych białek niż opisane, odgrywają rolę w bardziej powszechnych chorobach neurogennych, takich jak choroba Alzheimera, Parkinsona czy stwardnienie rozsiane. Choroby te łączą znaczne podobieństwa: przybierają one formy sporadyczne, czasami atakują całe rodziny; są chorobami średniego lub późnego wieku; mają one podobny obraz patologiczny — następuje degeneracja neuronów, akumulacja białka w postaci płytek, powiększenie komórek glejowych; w żadnej z tych chorób białe krwinki nie wnikają do mózgu.

Do potencjalnie szkodliwych związków produkowanych przez silnie zaktywowany mikroglej i inne makrofagi należą proteiny (enzymy trawiące białka i perforujące błony komórkowe). Enzymy te pomagają w degradacji mikroorganizmów i uszkodzonych neuronów, ale też mogą niszczyć błony zdrowych komórek i sprzyjać agregacji β -amyloidu w mózgu. Komórki mikroglejowe znajdują się więc pod ścisłą kontrolą ośrodkowego układu nerwowego. U niektórych osób wymykają się jednak spod tej kontroli. Tak rozpoczyna się np. choroba Alzheimera i AIDS.

Enzymy proteolityczne (inaczej proteazy, proteinazy) występują w organizmie ludzkim w komórkach, płynach ustrojowych i wydzielinach gruczołowych. Odgrywają zasadniczą rolę w trawieniu, krzepnięciu krwi i obronie humoralnej. Katalizują one hydrolizę białek, peptydów, amidów i niektórych estrów. Serynowe proteiny wydają się idealnie przystosowane do pozakomórkowych i wewnątrzkomórkowych funkcji. Podobieństwo wszystkich serynowych proteinaz odkrytych u ssaków nasuwa hipotezę, że pochodzą one od pewnego prymitywnego enzymu. Obfitość ich występowania w organizmie i możliwość aktywności praktycznie wszędzie narzuca konieczność rozwiązania systemu ich kontroli. Działa on dwukierunkowo: proteiny te są syntetyzowane jako nieaktywny prekursor wymagający proteolizy dla uaktywnienia oraz posiadają system białkowych inhibitorów.

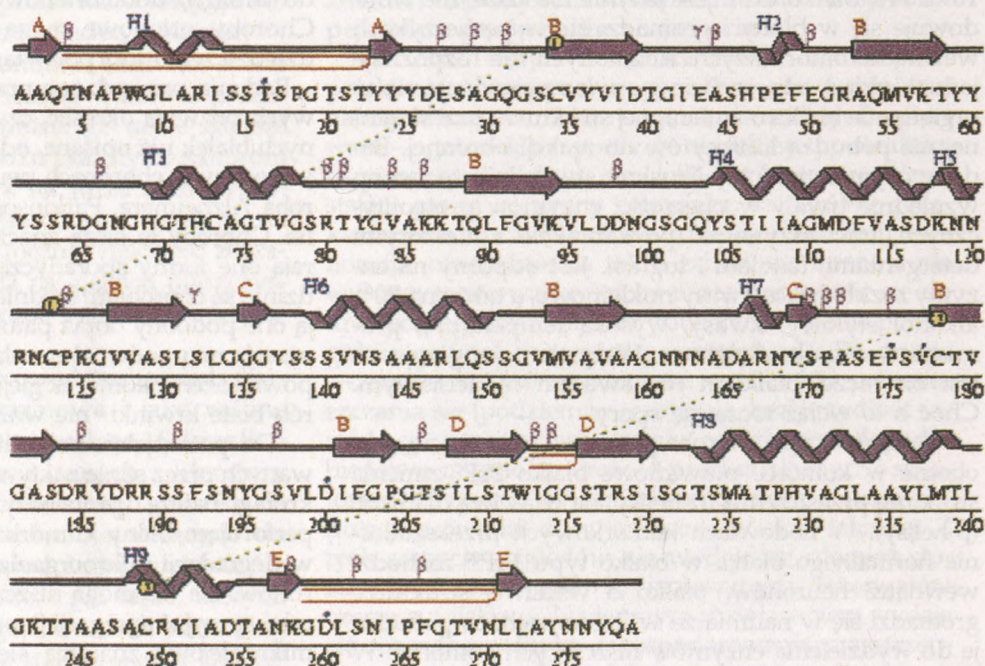
Interesująca nas proteinaza K jest endopeptydazą zawierającą w swoim centrum katalitycznym serynę, bierze udział w wewnątrzkomórkowej degradacji białek. Jest enzymem należącym do klasy hydrolaz peptydowych, sub-subklasy serynowych proteinaz oraz rodziny S8. Proteinaza K sklasyfikowana jest pod numerem: E.C. 3.4.21.14. oraz E.C. 3.4.21.64. (wersja bez jonów wapnia).

Białko odporne na działanie proteinazy K występuje rzadko ze względu na szeroki zakres działania enzymu oraz brak specyficznych dla niego wiązań peptydowych. Sekwencja aminokwasów PrP^c i PrP^{sc} oraz wszystkie ich modyfikacje posttranslacyjne są identyczne. Białka te różnią się niektórymi własnościami fizykochemicznymi, między innymi w wyniku trawienia proteinazą K w obecności detergentu, PrP^c ulega całkowitej zaś PrP^{sc} jedynie częściowej proteolizie uwalniając rdzeń PrP 27-30. Zaobserwowana oporność białka prionu na trawienie proteinazą K koreluje z zwiększającą się wraz z wiekiem zawartością proteolipidów w organizmie. Jak pisze Fikus, choroba

vCJD spowodowana czynnikiem PrP^{sc} wykazuje charakterystyczny: czas inkubacji, objaw kliniczny i obraz zmian patologicznych w mózgu oraz charakterystyczny obraz trawienia białka PrP^{sc} proteinazą K, z uwzględnieniem tzw. wzorca glikozylacji fragmentów po proteolizie. Inni autorzy opisując biochemiczny charakter białka PrP^{sc} podkreślają jego oporność na hydrolizę proteinazą K. Jedną z możliwości wytłumaczenia takiego stanu jest to, że priony przybierają wiele rodzajów konfiguracji przestrzennej. Jeden typ przekształconego białka może wykazywać powinowactwo do pewnej populacji neuronów w mózgu, natomiast drugi do innej, w wyniku czego występują zupełnie inne objawy chorobowe. Ponieważ prion może rozwijać się na co najmniej dwa sposoby, nie będzie zaskoczeniem znalezienie form zwiniętych przestrzennie zupełnie inaczej. Wykazano *in vitro*, że białka prionowe wykazują różną oporność na trawienie proteinazą K w zależności od ich pochodzenia. Forma infekcyjna nazwana „scrapie PrP” jest oporna na proteinazę, tak samo jest w przypadku CJD, PrP^{sc} w GSS jest odporny tylko częściowo (tzn. tylko wariant z mutacją w 198 kodonie). PrP z klonu chomików, w doświadczeniu Blochbergera, wykazywał wrażliwość na proteolizę. Prion odporny na proteinazę K znaleziono zarówno u pacjentów z FFI, ale miejsce jego kodowania jest inne niż w przypadku CJD. Zaobserwowano również, że alkaliczne pH (>10) oraz wysokie stężenie mocznika (>3M) może znacznie obniżyć oporność PrP^{sc} na działanie hydrolityczne proteinazy K. Również wzrastająca koncentracja HFIP (1,1,1,3,3,3-heksafluoro-2-propan) powoduje obniżenie stężenia form opornych na działanie proteinazy K (PrP 27-30).

Badania prowadzone przez Race w tkankach mózgu i śledziony mysz doświadczalnych pozwoliły zidentyfikować zarówno priony proteinazo K-oporne, jak i proteinazo K-wrażliwe. Obecność form proteinazo K-opornych koreluje z obecnością czynnika infekcyjnego scrapie. Rezultaty te sugerują, że wykrywanie prionów opornych na hydrolizę tym enzymem może być metodą diagnostyczną w encefalopatiach.

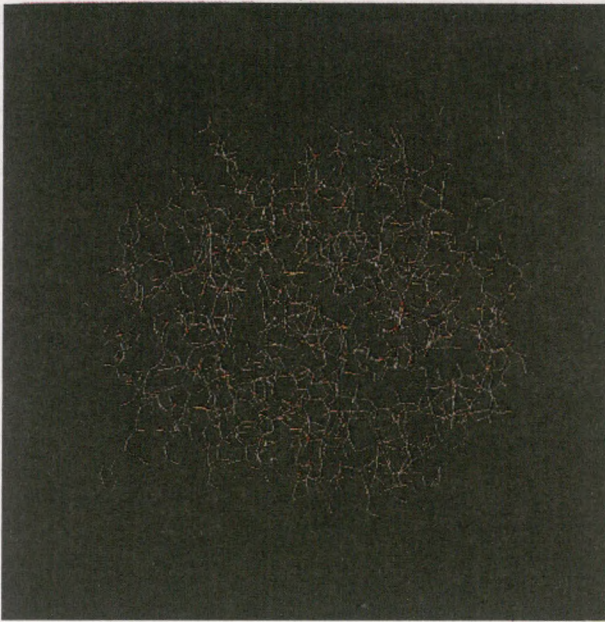
Podział rodziny enzymów hydrolizujących białka sklasyfikowanej pod numerem E.C. 3.4.21.14. (mikrobiologiczne serynowe proteinazy) zależy od mikroorganizmu, z którego jest syntetyzowany dany enzym. Podział ten przebiega następująco:



Ryc. 1. Sekwencja aminokwasów w proteinazie K (oznaczenie skrótowe wg IUPAC – IUB; źródło danych – sieć internetowa): A – alanina (ala), C – cysteina (cys), D – kwas asparaginowy (asp), E – kwas glutaminowy (glu), F – fenyloalanina (phe), G – glicyna (gly), H – histydyna (his), I – izoleucyna (ile), K – lizyna (lys), L – leucyna (leu), M – metionina (met), N – asparagina (asn), P – prolina (pro), Q – glutamina (gln), R – arginina (arg), S – seryna (ser), T – treonina (thr), V – walina (val), W – tryptofan (trp), Y – tyrozyna (tyr)

- subtilisin (*Bacillus pumilus*, *B. licheniformis*, *B. amyloliquefaciens*, *Cochobolbus carbonum*, *Dichelobacter nodosus* — hydroliza białek i aminopeptydów);
- *Escherichia coli* peryplazmatyczna proteinaza I (hydroliza wiązań między hydrofobowymi resztami);
- *Aspergillus* alkaliczna proteinaza (*A. oryzae*, *A. flavus*, *A. sojae*, *A. sulphureus*, *A. sydowi*, *A. melles*, *B. amyloliquefaciens* — hydroliza białek, nie rozszczepia aminopeptydów);
- *Tritirachium* alkaliczna proteinaza lub proteinaza K (*Tritirachium album*, *Talaromyces flavus* — hydroliza kreatyny oraz wiązań peptydowych głównie w miejscu połączeń przez grupy karboksylowe aromatycznych lub hydrofobowych reszt aminokwasowych);
- *Arthrobacter* serynowa proteinaza (hydroliza białek, brak specyfiki działania);
- *Pseudomonas* serynowa proteinaza (*Pseudomonas aeruginosa* — hydroliza białek, brak specyfiki działania);
- termomikolin lub termomikolaza (*Malbranchea pulchella* var. *sulfurea* — rozszczepia wiązania peptydowe głównie w miejscu połączeń przez aminokwasy: ala., phe., tyr.);
- termofilna serynowa proteinaza *Streptomyces* (*Streptomyces rectus* — hydroliza niepolarnych sekwencji białek);
- *Candida lipolytica* serynowa proteinaza (hydroliza salminy i acetylotyrozyny).

Proteinaza K składa się z 279 reszt aminokwasowych, posiada dwa mostki disulfonowe i wolną cysteinę przy aktywnym miejscu histydyny (his-69). Sekwencję aminokwasów, budowę przestrzenną oraz



Ryc. 2. Komputerowy model proteiny K (źródło danych – sieć internetowa)

położenie miejsc aktywnych przedstawiają ryc. 1-2. Molekularna masa proteiny K wynosi 28,790 Da. Optimum działania pH 7,5-12,0. Opisywany enzym wykazuje właściwości fluorescencyjne w zakresie fal 260-280 nm, co jest podyktowane obecnością dwóch reszt tryptofanowych: trp-8, trp-212 (energia aktywacji $54 \text{ kJ}^* \text{ mol}^{-1}$) oraz siedemnastu tyrozylowych. Liczne enzymy są inaktywowane przez substancje takie jak mocznik czy dodecysulfat. Proteinaza K nie tylko jest na nie oporna, ale też hydrolizuje niektórych albumin tym enzymem jest stymulowana obecnością wymienionych związków. Proteinaza K utrzymuje stabilność pomimo wpływu wysokiej temperatury, buforów, silnie zasadowego pH i długiego magazynowania. Przechowywana w temp. 4°C pozostaje aktywna przez 12 miesięcy. Przed autolizą chroni enzym obecność jonów wapnia (co jest także ważne dla jego termostabilności). Jako substancja termostabilna może przeprowadzać proces hydratacji w zakresie temperatur $37-177^\circ\text{C}$.

Proteinaza K wykazuje bardzo małą specyficzność, gdyż przejawia aktywność w hydrolizie kreatyny oraz denaturacji innych białek, takich jak: hemoglobina, kazeina, rybonukleaza; rozszczepia wiązania peptydowe głównie w miejscu połączeń przez grupy karboksylowe aminokwasów: val., leu., ile., phe., tyr., trp., pro., met.; wykazuje wysoką aktywność hydrolytyczną w stosunku do elastyny oraz w stosunku do α -laktoglobuliny i β -laktoglobuliny. Prekursor białka β -amyloidu w chorobie Alzheimera — C 100 (100-amino acid C-terminal fragment) podlega trawieniu tym niespecyficznym enzymem, podczas gdy samo białko β -amyloidu już tej wrażliwości nie wykazuje. Proteinaza K ma zdolność proteolizy białek, rozkładania amylazy, trawienia kompleksu białek hemowych krwi, proteolizy mikrosomalnego cytochromu b5 (w ok. 20%) oraz ekstrakcji (tkanki inkubuje się przez 2h w obecności proteiny K, ogrzewając je przez 15 min w temp. 95°C) i trawienia DNA. Jest niespecyficznym enzymem używanym do oczyszczania materiału ba-

dawczego z zanieczyszczeń białkowych, usuwania nukleazy z DNA i mRNA. Bioaktywne peptydy pochodzenia roślinnego i zwierzęcego mogą być uwalniane z białek przez ich hydrolizę w obecności proteiny K. Enzym ten hamuje aktywność *Afipia felis* — odpowiedzialnego u kotów za chorobę CSD (cat scratch disease) oraz obniża ilość *Pseudomonas aeruginosa* — odpowiedzialnego za urazy rogówki. Proteinaza K hydrolizuje obie izoformy mitochondrialnej, komórkowej kinazy kreatynowej w mięśniach królików, prowadząc do pojawienia się dwóch fragmentów: dużego N-końca białka (K1) i małego C-końca (K2). W tym przypadku proteinaza K działa na zewnętrzną powierzchnię helisy. Trawienie proteinazą K jest wykorzystywane w antygenowej procedurze identyfikacji filogenetycznych różnic wirusa wścieklizny oraz do scharakteryzowania pierwotnej struktury białek: insuliny B, cytochromu C, lizosomu. Enzym ten służy do wykrywania niekompletnych przeciwciał Rh (test erytrocytów). Infekcyjność HIV typu 1 jest zależna od typu otoczki glikoproteinowej. Niektóre jej typy są podatne na trawienie proteinazą K w zewnętrznych regionach otoczki.

Ze względu na tak szeroki zakres działania omawianego enzymu, ważna jest znajomość jego inhibitorów. Do syntetycznych i mikrobiologicznych inhibitorów proteinaz serynowych należą: amidyna, guanidyna, acyloksazyle, aldehydy białkowe (leupeptyny), kwas borny, cykliczne estry, pochodne reszt sulfonofluorkowych, diazametylowe ketony organofosfatów. Inhibitorem dla identyfikacji serynowych proteinaz jest Dip-F (diizopropyl fosfluoru). Dowodem na to, że proteinaza K jest serynową proteinazą, jest jej inaktywacja przez Dip-F lub fenylo-metylosulfon fluoru. Inhibitorem proteiny K jest także rtęć (II), która obniża enzymatyczną aktywność enzymu o 15%. W przypadku małej koncentracji rtęci obserwuje się hamowanie niekompetycyjne, a wraz ze wzrostem stechiometrycznym koncentracji rtęci hamowanie kompetycyjne, ale zawsze proteinaza K zachowuje 7% częściowej aktywności. Naturalnie występującym białkowym inhibitorem proteiny K jest PKI-3 (19,641 Da), został on wyizolowany z zarodków pszenicy. PKI-3 (bifunctional proteinase K / α -amylase inhibitor) jest białkiem globularnym, które po połączeniu z proteinazą K zmienia konfigurację jej aktywnej reszty serynowej, czyniąc przez to enzym nieaktywnym. eNAP-2 (equine neutrophil antimicrobial peptide 2) także jest inhibitorem proteiny K, ale nie łączy się z nią jeśli potraktujemy ją innym z jej inhibitorów — fenylo-metylosulfonylem fluoru. Aktywność enzymu może być także hamowana przez fosforylowane cukry (glukoza-6-fosfatę i fruktoza-1,6-bisfosfatę).

Czy proteinaza K spełni pokładane w niej nadzieje na proteolizę prionów, trudno przesądzić. Pierwsze obiecujące wyniki, że proteinaza K hydrolizuje priony, potwierdziły się tylko częściowo. Dziś wiadomo na pewno, że enzym ten nie hydrolizuje prionów odpowiedzialnych za CJD, FFI, GSS wariantu z mutacją w 198 kodonie oraz scrapie. Sukcesem zakończyły się jedynie próby proteolizy czynnika zakaźnego u chomików oraz w chorobach vCJD i GSS poza wspomnianą mutacją. Na uwagę zasługuje możliwość wy-

korzystania omawianego enzymu w diagnostyce encefalopatii. W obliczu zagrożenia życia ludzi i zwierząt prionami wyniki badań uzyskane z udziałem proteiny K będą poddawane wnikliwej ocenie tak długo, dopóki istnieje możliwość, że enzym ten mógłby się choć częściowo przyczynić do wyjaśnienia omawianego problemu.

Panu Profesorowi Zygmuntowi Machoyowi bardzo dziękuję za wskazanie tematu, pomoc i życzliwe uwagi.

Wpłynęło 5 I 1999

Monika Dwojak jest doktorantką w Zakładzie Biochemii i Chemii Pomorskiej Akademii Medycznej w Szczecinie

MONIKA BAŁYS (Kraków)

WSZECHOBECNA MELATONINA

Organizmy żyjące na Ziemi wykorzystują sezonowe zmiany zachodzące w środowisku, takie jak: zmiany długości fotoperiodu, sezonowe zmiany temperatury, pory deszczowe, dostępność pokarmu, do regulacji różnorodnych funkcji fizjologicznych: reprodukcji, migracji, linienia, zmiany ubarwienia sierści i upierzenia oraz diapauzy. U kręgowców głównym narządem pośredniczącym w przekazywaniu informacji ze środowiska do wnętrza organizmu jest szyszynka. Nośnikiem tych informacji jest światło, a dokładniej jego natężenie i czas trwania okresu światła w ciągu doby. Zmiany okresu światła wyznaczają dobowy rytm dnia i nocy, a intensywność oraz długość okresu światła w ciągu doby związana jest ze zmianą pór roku. Bódcze świetlne, za pośrednictwem układu nerwowego, dzięki wielu reakcjom biochemicznym zamieniane są na informację chemiczną i w tej postaci jako hormon melatonina działają ogólnoustrojowo.

W toku rozwoju filogenetycznego szyszynka uległa przekształceniu od narządu fotoreceptywnego u smoczkoustych, ryb i płazów, poprzez narząd zarówno światłoczuły i spełniający czynność wydzielniczą u gadów i ptaków, do gruczołu neuroendokrynnego u ssaków. Szyszynka produkuje melatoninę, której poziom u kręgowców jest wysoki w ciągu nocy, zaś niski w ciągu dnia, bez względu na to czy zwierzęta prowadzą nocną aktywność czy też dzienną. Znajdująca się w ustroju melatonina pochodzi głównie z szy-

zynki, chociaż jest również syntetyzowana w siatkówce oka, układzie pokarmowym, gruczole Hardera, leukocytach, a nawet w płytkach krwi.

Większość badań dotyczących roli i mechanizmów działania melatoniny skupia się na kręgowcach, ze szczególnym uwzględnieniem człowieka (zagadnieniem tym w całości poświęcony był Wszechświat z kwietnia 1996). Można mówić nawet o szczególnej modzie na melatoninę, w myśl której stanowiłaby ona „eliksir młodości” oraz cudowny lek na różnorodne dolegliwości. Nie możemy jednak myśleć, że posiadamy monopol na tę substancję, gdyż melatonina występuje w całym świecie żywym, a niektóre organizmy jednokomórkowe wydają się być swoistymi fabrykami tej substancji.

Występowanie melatoniny stwierdzono u wielu roślin o filogenetycznie różnym pochodzeniu. Melatonina została odkryta u glonów: u brunatnicy *Pterygophora californica*, u krasnorostów i zielenic, a ponadto jej obecność została stwierdzona u 16 rodzin roślin okrytonasiennych zarówno jedno-, jak i dwuliściennych. Melatonina występuje w wielu organach roślin wyższych, w pędach, liściach, korzeniach, ale również w kwiatach i suchych nasionach, a jej stężenie wykazuje duże zróżnicowanie. W porównaniu z zielonymi częściami roślin, ich podziemne części, np. bulwy ziemniaka mają niski lub niewykrywalny poziom melatoniny. Poziom melatoniny u wielu wyższych roślin

Tabela 1. Występowanie melatoniny u wybranych gatunków jednokomórkowców i roślin

Takson	Gatunek	Metoda detekcji	Rytm okołodobowy	Zarejestrowane stężenie
Euglenowce	<i>Euglena gracilis</i>	HPLC-ECD, RIA	+	< 1 ng-3 µg/mg białka
Bruzdnice	<i>Gonyaulax polyedra</i>	HPLC-ECD, RIA	+	0,1-2,5 ng/mg białka
	<i>Amphidinium carterae</i>	HPLC-ECD,		powyżej 887 ng/mg białka
Krasnorosty	<i>Palmaria palmata</i>	HPLC-ECD		
Brunatnice	<i>Pterygophora californica</i>	HPLC-ECD, RIA		1,5 ng/mg białka
Okrytonasienne				
Różowate	<i>Malus domestica</i> , owoc	RIA		48 pg/g tkanki
Komosowate	<i>Chenopodium rubrum</i>	RIA	+	
Liliowate	<i>Allium cepa</i> , łodyga/liście	RIA		32 pg/g tkanki
Trawy	<i>Zea mays</i> , nasiona	RIA		1,366 pg/g tkanki

jest zdumiewająco wysoki, może osiągać stężenie 1 nM, podczas gdy średnie dobowe stężenia melatoniny w osoczu krwi człowieka wahają się od 1,4 nM (dzieci 3-miesięczne) do poniżej 0,2 nM (u osób starszych). Ponadto, podczas ekstrakcji melatoniny z zielonych części roślin może następować jej szybki rozkład na skutek reakcji z wolnymi rodnikami, dlatego też otrzymane dane nie zawsze odzwierciedlają jej rzeczywisty poziom.

Biologiczna rola melatoniny u roślin jest słabo znana. U *Pterygophora californica* melatonina może naśladować wpływ ciemności na proces wzrostu. U roślin wykryto także okołodobową rytmikę syntezy melatoniny. Została ona wykazana u komosy czerwonej *Chenopodium rubrum*, która jest pospolitą rośliną krótkiego dnia (rośliny zakwitające pod koniec lata lub na początku jesieni, gdy dni stają się coraz krótsze). U innych okrytonasiennych stwierdzono również wpływ melatoniny na cytoszkielec, np. u gatunku z rodziny amarylkowatych, u *Haemanthus katherinae* melatonina zwiększała dwójłomność wrzeciona mitotycznego w komórkach bielma, a u cebuli wpływała na strukturę mikrotubularną korzenia. Podobny wpływ na cytoszkielec obserwowano u należącego do pierwotniaków orzęska *Stentor coreuleus* i w komórkach kręgowców.

Potencjalne możliwości przeciwtleniające melatoniny mogą tłumaczyć stosunkowo wysoki jej poziom w tkankach roślinnych. Stwierdzono, że związek ten może wchodzić w reakcje z tlenem singletowym, jonorodnikiem ponadtlenkowym oraz z najbardziej reaktywnym rodnikiem hydroksylowym. Istotną cechą antyutleniającego działania melatoniny jest jej zdolność do terminacji procesów wolnorodnikowych. Ochrona przed wolnymi rodnikami, powodującymi peroksydację lipidów, jest szczególnie ważna w nasionach, które często pozostają długi czas w spoczynku. Dodatkowo stwierdzono, że melatonina może chronić rośliny przed szkodliwym wpływem ozonu.

U bezkręgowców melatonina powstaje w ten sam sposób jak u kręgowców. Pierwszym etapem tego procesu jest hydroksylacja tryptofanu do 5-hydroksytryptofanu (5-HTP), który następnie jest dekarboksylowany do 5-hydroksytryptaminy (5-HT) czyli serotoniny. Podobnie jak u kręgowców, dalszy metabolizm serotoniny może przebiegać na dwa sposoby: poprzez N-acetylację, przy użyciu specyficznego enzymu serotoninowej N-acetylotransferazy (NAT), wynikiem której jest powstanie N-acetyloserotoniny (NAS), głównego prekursora melatoniny w szyszynce kręgowców lub poprzez oksydacyjną deaminację przy użyciu enzymu monoaminooksydazy (MAO). Główny szlak enzymatyczny u owadów przebiega poprzez N-acetylację, a z N-acetyloserotoniny pod wpływem enzymu hydroksyindolo-O-metylotransferazy (HIOMT) powstaje melatonina. Obecność NAT i NAS w tkance nerwowej u muszki owocowej *Drosophila melanogaster* znana jest od dawna. Wśród owadów stosunkowo niski poziom melatoniny kontrastuje często z dużo wyższym stężeniem jej prekursora NAS. U *Drosophila melanogaster* stężenie NAS jest trzykrotnie wyższe od stężenia melatoniny. Mniejsze, ale odpowiadające powyższym różnice, zostały stwierdzone także u karaczana *Periplaneta americana*. Wyniki te mogą sugerować, że melatonina jest w większym stopniu niszczona przy ekstrakcji lub też, że NAS posiada jakąś szczególną funkcję u owadów, czy też wreszcie, że biosynteza melatoniny podlega kontroli nie tyle NAT, ile HIOMT.

Po raz pierwszy obecność melatoniny wśród bezkręgowców stwierdzono w oku złożonym szarańczy wędrowniej *Locusta migratoria*, a jej poziom został oznaczony metodą radioimmunoeseju. Wynik ten został później potwierdzony przy pomocy chromatografii gazowej. Stężenie melatoniny u owadów hodowanych w październiku, w warunkach świetlnych 9 godz. światła i 15 godz. ciemności w ciągu doby (LD 9:15) wahało się pomiędzy 10,5 a 26,5 pg/oko, z wyższą wartością przypadającą na godziny nocne, niż-

Tabela 2. Występowanie melatoniny u wybranych gatunków bezkręgowców. Metody detekcji: RIA (radioimmunoesej), HPLC-ECD (wysokociśnieniowa chromatografia cieczowa z detekcją elektrochemiczną), HPLC-FD (wysokociśnieniowa chromatografia cieczowa z detekcją fluorometryczną), GCMS (chromatografia gazowa sprzężona ze spektrometrią masową)

Takson	Gatunek, tkanka	Metoda detekcji	Rytm okołodobowy	Zarejestrowane stężenie
Parzydełkowce	<i>Renilla koellikeri</i>	RIA	+	1 ng/g tkanki
Mięczaki				
Brzuchonogi	<i>Aplysia californica</i> , oczy	RIA	+	20-500 pg/oko
Głównonogi	<i>Sepia officinalis</i> , siatkówka	RIA		2,9-3,5 pg/mg tkanki
Stawonogi				
Skorupiaki	<i>Penaeus monodon</i> , płat wzrokowy	RIA, mierzone: NAT i HIOMT		30-35 pg/płat wzrokowy
Owady	<i>Periplaneta americana</i> , mózg i płat wzrokowy	RIA	+	20-150 pg/tkanki
	<i>Gryllus bimaculatus</i> oko	HPLC-FD	+	317-9,134 pg/g tkanki
	mózg		+	323-878 pg/g tkanki
	<i>Locusta migratoria</i> , oko	RIA, GCMS	+	2,5-6,5 pg/mg tkanki
	<i>Musca autumnalis</i> , mózg	RIA	+	39-162 nM/mózg
	<i>Drosophila melanogaster</i> , głowa	RIA, GCMS	+	15-33 fM/mg białka

uwaga: u nierytmicznych mutantów *Drosophila melanogaster* *per⁰* nie stwierdzono HIOMT i melatoniny.

szą zaś na koniec fazy jasnej. Także u innych owadów stwierdzono dobowy rytm zmian poziomu melatoniny, u muchy *Musca autumnalis* zanotowano rytmiczne zmiany stężenia melatoniny występujące w mózgu, ze szczytem przypadającym na fazę ciemną cyklu dnia i nocy. W mózgu i płacie wzrokowym karaczana stwierdzono wysoką aktywność NAT, około 20 nmoli/mózg/godzinę, która jest porównywalna z aktywnością NAT zaobserwowaną w nocy w szyszynce kurczęcia. Mimo, że poziom melatoniny u karaczana jest wyższy w nocy, zaś niższy w dzień, nie wykazano zmian stężenia enzymu NAT. Obecność melatoniny stwierdzono też u innych bezkręgowców, u skorupiaków i ślimaków. Melatonina została wykryta w oku złożonym kraba *Carcinus maenas* i w siatkówce mątwy *Sepia officinalis*. U obu gatunków zanotowano wysokie stężenia melatoniny, od 2100 do 2800 pg/siatkówkę u mątwy i od 2700 do 3650 pg/oko u kraba. Wyniki te odpowiadają stężeniom obserwowanym u ptaków. Obecność melatoniny wykryto też u prymitywniejszych tkankowców, u płazińca *Dugesia dorotocephala* jej obecność stwierdzono w mózgu. Wśród płazińców rozmnażających się zarówno płciowo jak i bezpłciowo zanotowano następujące stężenia melatoniny: mózg i oczy od 31 do 307 pg (metoda radioimmunoeseju) i od 18 do 288 pg (metoda chromatografii), przy czym wyższe wartości zaobserwowano w czasie fazy ciemnej dobowego cyklu dnia i nocy. Wskazuje to na fakt, że u płazińców podobnie jak u kręgowców, biosynteza melatoniny odbywa się w nocy. Biosyntezę melatoniny sledzono również u muszki *Drosophila melanogaster* i *Drosophila simulans*. Badania były prowadzone na całych osobnikach i na izolowanych głowach z użyciem prekursorów melatoniny znakowanych trytem. Po inkubacji z 5-HTP, zarejestrowano dziesięciokrotnie wyższą radioaktywność odpowiadającą 5-HT i NAS w głowie, niż reszcie ciała. Kiedy trytem znakowano tylko serotoninę, radioaktywność została zarejestrowana dla NAS i melatoniny. Natomiast kiedy znakowana była NAS, radioaktywność dotyczyła melatoniny. Powyższe wyniki badań sugerują, że synteza melatoniny odbywa się głównie w mózgu muszki owocowej. Ostatnio obecność melatoniny została również wykazana u wielu gatunków pierwotniaków. Bruzdnica *Gonyaulax polyedra* była pierwszym jednokomórkowcem i pierwszym organizmem fotoautotroficznym, u którego stwierdzono obecność melatoniny. Wkrótce potem jej obecność zanotowano u dwóch innych gatunków bruzdnic *Alexandrium lusitanicum* i *Amphidinium carterae*, u świdrowca *Trypanosoma cruzi*, oraz u eugleny *Euglena gracilis*. Ponadto, biologiczna aktywność melatoniny została zaobserwowana u innych gatunków, u których jej biosynteza nie była jeszcze badana. Aktywność ta obejmowała wpływ melatoniny na cytoszkielet u orzęska *Stentor coreuleus*, na fazę rytmu okołodobowego u bruzdnicy *Pyrocystis acuta* i na tworzenie się cyst przetrwalnikowych u innego gatunku bruzdnicy, u *Aureodinium pigmentosum*. Poziom melatoniny u pierwotniaków osiąga wartości mierzone w mikromolach i jest generalnie wyższy niż we krwi kręgowców. W niektórych warunkach, przy spadku temperatury w środowisku u *Gonyaulax polyedra* lub w przypadku wzrostu temperatury u *Amphidinium*

carterae, poziom melatoniny może nawet przekroczyć 1mM.

Fizjologiczna rola melatoniny została szerzej poznana i opisana u bruzdnicy *Gonyaulax polyedra*, u której może ona naśladować wpływ krótkiego dnia na tworzenie się cyst przetrwalnikowych. Proces encystacji podobnie jak w środowisku naturalnym następuje przy obniżeniu temperatury z 20°C do 15°. Poziom melatoniny u tego gatunku oscyluje w cyklu dobowym z wyraźnym maksimum przypadającym na godziny nocne, odpowiadającym nocnym stężeniom melatoniny w szyszynce kręgowców (około 2,5 ng/mg białka). Podobna zależność została również stwierdzona u innych gatunków bruzdnic u *Aureodinium pigmentosum* i u *Alexandrium lusitanicum*.

U wszystkich organizmów kręgowych i bezkręgowych melatonina, która wytwarzana jest w fazie ciemnej dobowego cyklu świetlnego światło/ciemność, „informuje” organizm o długości dnia (małe stężenia hormonu) i nocy (duże stężenia hormonu). Związek ten pełni rolę biochemicznego zegara i kalendarza. Melatonina reguluje różnorodne procesy fizjologiczne i neuroendokrynalne przebiegające w sposób rytmiczny, jak okołodobowy rytm aktywności psychomotorycznej oraz zależne od pór roku zmiany metabolizmu, owłosienia, funkcji gonad i zdolności do rozmnażania. Wiele danych wskazuje również na potencjalne immunostymulujące i onkostatyczne działanie melatoniny. Duże nadzieje związane są z jej zdolnością do wymiatania wolnych rodników. Oprócz działania za pośrednictwem receptorów błonowych związanych z białkiem G, możliwe jest działanie melatoniny za pośrednictwem receptora jądrowego. Natomiast fakt, że kalmodulina zachowuje się jak cytosolowy receptor melatoninowy, wskazuje na jeszcze inną drogę jej działania, która dotyczy nie tylko wpływu melatoniny na cytoszkielet, ale również na inne, zależne od kalmoduliny, funkcje komórkowe. Jedną z nich może być hamowanie syntazy tlenu azotu (NO) aktywowanej kompleksem Ca^{2+} -kalmodulina. Takie działanie melatoniny zostało stwierdzone w mózdzku, a jak się wydaje występuje również w korze mózgowej, wyniosłości pośrodkowej i w płatach węchowych. Melatonina może działać ochronnie i przeciwskurczowo na mózg. Zmniejszenie poziomu NO prowadzi do obniżenia ilości cGMP, co może przyczyniać się do hamowania układu glutaminianergicznego i aktywacji receptorów GABA/benzodiazepinowych. Nadmierna aktywacja receptorów glutaminianergicznym, nawet przez endogennych agonistów, może w pewnych okolicznościach prowadzić do degeneracji neuronów. Do zachowania homeostazy konieczna jest dynamiczna równowaga antagonistycznych systemów kontrolujących. W mózgu funkcję taką pełnią pobudzający układ glutaminianergiczny i hamujący układ GABAergiczny. Powyższe ochronne i przeciwskurczowe działanie melatoniny wskazuje na jej antytekscytotoksyczne właściwości, które mogą być również spowodowane hamującym wpływem tej indoloaminy na Na/K ATP-azę.

W przeciwieństwie do zwierząt funkcja melatoniny u fotoautotrofów, z wyjątkiem bruzdnic, jest wciąż nieznana. U roślin wyższych, funkcja melatoniny związana jest prawdopodobnie z procesem kwitnie-

nia. Jeśli melatonina byłaby mediatorem ciemności, a przez to wpływała na proces kwitnienia roślin, można by oczekiwać, że pełniłaby rolę hormonu-florigenu u roślin dnia krótkiego i antyflorigenu u roślin długiego dnia (rośliny wymagające do zakwitania długiego dnia i krótkiej nocy zakwitają zwykle późną wiosną lub w lecie). Jak zatem tłumaczyć wysoki poziom melatoniny występujący w owocach i suchych nasionach? W tym przypadku melatonina mogłaby pełnić rolę ochronną i zabezpieczać nasiona przed rozkładem lipidów lub też wpływać na utrzymywanie określonych stadiów rozwojowych w fazie rozwoju genetycznego roślin (wytwarzanie owoców i nasion).

Obecność melatoniny oraz jej rytmiczna synteza są wspólną cechą nie tylko kręgowców i bezkręgowców, ale całego świata żywego. Melatonina należy do najbardziej konserwatywnych substancji występujących u organizmów żywych. Pierwotnie wykorzystywana była prawdopodobnie jako część systemu antyoksydacyjnego i pozostawała pod bezpośrednim wpływem oddziaływania energetycznego, głównie promieniowania słonecznego. Następnie synteza melatoniny stała się niezależna od zmian intensywności promieniowania słonecznego i podlegała kontroli komórkowej. Rozkład melatoniny pod wpływem światła może być uważany za bezpośrednią przyczynę wykorzystania jej jako nośnika informacji o fazie ciemnej dobowego cyklu świetlnego. Pierwotną funkcją me-

latoniny była więc adaptacja do ciemności i zgodnie z tym zmiany w natężeniu jej syntezy zostały wykorzystane do synchronizacji rytmów okołodobowych i przesyłania informacji o długości dnia u zwierząt. Potwierdzają to doświadczenia wykonywane na bruzdnicach i płazińcach. O ile sporo wiemy o syntezie i sposobach działania melatoniny u zwierząt kręgowych, to wiele zagadnień pozostaje sprawą otwartą, gdy myślimy o pozostałych organizmach żywych. Nie wiadomo jaka jest lokalizacja struktur syntetyzujących melatoninę, jaką rolę odgrywa ona w komórkach, w których jest syntetyzowana oraz czy jej uwalnianie zachodzi podobnie jak u kręgowców. Nieznane są również miejsca występowania receptorów lub miejsc wiążących melatoninę w tkankach bezkręgowców. Wreszcie nie wiadomo, czy melatonina jest bezpośrednio zaangażowana w kontrolę rytmów okołodobowych. Te i inne pytania oczekują na odpowiedź.

Dotychczasowe badania wskazują jednak, że całkowicie różne, filogenetycznie bardzo odległe organizmy, takie jak bruzdnice i ssaki, wykorzystują taką samą substancję do pomiaru czasu trwania fazy jasnej i ciemnej w oparciu o wzorzec dobowego rytmu dnia i nocy.

Wpłynęło 28 I 1999

mgr Monika Bałys, doktorantka na Wydziale Biologii i Nauk o Ziemi UJ

DONALD WŁODKOWIC (Poznań)

ODPADY RADIOAKTYWNE — WIDMO XXI WIEKU

Lata 80. i 90. XX wieku przyniosły nagły wzrost zainteresowania opinii publicznej problemami składowania odpadów promieniotwórczych. Po zakończeniu zimnej wojny, kryzysu paliwowego, stało się jasne, że technologią przyszłości jest energetyka atomowa. Zasoby surowców tradycyjnych nie są bowiem w stanie zapewnić cywilizacji (na obecnym etapie rozwoju) wystarczającego zaplecza energetycznego.

W zasadzie problematyka odpadów związanych z cywilną działalnością gospodarczą jest przysłowowym wierzchołkiem góry lodowej.

Ostatnie lata — przesyczone spektakularnymi odtajnieniami programów rządowych w USA, *pierestrojka* w byłym ZSRR, a także „złoty wiek” rozmaitych organizacji ekologicznych — sprawiły, że współczesna świadomość o ilości produkowanych i przechowywanych materiałów rozszczepialnych jest znacznie bogatsza.

Najogólniej rzecz biorąc ich wytwarzanie możemy podzielić na procesy:

— **cywilne** (głównie energetyka, zastosowania medyczne, ośrodki naukowo-badawcze, itp.)

— **militarne** (związane z produkcją, przechowywaniem broni nuklearnej, oraz materiałów i pozostałości do jej budowy).

O ile zagrożenia wynikające ze strony przemysłu cywilnego są stosunkowo dobrze kontrolowane i poznane, to wojskowe instalacje są w przeważającej większości niedostępne dla neutralnych obserwatorów.

Głównym czynnikiem przysparzającym najwięcej problemów przy składowaniu tychże substancji jest ich bardzo długa żywotność (wyrażana okresem ich półtrwania). Przykładowo wynosi ona dla ^{235}U $7,1 \times 10^8$ lat.

Ten długi czas ich istnienia ma istotne implikacje w metodach przechowywania. Ewentualne „magazyny” muszą bowiem być wystarczająco trwałe przez dziesiątki lat, skutecznie izolując otoczenie od zabójczego promieniowania. Ze względu na ogrom problemu ograniczymy się do zasygnalizowania jedynie kilku ważnych przykładów związanych z tą kwestią.

Wiadomo, że wyeksploatowane paliwo reaktorów jądrowych — pręty paliwowe muszą być gdzieś składowane. Jego ilość jest już obecnie niebagatelna. We-

dług ocen Departamentu Energii tylko w USA ilość wypalonego paliwa sięgnie w 2000 roku 40 tys. ton. Początkowo pręty te są przechowywane w celu ochłodzenia w basenach wodnych w pobliżu reaktorów. Po pewnym czasie przenosi się je do stalowych pojemników umieszczanych również w basenach wodnych na terenie elektrowni. Woda z jednej strony stanowi chłodziwo dla prętów, a z drugiej — ekranuje promieniowanie.

W tym momencie napotykamy jednak dość powszechny w obecnej dobie problem. Otóż magazyny elektrowni mają ograniczoną pojemność. W większości przypadków są już wypełnione lub bliskie tego stanu. Pozostaje więc pytanie: gdzie i jak zdeponować ten zbędny, lecz wysoce niebezpieczny ładunek? Obecnie nie mamy skutecznej metody trwałego zabezpieczania tych odpadów. Co więcej, żaden z krajów nie dysponuje na dzień dzisiejszy dużym, bezpiecznym i długoterminowym ich składowiskiem.

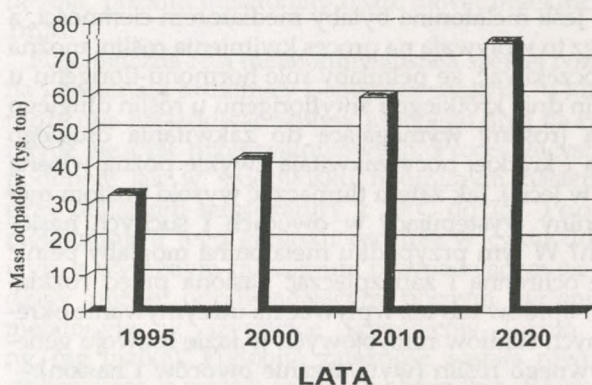
Za najbardziej obiecujące programy przyjmuje się obecnie:

- składowiska podziemne
- składowiska podmorskie
- transmutację jądrową
- składowanie w beczkach stalowych lub tytanowych w pokładach soli
- wyrzucanie w przestrzeń kosmiczną.

Każdy z powyższych przykładów ma swoich gorących zwolenników i przeciwników. Sprawę pogarsza fakt, że opinia publiczna nie godzi się na budowę składowisk w pobliżu miejsc swego bytowania (ze zrozumiałych względów bezpieczeństwa). Z drugiej jednak strony wywiera silną presję na ich pozbycie się. Państwa o dużych obszarach — USA, Rosja, Chiny — mogą sobie teoretycznie pozwolić na budowę składowisk podziemnych. Projekt ten zaczęto próbnie wprowadzać w ramach tzw. Planu Yucca Mountain w stanie Nevada (USA). Zasadniczy problem tkwi jednak w tym, że co prawda ma to być „wysypisko bezpieczne” pod masywem górskim; odpady zeskliwiane w stalowych pojemnikach, które z czasem obejmą nieprzepuszczające wody pokłady soli; brak wód podziemnych; teren stabilny geologicznie — to jednak Yucca Mountain nie będzie w stanie przyjąć nawet wszystkich składowanych obecnie w USA prętów paliwowych (~ 30 tys. ton). Jego ukończenie przewiduje się na rok 2015.

Z kolei w samych Stanach Zjednoczonych ilość wypalonych prętów wzrasta co roku o prawie 2 tys. ton (ryc. 1). Z tego względu dość obiecujące wydają się składowiska podmorskie o ogromnych obszarach eksploatacyjnych. Wykonanie ich polegałoby na umieszczeniu stalowych zbiorników w odwiertach wykonanych na głębokości kilkudziesięciu metrów w mulistym dnie pośrodku płyt litosfery. Zalety takiego rozwiązania to m.in. wysoka stabilność sejsmiczna środkowych części płyt litosfery; ich ogromna powierzchnia; niewielka przepuszczalność wody przez ility denne; oraz ostatnie odkrycia o zdolnościach adsorpcji pierwiastków radioaktywnych przez oceaniczne osady denne.

Każdy z tych w miarę obiecujących projektów napotyka jednak poważne bariery zarówno psychologi-



Ryc. 1. Wzrost ilości wypalonego paliwa reaktorów na terenie USA do roku 2020 (wg Hollister i Nadis 1998)

czne, jak finansowe. To z kolei ogranicza ich szybkie zastosowanie w praktyce.

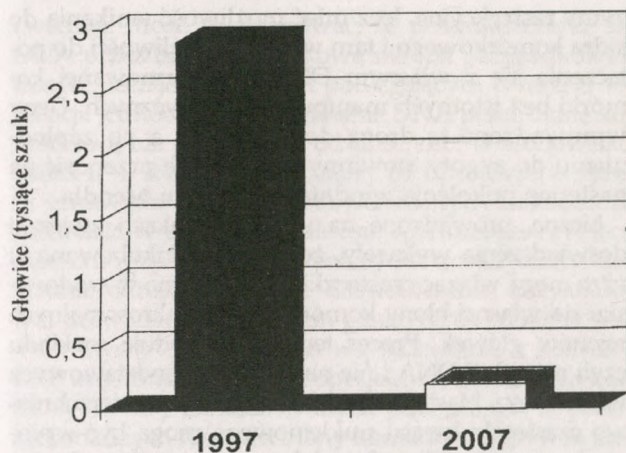
Najbardziej kontrowersyjnym projektem byłby niewątpliwie program kosmiczny. Głównym jego założeniem miało być wyrzucanie statków-śmieciarek w przestrzeń kosmiczną. Pomysłodawcą tej koncepcji był już w 1959 roku prof. Kapic z ZSRR. W latach 70. prace nad podobnymi zagadnieniami kontynuowały NASA i Departament Energii. Powstały nawet główne założenia dotyczące miejsc wysyłania takich „śmieciarek”, np.:

- topić odpady w otoczkach gazowych wielkich planet
- kierować statki prosto w Słońce
- wysłać poza granice Układu Słonecznego.

Jednak zważywszy na duże ryzyko awarii rakiety nośnej (w czasie startu lub wysoko w atmosferze) i związaną z tym presję opinii publicznej, zepchnięto te plany w sferę *science fiction*. Przysłowiowym gwoździem do trumny było ujawnienie awarii satelity szpiegowskiego SNAP-9 w 1964 roku. Był on zaopatrzony w ~ 1 kg Pu-238 i spłonął w atmosferze nad Oceanem Indyjskim. Po awarii wykryto w 1965 i 1967 roku znaczący wzrost promieniowania tła na obu półkulach w porównaniu z latami sprzed 1964 roku.

Nasze obecne rozważania komplikuje dodatkowo fakt, że pręty paliwowe nie są jedynymi materiałami pochodzącymi z przemysłu cywilnego. Z tej długiej listy można wymienić np.: napromieniowane wody chłodzące reaktory, wody basenów na terenie elektrowni jądrowych, same fragmenty instalacji reaktora, itp. Dalsze problemy to m.in. fakt istnienia licznych związków w postaci ciekłej i gazowej, a więc nie poddających się bezpośredniemu procesom zeskliwiania i formowania odpadów.

Gdybyśmy teraz chcieli przyrzeć się chociaż paru przykładom technologii wojskowych, wytwarzających odpady promieniotwórcze, to możemy z przekonaniem stwierdzić, że problemy cywilne to tylko kropla w morzu. Przykładem mogą być dziedziny wojskowości wykorzystujące energię nuklearną: zakłady produkcji broni jądrowej, magazyny tej broni, jednostki ją posiadające (np. lotnictwo strategiczne, marynarka wojenna). Dalej, napędy atomowe okrętów nawodnych i podwodnych i związana z tym wymiana prętów paliwowych. Małą próbką zagrożeń z tego wynikających może być reaktor pierwszego okrętu o napędzie atomowym — lodołamacza „Le-



Ryc. 2. Przewidywane zmniejszenie liczby rosyjskich ICBM-ów w wyrzutniach podziemnych do roku 2007 (wg Blair i wsp. 1998 uproszczone)

nin", który w latach 70. został zatopiony wraz z prętami paliwowymi koło Nowej Ziemi. W 1989 roku zatonął na Morzu Norweskim radziecki okręt nuklearny „Komsomolec”, oczywiście z reaktorem i prawdopodobnie torpedami zaopatrzonymi w taktyczne głowice jądrowe.

Z kolei zakłady przeróbki i produkcji militarnych ładunków jądrowych to istna bomba zegarowa nie podlegająca praktycznie żadnej kontroli.

Przykładem Hanford — amerykańskie centrum produkcji plutonu, oficjalnie zamknięte w 1989 roku, na którego terenie zarządzono dekontaminację. Jest to ogromny nuklearny śmietnik naszego globu — spuścizna wielkiego wyścigu zbrojeń. Na obszarze 1450 km² znajduje się prawie 1,3 mld m³ odpadów radioaktywnych w formie ciekłej. Liczne zbiorniki podziemne na wysokoaktywne substancje, gigantyczne budynki do obróbki plutonu, nieczynne reaktory... Wszystkie te odpady składowane są często bez wymaganych współcześnie zabezpieczeń. Stwierdzono m.in. nieszczelności zbiorników podziemnych.

Udokumentowano wycieki w 67 z 177 zbiorników zawierających łącznie 210 tys. m³ wysokoaktywnych odpadów (stanowiących połowę z 450 mln kiurów całego Hanford). Wiele z tych zbiorników pamięta je-

szcze rok ... 1944! Zachodnie agencje rządowe coraz częściej rozpatrują nowo powstałą kwestię — układy rozbrojenia.

Ryc. 2 przedstawia założenia redukcji do 2007 roku liczby rosyjskich głowic jądrowych w samych tylko wyrzutniach podziemnych (tzw. ICBM-y — międzykontynentalne balistyczne pociski raketowe) nie licząc rakiet i ładunków stosowanych w marynarce, naziemnych wyrzutniach mobilnych oraz lotnictwie strategicznym.

Wprowadzenie w życie Układu o Ograniczeniu Zbrojeń Strategicznych START spowoduje drastyczny przyrost wycofanych ze służby wojskowej głowic, napromieniowanych fragmentów rakiet itp. Trzeba je będzie również zdeponować.

Tak więc ze zgrozą należy stwierdzić, że nie posiadamy obecnie nigdzie na Ziemi odpowiednio przystosowanego do tego celu lokum. Miejsca na tyle bezpiecznego, aby można powierzyć mu na setki lat wytwory naszych morderczych technologii. Zdeponować bez ryzyka katastrofalnych zmian w środowisku.

Na zakończenie należy jednak — „ku pokrzepieniu serc” — wspomnieć o bardzo obiecującej możliwości przekształcania pierwiastków wysokoaktywnych w znacznie mniej promieniotwórcze (o krótszym okresie półtrwania), a zatem łatwiejsze i bezpieczniejsze w składowaniu. Proces ten nazwano transmutacją jądrową. Istota technologii opiera się na bombardowaniu pierwiastków neutronami w akceleratorach wysokiej energii.

Obecnie naukowcy we Francji i Japonii intensywnie pracują nad zastosowaniem tzw. reaktorów prędkich, umożliwiających „pozbywanie się” nie tylko plutonu, ale również większości aktywnych obecnych w wypalonym paliwie jądrowym.

Najbardziej spektakularnym testem tej prototypowej i obiecującej technologii będzie uruchomienie (prawdopodobnie po roku 2000) zmodernizowanego reaktora powielającego *Superphenix* k. Lyonu we Francji.

Wpłynęło 28 IV 1999

Donald Włodkowiec jest przewodniczącym Sekcji Biologii Eksperymentalnej Koła Naukowego Przyrodników UAM w Poznaniu

LEOPOLD ŚLIWA (Kraków)

MOŻLIWOŚĆ ZASTOSOWANIA PLEMNIKÓW JAKO WEKTORÓW DNA PODCZAS UZYSKIWANIA ZWIERZĄT TRANSGENICZNYCH

Zwierzęta transgeniczne są organizmami o celowo zmodyfikowanym genomie poprzez dodanie, usunięcie lub zmiany dokonane eksperymentalnie w ich własnym DNA jądrowym. Termin ten zaproponowali w 1983 roku Gordon i Ruddle opisując udane doświadczenia polegające na wprowadzaniu przy pomocy mikropipety do przedjadrza męskiego zapło-

dnionego jaja myszy fragmentów DNA i na tej drodze wniesieniu obcych genów do rozwijających się zarodków myszy. Ta pierwsza metoda oraz opracowane i zastosowane w późniejszych doświadczeniach pozwoliły na laboratoryjne tworzenie licznych szczepów zwierząt transgenicznych, charakteryzujących się oczekiwanymi właściwościami genetycznymi i fi-

zjologicznymi. Wśród ssaków są to głównie specjalne szczepy myszy, będące doskonałymi modelami do badań procesów genetycznych. Doświadczenia tego typu przeprowadzono również na innych zwierzętach laboratoryjnych (króliki, szczury) lub gospodarskich (owce, świny, krowy). W tym ostatnim przypadku — w celu wyhodowania linii zwierząt odpornych na choroby, wysoko wydajnych ekonomicznie, zdolnych do produkcji ważnych terapeutycznie ludzkich białek. Opracowane do chwili obecnej metody wprowadzania obcego DNA do komórek zarodków nie pozwalają na całkowicie efektywne i precyzyjne manipulowanie pojedynczymi, całymi genami, ich precyzyjne i trwałe umieszczanie w genomie, lecz zdają się w znacznej mierze na przypadek, który obniża powtarzalność uzyskanych wyników.

Najczęściej używanymi obecnie metodami wprowadzania do komórek obcego, zawierającego geny DNA są:

1. wstrzyknięcie (iniekcja) pod kontrolą mikroskopu przy pomocy połączonej z mikromanipulatorem około 200 do 500 kopii genu do przedjądra, wykonane tuż po zapłodnieniu komórki jajowej a przed utworzeniem jądra zygotycznego. Jej odmianami mogą być iniekcje DNA do jądra zygotycznego lub jąder blastomerów bruzdkującego zarodka,

2. zakażenie komórek wczesnego, kilkublastomerowego zarodka odpowiednio zmodyfikowanymi wirusami wektorowymi, czyli wirusami zawierającymi w swoim genomie obce wprowadzone przez eksperymentatora geny, lecz pozbawionymi zjadliwości,

3. odpowiednia modyfikacja genetyczna wektorem wirusowym hodowanych *in vitro* pierwotnych komórek zarodkowych, pobranych z embrioblastu (węzła zarodkowego) jednego zarodka, a następnie ich wprowadzenie do innego, będącego na etapie blastocysty zarodka. Dzięki dużym właściwościom regulacyjnym mogą one zespolić się z pozostałymi tworząc organizm złożony z komórek o różnym składzie genetycznym. Selekcjonując potomstwo takiego mozaikowego organizmu można czasami uzyskać zwierzęta transgeniczne o oczekiwanych właściwościach.

Metoda, która może być alternatywną w stosunku do opisanych powyżej, chociaż wyniki uzyskane za jej pomocą są niejednoznaczne, a często kontrowersyjne, jest użycie plemników jako wektorów do wprowadzania obcego DNA do zarodków w czasie zapłodnienia komórki jajowej. Wielokrotnie donoszono, że plemniki mogą pobierać obcy, znajdujący się w ich środowisku DNA, włączać go w swój haploidalny genom i na tej drodze przenosić obce geny do zygoty, a tym samym rozwijającego się z niej zarodka. Stosując odpowiednio zmodyfikowane genetycznie plemniki jako wektory genów udało się uzyskać transgeniczne zarodki nie tylko ssaków, lecz również żółców, mięczaków, owadów, ryb, płazów i ptaków.

Aby plemnik mógł być użyty jako wektor przenoszącego obcy DNA do zarodka, musi zająć w nim kilka ważnych procesów. Po pierwsze, plemnik powinien być zdolny do przyłączania do błony komórkowej DNA obecnego w jego środowisku, mieć możliwość przemieszczania go przez błonę komórkową do cytoplazmy. W cytoplazmie komórki DNA powinien być stabilny, czyli nie podlegać rozkładowi przez en-

zymy restrykcyjne, lecz mieć możliwość wnikania do jądra komórkowego i tam w miarę możliwości do połączenia się z własnym DNA transformowanej komórki bez istotnych manipulacji genetycznych. Geny wprowadzone tą drogą do plemnika, a po zapłodnieniu do zygoty, powinny również się przenosić na następne pokolenia zgodnie z prawami Mendla.

Liczne, prowadzone na wielu gatunkach zwierząt doświadczenia wykazały, że plemniki inkubowane *in vitro* mogą wiązać cząsteczki DNA obecne w środowisku do własnej błony komórkowej podakrosomalnych rejonów główek. Proces ten nie powoduje rozkładu czyli restrykcji DNA i nie narusza jego podstawowych właściwości. Następnie, zaabsorbowane powierzchniowo cząsteczki kwasu nukleinowego mogą być wprowadzane przez błonę komórkową do resztkowej cytoplazmy plemników. Efektywność procesu pobierania DNA ze środowiska może być większa, jeżeli użyje się odpowiednio spreparowanych plazmidów lub zastępuje jedną z metod fizycznych, jaką jest elektroporacja (działanie polami elektrycznymi) lub lipofekcja, czyli zapakowanie DNA do pęcherzyków utworzonych z cząsteczek fosfolipidów (liposomów). Zdolność dołączenia DNA do błony komórkowej mają jedynie pobrane z najądra lub wyizolowane z ejakulatu dojrzałe plemniki. W tym ostatnim przypadku konieczne jest oczyszczenie plemników z plazmy nasienia, gdyż płyn ten zawiera glikoproteidy nazywane IF-1 (Inhibitory Factor-1) blokujące właściwości absorpcyjne błony komórkowej plemników. Wiązanie się cząsteczek DNA do powierzchni nie jest procesem przypadkowym i losowym. Stwierdzono, że uczestniczą w nim specjalne białka o masie cząsteczkowej 30-35 kDa określane jako DBP (DNA Binding Protein). Są one stałymi elementami błon komórkowych i po eliminacji z płynu inkubacyjnego nasennych glikoprotein IF-1 łączą się z DNA w specyficzny i trwały sposób. Ostatnie badania dowiodły, że pomocniczą rolę w procesie wiązania kwasów nukleinowych do błon podakrosomalnego rejonu główek plemnikowych mogą odgrywać również specyficzne, błonowe białka o masie cząsteczkowej 28-33 kDa, należące do kompleksu białek zgodności tkankowej z grupy MHC-II (Major Histocompatibility Complex — class II). Wykazano, że plemniki myszy szczepów niezdolnych do syntezy tych białek wiązały środowiskowy DNA w znacznie mniejszym stopniu od szczepów normalnych pod tym względem. Trwałe wiązanie DNA nie stanowi jeszcze o możliwości jego wniesienia do komórek jajowych w czasie zapłodnienia, gdyż w procesie tym błona komórkowa plemnika pozostaje włączona do oolemy i cząsteczki z nią związane nie przedostają się do wnętrza komórki, lecz pozostają na zewnątrz. Warunkiem, aby plemnik był wektorem materiału genetycznego, jest jego wprowadzenie do wnętrza komórki albo lepiej do jej jądra.

Z zastosowaniem metod autoradiograficznych w przypadku plemników byka lub mikroskopii konfokalnej plemników myszy udało się niezbicie stwierdzić przemieszczanie się związanego z ich błoną komórkową DNA do cytoplazmy, a następnie do jądra komórkowego. Okazało się, że do cytoplazmy plemników może być wprowadzone jedynie 15-22% uprzednio połączonego z powierzchnią błony kwasu nukleinowego. Ilość ta jest podobna u większości badanych gatunków

zwierząt. Może to sugerować, że przemieszczanie się DNA przez błonę komórkową nie jest przypadkowe i losowe, lecz jest procesem podlegającym wyraźnej regulacji. Jednocześnie przenikanie DNA przez błonę komórkową nie jest zależne od obecności w środowisku białek IF-1, lecz wyraźnie zależy od uprzedniej ekspresji genów białek MHC-II. Powstanie tych białek może zachodzić w dowolnym okresie spermatogenezy, lecz moment rozpoczęcia ich syntezy nie został jeszcze dokładnie określony. Liczne doświadczenia, przykładowo, prowadzone z użyciem genetycznie „nokautowanych myszy” wskazują na współdziałanie z białkami DBP absorbującymi DNA specjalnych ruchliwych białek typu CD4 zlokalizowanych początkowo w podakrosomalnych rejonach błony komórkowej główek plemników. Do przeniknięcia DNA przez błonę komórkową, a następnie osłonkę jądrową konieczne jest związanie się go z DBP, po czym utworzenie nietrwałego kompleksu z CD4. Taki kompleks DNA/DBA/CD4 traci kontakt z błoną komórkową i w całości przemieszcza się przez pory w otoczkę jądrową do karioplazmy. W karioplazmie ma miejsce rozkład nośnikowego kompleksu nukleoproteidowego. Jako pierwszy odłącza się od białek przenoszony fragment DNA, a następnie od siebie cząsteczki tworzące białkową część kompleksu. Uwolnione podjednostki białkowe powtórnie migrują przez otoczkę jądrową i wracają na swoje miejsce w błonie komórkowej podakrosomalnego rejonu główki plemnika. Proces ten trwa kilka minut. Model procesu wprowadzania, czyli internalizacji DNA, jest jednak hipotetyczny, gdyż poszczególne jego kroki nie są dostatecznie przebadane i potwierdzone w doświadczeniach prowadzonych na plemnikach różnych gatunków zwierząt.

Przemieszczany do jądra komórkowego egzogeny DNA w większości wypadków nie jest przez wewnątrzkomórkowe systemy restrykcyjne przetwarzany lub rozkładany. W plemnikach powszechnie nie stwierdza się znaczącej aktywności enzymów nukleolitycznych, jest ona bardzo niska w plemnikach najadżrowych, a praktycznie niewykrywalna w ejakulowanych. Jednak w przypadku inkubacji plemników z DNA przez kilka godzin może dojść do aktywacji enzymów restrykcyjnych i w tym przypadku, jak wykazały badania DNA izolowanego powtórnie z plemników, może dochodzić do degradacji pobieranych cząsteczek. Zjawisko to może być przyczyną niepowodzeń lub trudności eksperymentów polegających na transgenicznym umieszczaniu w plemnikach dużych cząsteczek DNA, jakimi są aktywne geny. Można temu zapobiegać inkubując poddawane zabiegowi inkorporacji DNA plemniki w obecności czynników hamujących aktywność enzymów nukleolitycznych lub w warunkach niesprzyjających ich działaniu. W przeciwnym wypadku kryje się jeszcze jedno niebezpieczeństwo. Wprowadzany obcy DNA może pobudzić aktywność nukleaz plemnikowych, a one z kolei mogą naruszać ciągłość własnego materiału genetycznego plemników i prowadzić do mutacji nawet strukturalnych. Pokonując te metodyczne trudności udało się jednak uzyskać transgeniczne potomstwo od samic zapładnianych plemnikami, które w warunkach *in vitro* pobrały obcy DNA. Aby jednak wprowadzone geny mogły być dziedziczone na następne pokolenia, powinny wejść w

skład genomu osobników, czyli zostać włączone w jego własny replikujący się DNA.

Budowa mocno skondensowanej chromatyny plemnika jest unikalna, gdyż większość DNA nie jest, tak jak w komórkach somatycznych, związana z białkami histonowymi, lecz ze specyficznymi dla gamet męskich protaminami. W związku z tym nie tworzą się kuliste nukleosomy, lecz liniowo ułożony DNA przyjmuje po przyłączeniu protamin budowę parakrystaliczną. W jądrach plemnikowych długie odcinki DNA związanego jedynie z karioplazmą DNA określanego jako MAR-DNA (nuclear Matrix Associated DNA). Odcinki stabilizowane przez białka protaminowe są bardzo odporne na rozmaite czynniki uszkadzające i mutagenne i tym samym nie są zdolne do wiązania i włączania obcego materiału genetycznego. Odwrotnie, odcinki MAR są mało stabilne i właśnie ich pętle są dogodnym miejscem, w które mogą być włączone nawet trwale egzogenne odcinki DNA. Nietypowa budowa chromatyny i odmienne właściwości poszczególnych jej obszarów mogą być sprzyjającym warunkiem do uzyskiwania transgenicznych plemników. I choć niedogodnością jest pewna niestabilność obszarów MAR, wydłużających się po włączeniu egzogennej DNA, to jednak jest możliwe użycie zmodyfikowanych genetycznie w tych rejonach plemników jako nosicieli genów w procesie transgenezy zarodków.

Egzogeny DNA internalizowany do jąder komórkowych plemników zostaje w procesie zapłodnienia wprowadzony do komórek jajowych. Zjawisko to zostało opisane u kilku gatunków zwierząt i jednocześnie stwierdzono, że internalizowany DNA, jeżeli zawiera odpowiednie geny, może dać początek genetycznie transformowanym czyli transgenicznym zarodkom i osobnikom dorosłym. Tego typu wyniki uzyskano w eksperymentach na zwierzętach zarówno bezkręgowych, jak i kręgowych z ssakami włącznie. Szczególnie cenne są wyniki uzyskane u zwierząt gospodarskich, takich jak bydło czy świny, gdyż ich linie mogą być cenne zarówno w gospodarstwie wiejskim, np. ze względu na produktywność czy odporność na choroby, jak i w medycynie czy farmacji jako producenci ludzkich białek o znaczeniu terapeutycznym lub diagnostycznym. Z punktu widzenia naukowego bardzo cenne są linie transegenicznymi myszy, gdyż zwierzęta te są modelowymi w doświadczeniach, których celem jest poznawanie zjawisk genetycznych zachodzących w trakcie przenoszenia genów. Udało się już uzyskać linie myszy z obcymi genami, które dziedziczą się w sposób Mendlowski, a krzyżówki były stabilne genetycznie w pokoleniach F1 i F2. W doświadczeniach tych użyto plemniki pobierane z najadżry, a sposobami intensyfikującymi pobieranie DNA przez nie były elektroporacja lub lipofekcja. Jednak pomimo tych sukcesów daleko jeszcze do poznania mechanizmów i opracowania pewnych metod transformacji organizmów i zastosowania w tym procesie plemników jako wektorów przy tworzeniu zwierząt transgenicznych o pożądanych właściwościach.

Wpłynęło 23 IV 1999

Dr Leopold Śliwa pracuje w Katedrze Biologii Collegium Medicum UJ

PROFESOR DR HAB. ALFRED JAHN

(22.04.1915-01.04.1999)

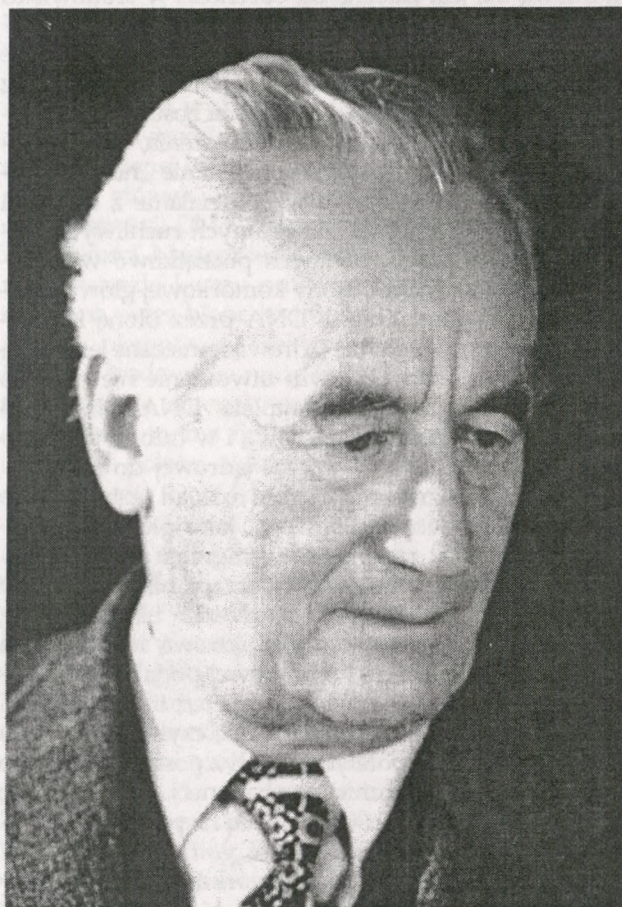
Wraz ze śmiercią naszego wybitnego uczonego i społecznika nauka i kultura polska poniosła wielką stratę.

Profesor przyszedł na świat we Lwowie, jako czwarte z kolei dziecko Fryderyka Jahna pochodzącego z Wiednia. Dzieciństwo i młodość spędzone na przedmieściu miasta — Kleparowie wywarły znaczny wpływ na kształtowanie jego osobowości. Niskie parterowe domki położone malowniczo wśród zielonych łąk, ogrodów i sadów, ze słynną czerechą kleparowską, zespoliły go trwale z przyrodą i być może stanowiły istotny element w wyborze późniejszych zainteresowań naukowych.

Uczył się świetnie zarówno w gimnazjum, jak i w czasie studiów uniwersyteckich, a cieszył się tak wielkim uznaniem, że tuż po magisterium w 1937 roku profesor August Zierhoffer zaproponował mu udział w polskiej wyprawie na Grenlandię. Po powrocie z ekspedycji otrzymał stanowisko asystenta w Instytucie Geograficznym, a skrupulatnie zebrane materiały z tej największej wyspy na kuli ziemskiej okazały się nieodzowne do przygotowywanej pracy doktorskiej. Stanowiła ona zupełną nowość w naszej nauce, bo dotyczyła zjawisk peryglacjalnych Grenlandii. O jego sumienności i nadzwyczajnej pracowitości świadczy fakt, że w ciągu dwóch lat zgłębił całą dostępną literaturę światową odnośnych zagadnień, stworzył polską terminologię konieczną dla dalszych badań, a ponadto umiejętnie wykorzystał swoje doświadczenia terenowe dotyczące procesów i form przedpola lodowców. Tak więc już w 24 roku życia po celująco zdanym egzaminie i obronie rozprawy otrzymał na Uniwersytecie Jana Kazimierza we Lwowie doktorat z geografii.

W czerwcu 1939 roku wraz z czołowymi polskimi uczonymi wziął udział w konferencji naukowej poświęconej problemom lessu. Warto przy tym dodać, że została ona zorganizowana w Łucku przez Wołyńskie Towarzystwo Naukowe. Świadczy to o prężności polskiej myśli twórczej na tych obszarach. W przededniu drugiej wojny światowej uczestniczył w instytucyjnej wycieczce do Rumunii.

Po wkroczeniu wojsk sowieckich do Lwowa pracował w dalszym ciągu w Instytucie Geograficznym, natomiast w czasie okupacji hitlerowskiej był wraz z żoną i siostrą karmicielem wszy w instytucie prof. Rudolfa Weigla, produkującym szczepionki przeciw tyfusowi plamistemu. Dzięki honorowaniu przez władze niemieckie zaświadczenia nie obawiał się deportacji do Rzeszy, a poza tym mógł cichaczem kontynuować swoje badania geomorfologiczne w okolicach Lwowa. Od czasu ponownego zajęcia miasta przez Armię Czerwoną w 1944 roku stracił pracę w Instytucie Geograficznym, a ponadto usunięto go z mieszkania. Nie widząc jakichkolwiek perspektyw na przyszłość, wyjechał do Lublina, gdzie jego starszy kolega dr Adam Malicki organizował zakład geografii na Uniwersytecie Marii Skłodowskiej-Curie. Początkowo pełnił funkcję adiunkta, a po habilitacji u prof.



Fot. Edward M. Dudek

A. Zierhoffer w Poznaniu otrzymał stanowisko docenta. Nie sędzone mu było pozostanie w Lublinie, bo wytworzyła się na uczelni bardzo niezdrowa atmosfera nie sprzyjająca konstruktywnej pracy. W listopadzie 1949 r. przeniósł się na Uniwersytet Wrocławski i tu dał się poznać jako świetny dydaktyk, reformator życia naukowego oraz aktywny działacz społeczny, którego zasługi w renowacji i wystawieniu słynnej Panoramy Racławickiej są ogromne. Po przejściu na emeryturę w dalszym ciągu zasiliał studentów swą bogatą wiedzą i doświadczeniem, a poza tym nie ustawał w wysiłkach renowacji, zabezpieczenia i ochrony tak mu drogich i bliskich zabytków polskiej kultury we Lwowie.

Godna uznania jego pasja naukowa uwidoczniła się wyraźnie nawet w najmroczniejszym okresie. Wystarczy wspomnieć, iż podczas nazistowskiej nocy niewoli penetrował z narażeniem życia teren, zgłębiając problemy lessu. W cegielni Bednarówka pod Lwowem odkrył i zbadał struktury peryglacjalne pochodzące z ostatniego zlodowacenia, które po wojnie opisał i opublikował w czasopiśmie „Acta Geologica Polonica”. O wartości pracy świadczy przyznana mu nagroda państwowa w 1952 roku. Ponadto przygotowywał do druku książkę o Grenlandii *Kraj biały czy*

zieleny? Wyszła po zakończeniu wojny i zdobyła taki rozgłos, że wznawiano ją kilkakrotnie.

Do wielkich osiągnięć Profesora należą również prace pionierskie prowadzone przez 10 lat na Wyżynie Lubelskiej. Zakończyły się one wydaniem obszernej monografii (453 strony), która była pierwszą geograficzną syntezą tego regionu. Przy okazji warto przypomnieć, że odkryte przez niego profile geologiczne zadecydowały o nowym ujęciu czwartorzędu w Polsce.

Natomiast w Sudetach przedsięwziął badania eksperymentalne nad działaniem procesów stokowych polegających na ruchu gleby w wyniku grawitacji. Pokrył siecią pomiarów Karkonosze, Góry Stołowe oraz Masyw Śnieżnika Kłodzkiego umieszczając w glebie specjalne kołki drewniane lub plastikowe i następnie mierzył ich odgięcie od profilu wyjściowego. Po trzydziestu latach obserwacji ogłosił wyniki będące rewelacją w skali światowej.

Jakkolwiek spenetrował znaczne połacie globu ziemskiego, to jednak pasjonowały go najbardziej kraje polarne. Swymi badaniami objął wszystkie obszary strefy arktycznej od Alaski po Syberię. Na Spitsbergenie przebywał najczęściej (1957, 1958, 1974, 1978, 1985, 1986) kontynuując tam badania peryglacjalne, a na Alasce i Syberii bawił kilkakrotnie. Rezultatem wypraw było wiele prac naukowych, z tym że największy rozgłos zyskała książka pt. *Alaska*, wydrukowana przez PWN w 1960 roku. Jest to pierwsza w języku polskim monografia geograficzna tego półwyspu. Należy przy tym zaznaczyć, że stanowiła ona też jedną z nielicznych pozycji w światowej literaturze geograficznej. Profesor prowadził badania w najbardziej na północ wysuniętej części Alaski — w Point Barrow, zwiedził Góry Brooksa i okolice Fairbanks, bawił nad środkowym Jukonem w okolicy ujścia rzeki Klondike,

oglądał znany Park Narodowy McKinley w paśmie górskim Alaski, a ponadto zapoznał się z miastami strefy pacyficzej — Anchorage i Juneau. Poza tym przestudiował wszelkie dostępne publikacje i najnowsze dane statystyczne tego kraju. W swej pracy przekazał odbiorcom maskimum wiadomości o przyrodzie i historii Alaski, o jej mieszkańcach i o najważniejszych problemach ekonomicznych. Oceniał bardzo trafnie ogromne zróżnicowanie naturalnego środowiska, poznał pełną indywidualność regionalno-geograficzną Alaski i uchwycił zasadnicze różnice istniejące w obrębie badanej przestrzeni. Pozwoliło mu to z kolei stworzyć koncepcję podziału półwyspu na mniejsze jednostki geograficzne o określonych cechach. Ze względu na swą oryginalność i bogaty zasób informacji książka cieszyła się tak wielkim powodzeniem, że jej cały pięciotysięczny nakład został wyczerpany dosłownie w ciągu kilku dni.

Nasze osiągnięcia w Arktyce są również Jego zasługą, gdyż jako założyciel Klubu Polarnego i przewodniczący Komitetu Badań Polarnych PAN przyczynił się wydatnie do organizowania polskich ekspedycji i stworzenia racjonalnego programu prac na tych obszarach.

W 1962 roku został wybrany rektorem Uniwersytetu Wrocławskiego i funkcję tę pełnił przez dwie kadencje aż do pamiętnego roku 1968. Opowiedział się wówczas po stronie studentów i bronił ich do końca.

Będąc człowiekiem prawym i prostolinijnym, a przy tym niezmiernie pracowitym (setki artykułów naukowych, recenzji i polemik) pozostanie w pamięci tych wszystkich, którzy mieli przyjemność zetknąć się z nim, niedoścignionym ideałem, który wskazał młodemu pokoleniu drogę do należytego wykorzystania życia w służbie dla kraju.

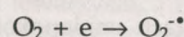
Roman K a r c z m a r c z u k

REAKTYWNE FORMY TLENU I AZOTU

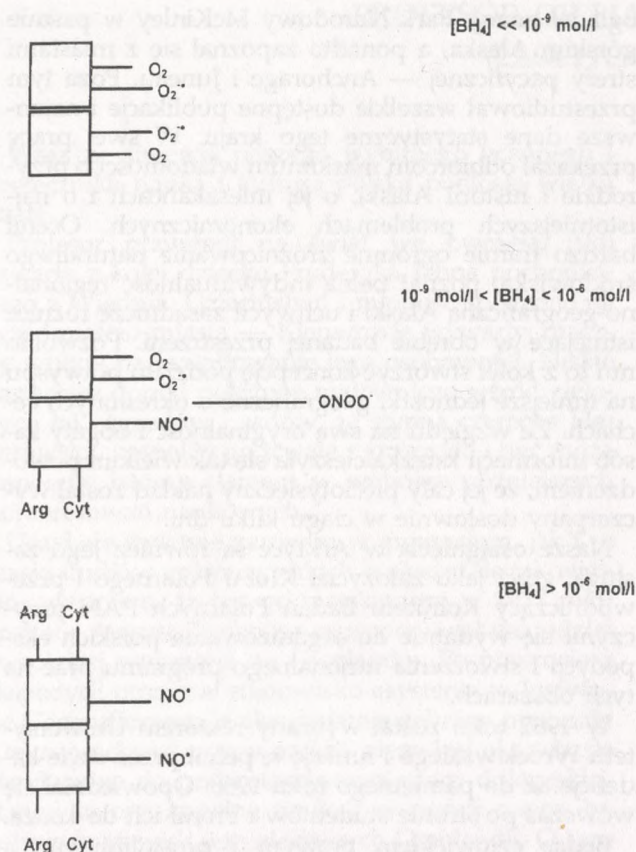
XXVIII. SKANDAL WŚRÓD NOS-ÓW. TAKI PORZĄDNY ENZYM...

Poprzednie opowiadania o tlenku azotu i jego złym krewniaku układają się w przejrzysty obraz. Spośród trzech izoenzymów syntazy tlenku azotu (NOS) dwie, konstytutywne, syntetyzują małe ilości tlenku azotu NO, który odgrywa rolę użytecznego przekaźnika informacji między komórkami, zaś trzecia, indukowalna, jest zdolna do wytwarzania dużych ilości NO w celach obronnych, w znacznej mierze (jeśli nie głównie) przekształcane w niebezpieczny nadtlenoazotyn. Neuronalna (nNOS) i śródbłonkowa (eNOS) syntazy tlenku azotu są więc niezwykle pożytecznymi enzymami, wytwarzającymi w razie potrzeby najprostszy z hormonów, słabo reaktywny gaz. Ten budujący obraz został jednak zakwestionowany przez wścibskich naukowców, którzy podali w wątpliwość dobrą reputację zwłaszcza jednego z tej dwójki porządných enzymów, nNOS. Wykazali oni, że również na poziomie molekularnym nieodpowiednie warunki dzia-

łają kryminogennie... Mianowicie, nNOS pracuje tak, jak powinna tylko w warunkach pełnego komfortu: gdy jest w dostatecznym stopniu wysyciona tetrahydrobiopteryną (BH₄), to znaczy gdy stężenie tego kofaktora przekracza 1 μM (10⁻⁶ mola/l). Gdy spada ono tysiąckrotnie poniżej tej wartości i jest niższe niż 1 nM (10⁻⁹ mola/l), enzym aktywowany przez kompleks Ca²⁺-kalmodulina w ogóle nie działa na substrat (argininę), lecz jego domena reduktazowa redukuje tlen cząsteczkowy przyłączając do cząsteczki tlenu jeden elektron i wytwarzając w ten sposób anionorodnik ponadtlenkowy:



czyli działa jak oksydaza NADPH (o której też już kiedyś dawno pisaliśmy). Zamiast wytwarzać tlenek azotu, enzym staje się źródłem anionorodnika ponadtlenkowego. Niskie stężenia substratu, argininy,



Aktywność enzymatyczna nNOS w zależności od stężenia tetrahydrobiopteriny (BH_4); przy małych stężeniach BH_4 enzym wytwarza anionorodnik ponadtlenkowy, przy pośrednich działa jak syntaza nadtlenoazotynu, a jedynie przy należycie wysokich uwalnia tylko tlenek azotu

sprzyjają jeszcze takiemu zachowaniu. Jeszcze gorzej zachowuje się jednak, gdy stężenie tetrahydrobiopte-

ryny jest w przedziale pośrednim, 1 nM-1 μ M. Jedna podjednostka dimerycznego enzymu działa wtedy normalnie, przekształcając argininę w cytrulinę i wytwarzając NO, zaś druga uwalnia $O_2^{\bullet}$. Bardzo blisko obok siebie uwalniane są więc dwie substancje, które mogą ze sobą bardzo szybko reagować tworząc nadtlenoazotyn. W tym zakresie stężeń BH_4 nNOS działa więc jak... syntaza nadtlenoazotynu (ryc.). Powstawanie nadtlenoazotynu nasila się, jeśli stężenie dysmutazy ponadtlenkowej, rozkładającej anionorodnik ponadtlenkowy, jest niskie w otoczeniu nNOS. Taka sytuacja może mieć miejsce w niektórych komórkach. Wykazano, że komórki transfekowane genem nNOS wykazują zwiększoną zawartość grup nitrowych na resztach tyrozynowych białek, co jest wskaźnikiem uszkodzenia białek przez nadtlenoazotyn. Nadmiar nNOS może być więc szkodliwy, a czy i enzym obecny w normalnych ilościach nie może w pewnych warunkach wykazywać niekorzystnego działania?

O takie niewłaściwe zachowanie podejrzewana jest głównie nNOS, ale i eNOS niezupełnie pozostaje poza listą podejrzanych; niektórzy badacze sugerują, że wytwarzanie nadtlenoazotynu przez eNOS może odgrywać istotną rolę w rozwoju miażdżycy. Istotnie, poziom nitracji reszt tyrozynowych białek w blaszkach miażdżycowych jest wysoki; czyżby niewłaściwe zachowanie eNOS mogło przyczyniać się do tej modyfikacji? Wiemy, że nadtlenoazotyn inicjuje również peroksydację lipidów, proces odgrywający zasadniczą rolę w rozwoju miażdżycy.

Zachowanie się i rola układu enzymatycznego wytwarzającego tlenek azotu kryje jeszcze z pewnością wiele zawiłości.

Grzegorz Bartosz

DROBIAZGI

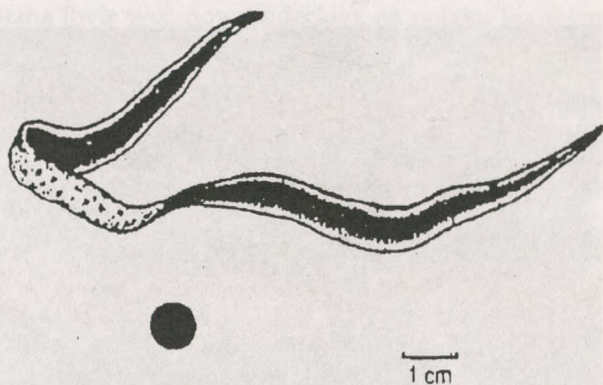
Artioposthia triangulata (Platyhelminthes, Turbellaria, Geoplanidae) — drapieżny wirek zagrażający dżdżownicom Europy

Dżdżownice (*Lumbricidae*) mają bardzo duże znaczenie w użyźnianiu gleby. Dzięki drażeniu korytarzy ułatwiają one krążenie wody i powietrza w glebie i torują drogę młodym korzeniom roślin, którym niekiedy trudno przebić się w twardym podglebiu. Oprócz tego pierścienice te wydobywają na powierzchnię głębsze warstwy gleby i przenoszą w głąb wierzchnie warstwy gleby, przyczyniając się do wytworzenia próchnicy. Dlatego ich obecność w glebie jest wręcz konieczna.

W ostatnich latach zaniepokojenie służb ochrony roślin budzi fakt coraz silniejszego rozprzestrzeniania się w Europie drapieżnego wirka *Artioposthia triangulata*, który odżywia się dżdżownicami. Gatunek ten pochodzi z Nowej Zelandii. Już na początku lat 60.

przeniknął on na Wyspy Brytyjskie, jednak dopiero w ostatnich latach obserwuje się znaczny wzrost liczby jego ognisk. Wirek ten jak dotąd występuje na Wyspach Brytyjskich (Anglia, Szkocja, Irlandia Północna, Republika Irlandzka) oraz w Islandii i Wyspach Owczych. W kontynentalnej części Europy jak dotąd nie był notowany, lecz istnieje prawdopodobieństwo jego przeniknięcia wraz z glebą, w tym z glebą towarzyszącą lub zanieczyszczającą materiał roślinny.

W rozwoju *Artioposthia triangulata* wyróżnia się stadium aktywne, o „robakowatym” kształcie ciała i kapsuły jajowe. Ciało tego wirka (stadium aktywne) podobnie jak u innych płazińców jest spłaszczone grzbietowo-brzusznie, nie segmentowane (ryc. 1). Przedni i tylny koniec ciała są wyraźnie zwężone. Ciało jest po stronie grzbietowej w większości szarobrązowe z przezroczystymi brzegami, natomiast po stronie brzusznej — jasno zabarwione. Po stronie



Artiopeposthia triangulata – u góry osobnik dorosły, na dole kokon jajowy (wg Mather i Christensena)

grzbietowej na brzegach ciała występują liczne drobne, ciemnobrązowe i szare plamy. Długość osobników dorosłych wynosi przeciętnie 100-150 mm, a szerokość 5-7 mm, notuje się jednak osobniki o długości ponad 220 mm i szerokości około 9 mm. Kształt ciała w zależności od sposobu życia może zmieniać się z wydłużonego i cienkiego do krótkiego i szerokiego. W czasie spoczynku wirki te układają się w charakterystycznej, zwiniętej pozycji tworząc szeroką, płaską spiralę. Ciało pokryte jest lepkiem śluzem wytwarzanym przez epidermalne lub subepidermalne komórki gruczołowe. W miejscach występowania wirków można spotkać warstwę lepkiego, srebrzystego śluzu.

Artiopeposthia posiadają otwór gębowy, pełniący jednocześnie rolę odbytu, umieszczony w odległości 2/3 długości ciała, licząc od jego przedniego końca, oraz otwór płciowy znajdujący się między otworem gębowym a zakończeniem ciała.

Bezpośrednio po wylęgu wirki są kremowe i pod względem budowy przypominają osobniki dorosłe, a ich długość wynosi 5-30 mm.

Gatunek *A. triangulata* wytwarza wyraźne, owalne, czarne i błyszczące kapsuły jajowe. Wielkość tych kapsuł jest zmienna. Długość kapsuł jajowych wynosi 4-11 mm, a szerokość 3-8 mm. Przeciętnie kapsuła jajowa ma wymiary 6 x 8 mm.

A. triangulata jest gatunkiem wrażliwym na wysychanie, gdyż śluz pokrywający jego ciało tylko w pewnym stopniu chroni go przed utratą wody. Jednak unika on także siedlisk wilgotnych. W związku z tym gatunek ten w ciągu dnia występuje na stanowiskach osłoniętych tak, aby warstwy gleby znajdujące się powyżej takich miejsc były wilgotne, lecz nie przesączone wodą. Nocą wirki opuszczają wspomniane miejsca, gdy wilgotność powietrza jest wysoka.

A. triangulata jest także gatunkiem wrażliwym na wysoką temperaturę. Temperatury powyżej 20°C są bardzo niekorzystne dla rozwoju wirka. W warunkach laboratoryjnych stwierdzono 100% śmiertelności głodzonych osobników hodowanych na szalkach Petriego w temperaturze 23°C. Rozwój wirka nie jest także możliwy na obszarach, gdzie średnie wartości temperatury w miesiącach zimowych spadają znacznie poniżej 0°C. Gatunek ten jednak może chronić się przed zbyt wysoką temperaturą, suszą i mrozem przenikając do głębszych warstw gleby, gdzie panują

korzystniejsze warunki do rozwoju. Wydaje się, że zmienna temperatura, wilgotność i dostępność pokarmu wpływa też na rozwój kapsuł jajowych. Z jednej kapsuły wylęga się 1-14 larw (przeciętnie 6).

Wirki mogą przeżyć przez długi okres czasu bez pożywienia i wtedy ich ciała ulegają skróceniu. W warunkach laboratoryjnych osobniki *A. triangulata* przeżywały przez około 14 miesięcy w temperaturze 5°C na szalkach Petriego, oraz ponad 14 miesięcy w temperaturze 12°C w pojemnikach wypełnionych glebą. Natomiast wirki znajdujące się w normalnych do rozwoju warunkach mogą żyć prawdopodobnie ponad rok.

Osobniki *A. triangulata* mają silny wpływ na rozwój populacji dżdżownic. Przykładowo uważa się, że odpowiedzialne są one za całkowite wymarcie dżdżownic na obszarze trawiastym w pobliżu Belfastu (Irlandia Północna). Oszacowano, że w temperaturze 10°C jeden osobnik *A. triangulata* zjada w ciągu tygodnia średnio 0,87 osobnika dżdżownicy jednego z następujących gatunków: *Lumbricus terrestris*, *L. rubellus* i *Allolobophora chlorotica*. Wydaje się to na pierwszy rzut oka niewiele, lecz przy masowym występowaniu wirków liczba zjedzonych przez nie dżdżownic jest bardzo duża.

Należy nadmienić, że w ogrodach i warzywnikach różne pojemniki, konstrukcje, takie jak tunele foliowe, kamienie itp. nie przeszkadzają wirkom w atakowaniu dżdżownic. Dlatego na obszarach swojego występowania mają one duże znaczenie w ogrodnictwie. Stwierdzono, że w przypadku nieobecności dżdżownic w glebie przez okres 12 lat (na skutek oddziaływania związków chemicznych) nastąpiło znaczne obniżenie zawartości substancji organicznej w glebie, a także pH i wilgotności gleby. Stwierdzono także, że przy nieobecności dżdżownic następuje podwojenie powierzchni gleby wymywanej w ciągu roku na terenie o spadku 13°. Obecność dżdżownic ma także pozytywny wpływ na plonowanie roślin. Stwierdzono, że na polach, na których występują dżdżownice, plon był wyższy niż na obszarach, na których dżdżownice nie występowały. Ten wzrost plonu był dwukrotny w przypadku pszenicy, czterokrotny w przypadku traw i aż 10-krotny w przypadku koniczy. Stąd widać, że ograniczenie populacji dżdżownic powoduje bardzo duże straty.

W związku z dużym znaczeniem gospodarczym konieczne jest zwalczanie *A. triangulata* na obszarach, na których witek ten występuje oraz zapobieganie jego przeniknięciu na obszary, na których jak dotąd nie był notowany.

Niestety, nie ma jak dotąd skutecznych i możliwych do wykonania metod zwalczania *A. triangulata*. Prowadzi się próby nad zwalczaniem wirka przy użyciu metod mechanicznych, agrotechnicznych, biologicznych i chemicznych, lecz jak dotąd skuteczność tych zabiegów jest niewielka. Ze względu na trudności ze zwalczaniem *A. triangulata* i łatwość jego przeniknięcia wraz z glebą (także towarzyszącą materiałowi roślinnemu) rozważa się celowość uznania wirka za organizm kwarantannowy. W związku z tym na obszarach, na których występuje *A. triangulata*, powinny być przeprowadzane regularne inspekcje pól oraz przesyłek materiału roślinnego z glebą (lub pozostałościami gle-

by) przeznaczonych do wywozu na teren obszarów (lub innych krajów) wolnych od tego wirka. Duńscy eksperci uważają, że osoby zajmujące się produkcją i handlem materiału szkółkarskiego powinny wziąć udział w programie kontrolnym pozwalającym na wykrycie i likwidację ognisk *A. triangulata* w kraju.

W Wielkiej Brytanii zakazane jest wprowadzanie *A. triangulata* do naturalnych siedlisk. Ministerstwo Rolnictwa, Rybołówstwa i Wyżywienia tego kraju wydaje materiały informacyjne dotyczące wykrywania i oznaczania wirka, przeznaczone przede wszystkim dla farmerów, właścicieli szkółek itp. W publikacjach tych podano też adresy instytucji, gdzie można przysłać wirki celem ich oznaczenia.

Oczywiście istotne jest opracowanie metod pozwalających na skuteczne wykrycie *A. triangulata* podczas granicznej inspekcji fitosanitarnej materiału roślinnego i gleby (jeśli dany kraj zezwala na jej import) pochodzących z krajów, w których występuje *A. triangulata*.

Wraz z importowaną glebą i materiałem roślinnym *A. triangulata* może ulec zawleczeniu także do Polski. Zgodnie z polskimi przepisami fitosanitarnymi, zakazane jest sprowadzanie do naszego kraju gleby (samej i towarzyszącej materiałowi roślinnemu). Dlatego prawdopodobieństwo przeniknięcia wirka do naszego kraju jest skutecznie obniżone. Jeśli gatunek ten jednak przedostałby się do Polski, prawdopodobnie byłby on w stanie intensywnie namnożyć się i zmniejszyć liczebność populacji dżdżownic, a tym samym spowodować duże straty.

Przykład *A. triangulata* wskazuje, że intensywny obrót materiałem roślinnym i podłożami obserwowany w ostatnich latach sprzyja zawlekaniu różnych organizmów powodujących szkody w rolnictwie i to nie tylko jako szkodniki roślin uprawnych.

Witold K a r n k o w s k i

Hydrometra gracilent Horvath, 1899 w województwie warmińsko-mazurskim

Jest to pluskwiak z rodziny *Hydrometridae* rodzaju *Hydrometra* Latreille, 1796. Na terenie Polski rodzaj ten reprezentowany jest przez dwa gatunki *H. gracilent* Horv. i *H. stagnorum* (L.). *H. gracilent* występuje od pobraża Bałtyku po podgórze Sudetów. Jest gatunkiem rzadko spotykanym, jedynie na Nizinie Wielkopolsko-Kujawskiej odnotowano liczne jego występowanie.

H. gracilent zasiedla powierzchnie wód stojących i bieżących. Preferuje małe i zaciszne zbiorniki wodne, takie jak rozlewiska, stawy rybne, glinianki oraz małe strumienie i rowy melioracyjne.

Osobniki dorosłe *H. gracilent* po przezimowaniu pojawiają się na wodzie pod koniec marca lub na początku kwietnia. Żywią się drobnymi owadami, które spadają na wodę oraz polują na podpływające do powierzchni wody skorupiaki i larwy owadów wodnych. W Polsce pojawiają się dwa pokolenia. Pierwsze pokolenie w końcu czerwca i w lipcu, drugie w połowie sierpnia.

Omawiany gatunek obserwowałem na rozlewisku koło wsi Zwierzewo, kilka kilometrów od Ostródy,



wiosną 1998 r. Tego dnia dzień był bezwietrzny, tak że tafla wody była spokojna. Kilkanaście centymetrów od brzegu zauważyłem nieruchomo stojącego na wodzie pluskwiaka z rykiem wbitym w drobnego stawonoga. Po odłowieniu go i przeanalizowaniu cech budowy — nadustek o zarysie trójkątnym zwężającym się ku szczytowi, szczytowa część głowy przed oczami nie była dwa razy dłuższa od tylnej części głowy od nasady do oczu, stwierdziłem, że mam do czynienia z *Hydrometra gracilent* Horv.

Samice tego gatunku osiągają długość ciała 7,9-9,2 mm, a samce 6,7-7,8 mm. Końcowy kołec odwłoka samic jest krótki i prosty. U samców na VII sternicie odwłoka para ząbków skierowana ku tyłowi.

Zbigniew S a l w i n

Nowe stanowisko *Hypulus bifasciatus* Fabr. w okolicach Łużnej

Hypulus bifasciatus Fabr. jest jednym z dwóch występujących w Polsce przedstawicieli swojego rodzaju z rodziny śniadkowatych *Melandryidae*. Chrząszcz rozprzestrzeniony we wschodniej i środkowej części Europy, na północy docierający do Danii oraz południowych prowincji Szwecji i Finlandii, a na południe do północnych Włoch, Jugosławii i Grecji. W Polsce nieliczne dane o jego występowaniu, zwłaszcza sprzed kilkunastu lat. Dł. ciała 4-6 mm, owad doskonały pojawia się od maja do czerwca w otoczeniu materiału legowego to jest spróchniałego i przegrzybiałego drewna drzew i krzewów liściastych.



Fot. Paweł Koziol

W styczniu 1999 roku w okolicach miejscowości Łużna (byłe woj. nowosądeckie), na pniaku lipowym stwierdziłem zimowanie kilkunastu okazów owadów doskonałych oraz kilku larw. Pniak ten po ściętych drzewie był mocno spróchniały i wilgotny. Opisywane stanowisko znajduje się na terenie cmentarzyska żołnierzy poległych podczas I wojny światowej, po-

rośniętego ok. 80-letnim bukiem zwyczajnym, gdzie lipa jest tylko pojedynczą domieszką.

Chrząszcz ten związany wyłącznie z obumarłym drewnem nie stanowi zagrożenia gospodarczego, a przeciwnie pełni pozytywną rolę w przyspieszeniu rozkładu obumarłej materii.

Andrzej Trzeciak

WSZECHŚWIAT PRZED 100 LATY

Ziemskie, ludzkie, niebieskie?

Jeszcze w końcu zeszłego wieku znaleziono w piaskach i glinach dyluwalnych Czech południowych kawałki szczerbatego szkła, barwy zielonkawej; przypisano im pochodzenie naturalne, zaliczono do minerałów i przez lat wiele zajmowały one poczesne miejsce w zbiorach pod nazwą moldawitu, obsydyanu chryzolitowego lub pseudochryzolit.

Właściwie dopiero znacznie później wyjaśniono, że moldawitów szukać należy tylko w najmłodszych pokładach; dawniejsze dane przypisywały im różny wiek i różne pochodzenie. Opisano kulisty moldawit, znaleziony w gnejsie na Śląsku dolnym, Helmhacker znalazł inny okaz w zwierzętym serpensynie, wszystkie te doniesienia okazały się jednakże nieprawdziwymi.

Czechy południowo nie są jedyną miejscowością, gdzie można napotkać moldawity; w znacznej względnie ilości są one rozsypane po polach morawskich, a w ostatnich czasach donoszono o odnalezieniu ich w północnej części ziemi czeskiej.

Więcej w Europie moldawitów niema; odnaleziono je jednak, a przynajmniej bardzo do nich podobne kawałki szkła na południu Borneo i w całej niemal Australii. Zresztą, co do tych zamorskich okazów istnieje rozprawa Stelznera z r. 1893, który uważa je za zgoła różne od europejskich; jestto, według niego, odmiana wulkanicznych bomb obsydyanowych.

Tem trudniej jednak rozstrzygnąć kwestię pochodzenia moldawitów czeskich; dotychczas część uczonych przypisuje im pochodzenie mineralne, inni zaś uważają je za odpadki sztucznego szkła z przedhistorycznych bodaj hut szklanych. Ostatnie nawet przekonanie jest bardziej rozpowszechnione, i moldawity utraciły miejsce w wielu kolekcjach, a najpoważniejsze podręczniki mineralogii (Tschermak) wspominają o nich tylko jako o jednym z licznych błędów w historii wiedzy.

Przyjrzyjmy się dokładniej tym zagadkowym utworom. Sąto zazwyczaj niewielkie bryłki, tak małe, że dłuższe nad pięć centymetrów uważane są za rzadkość; najczęściej spotykają się okazy nie większe od włoskiego lub nawet zwykłego laskowego orzecha. Kształty moldawitów są Niemniej zmienne od ich wymiarów; zwykle mamy do czynienia z okrągłymi lub elipsoidalnymi kawałkami, czasem przybierają one kształty kropli, cylindra, lub też zgoła nieprawidłową formę z ostrymi kantami.

Najczęściej spotykają się moldawity ciemno-zielone, barwy zwykłego szkła butelkowego (skąd niemiecka nazwa „kamień butelkowy”—Bouteillenstein), bywają jednak jasnozielone, szare i nawet żółte okazy. Dość przezroczyste moldawity nieznacznie tylko różnią się od szkła sztucznego twardością i ciężarem właściwym; różnice między nimi a szkłem naturalnym, obsydyanem, są również bardzo małe. Co do składu chemicznego uderzającą jest obfitość krzemionki; z innych własności szczególnie charakterystycznymi są: ubóstwo w glinę i zupełny brak potasu.

Dla objaśnienia pochodzenia moldawitów obmyślono kilka hipotez. Przedewszystkiem uważano je jako naturalne szkło wulkaniczne, zasadniczo podobne do obsydyanu. Zachodzące tutaj różnice są jednak o tyle znaczne, że trudno

zgodzić się na podobną identyfikację. Nie mówiąc o barwie i kształtach, brak potasu, przewaga krzemionki, zupełna nieobecność początków krystalizacji, wreszcie znaczna odległość Czech od środowisk działalności wulkanicznej, jużto współczesnych, jużto dających się odnieść do okresu lodowcowego, przemawiają przeciw hipotezie powyższej.

Nie lepiej daje się uzasadnić druga hipoteza, uważająca moldawity za odpadki jakichś starożytnych, może przedhistorycznych, hut szklanych. Trudna topliwość, nierówna, o szczególnym charakterze powierzchnia, prawie stały skład chemiczny, a także, zdaniem moim, absolutna nieobecność potasu nie pozwalają widzieć w moldawitach szczątków jakiegos pierwotnego przemysłu hutniczego. Zresztą, jeżeli tylko moldawity znaleziono rzeczywiście w lodowcowych utworach, przypuszczenie ich sztucznego pochodzenia byłoby zgoła niemożliwym wobec niewątpliwie niskiego rozwoju ówczesnych przedstawicieli rodzaju ludzkiego.

Jeżeli więc moldawity nie są dziełem człowieka, ani naturalnej działalności wulkanicznej, ani za dzieło rąk ludzkich uważane być nie mogą, pozostaje tylko jedna droga wyjścia: należy im przypisać nadziemskie pochodzenie, uznać je za spadłe z nieba, za meteoryty. Wobec zasadniczej jednak różnicy między moldawitami a wszelkimi innymi znanymi dotychczas aerolitami, ostatnia hipoteza przez długi czas nie mogła wywalczyć sobie prawa obywatelstwa, opierając się tylko na dowodach negatywnych, w ostatnich czasach jednak zwrócono uwagę na takie cechy moldawitów, które czynią coraz bardziej prawdopodobnym ich kosmiczne pochodzenie.

W zeszłym roku dr F. Suess, syn słynnego geologa wiedeńskiego, badając geologię Moraw, zwrócił uwagę na zapomniane moldawity i przedewszystkiem na charakterystyczną rzeźbę ich powierzchni; zdaniem jego porównać ją można tylko z zewnętrzzną postacią meteorytów, których powierzchnia, jak wiadomo, jest silnie zmieniona wskutek wysokiej temperatury i olbrzymiego ciśnienia powietrza podczas przejścia przez nie meteorytu ze znaczną szybkością. Czynniki te wywołują tworzenie się zagłębień, podobnych do odcisków palców (piezoglypty), szram i ciemnej glazury. Na powierzchni moldawitów widzimy te samo zjawiska w mniejszych tylko rozmiarach, zapewne z powodu nieznacznych ich wymiarów lub też niewielkiej szybkości, z jaką biegły przez naszą atmosferę.

Jeżeli jednak bliższe zbadanie moldawitów pozwoli rzeczywiście na stwierdzenie ich kosmicznego pochodzenia, pozostaną one Niemniej zagadkowymi. Będziemy mieli tu do czynienia z przypadkiem, który raz tylko i w jednym tylko miejscu wydarzył się na powierzchni ziemi, będziemy mieli w rękach szczątki jakiegos ciała niebieskiego o zupełnie odrębnej budowie. Wobec naszego braku wiadomości o mineralogii i petrografii ciał niebieskich nie powinniśmy jednakże a priori odrzucać możliwości upadku meteorytów o zupełnie innym chemicznym i mineralnym składzie od dotychczas obserwowanych.

Upadek moldawitów byłby do pewnego stopnia podobny do upadku meteorytu pułtuskiego, który dał także bardzo znaczną ilość względnie drobnych szczątków, rozrzuconych na znacznej przestrzeni, z tą różnicą, że przestrzeń, na której znajdują się moldawity, jest wielokrotnie większa.

W każdym razie moldawity zajmą prawdopodobnie napowrót miejsce w zbiorach. aby czekać ostatecznego wyroku. Jan Lewiński. Moldawity. Wszechświat 1899, 18, 297 (7 V)

Schwamm czy Schleiden? 160 lat teorii komórkowej

W roku bieżącym upływa lat 60 od ukazania się dzieła o stosunkowo skromnych rozmiarach, które na postęp nauk biologicznych wywarło wpływ fundamentalny i dla ich rozwoju zyskało znaczenie przewyższające prawie doniosłość tak zwaną teorią Darwina. Dzieła temu, napisanemu przez Teodora Schwanna i noszącemu tytuł: „O zgodności zwierząt i roślin pod względem budowy i wzrostu”, nauki biologiczne zawdzięczają ułożenie fundamentu dla ogólnej teorii komórkowej, albowiem pogląd ten dopiero wtenczas mógł być zastosowany do wszystkich tworów żyjących, gdy się udało wykazać ich powstawanie z istotnie jednakowego samodzielnego pierwiastku organicznego, stanowiącego jednocześnie główne ognisko wszelkich zjawisk życiowych; teoria pochodzenia wszystkich ustrojów żyjących ze wspólnego początku dostarcza poniekąd dopiero niezbędnego jego dopełnienia.

W dziełach naukowych, zajmujących się rozbiorem składu komórkowego organizmów roślinnych lub zwierzęcych, przy historycznych wzmiankach o pierwszym pojawieniu się teorii komórkowej spotykamy jednak zwykle nieco odmienne od wyżej podanego przedstawienie sprawy, a mianowicie jako pierwotnego twórcę teorii komórkowej dla świata roślinnego autorowie wymieniają zwykle Schleidena, Schwammowi zaś przyznają tylko zasługę zastosowania odkrycia Schleidena do organizmów zwierzęcych. Takie tłumaczenie udziału obu zasłużonych uczonych w tworzeniu teorii komórkowej nie zgadza się jednak z rzeczywistością, choć w samej rzeczy poglądy Schleidena, wyłożone w krótkiej rozprawce w r. 1838 („Beiträge für Phytogenesis” w Archiwie Müllera), a odnoszące się do sposobu powstawania komórek i ich udziału w wytwarzaniu tkanki roślinnej, spowodowały Schwanna, jak sam wyraźnie zaznacza w przedmowie do swego dzieła, do rozpoczęcia szeregu ścisłych badań nad znaczeniem komórki w rozwoju tkanek zwierzęcych.

H. Hoyer. O początkach teorii komórkowej. Wszechświat 1899, 18, 353 (4 VI)

O hipotezach

Nie zapominajmy, że wiedza nasza nie jest absolutną, opartą na pewnikach, czyli faktach niewzruszonych. Umysł nasz pracuje w istocie tylko zapomocą hipotez, z których niektóre, sprawdzając się przez codzienne doświadczenie, nabierają w życiu praktycznym znaczenia pewników, a w nauce występują pod nazwą praw. Aby dostatecznie zrozumieć, jak ważne znaczenie mają w nauce hipotezy, dość przypomnieć teorią atomistyczną, na której opiera się cały gmach chemii współczesnej. Toż samo stosuje się i do dzisiejszej teorii elektrochemicznej, a zasługującym na uwagę jest szybki postęp, jaki pod jej wpływem ujawnił się w nauce. Gdyż przyznać musimy bezprzeczenie, że mało jest przykładów w historii wiedzy, aby postęp gdziekolwiek był tak szybkim, jak tutaj właśnie, aby tak młoda jeszcze nauka, jak elektrochemia współczesna, posiadała już tak obszernie rozwiniętą stronę teoretyczną.

E. Krasuski. Rozwój elektrochemii i teorya elektrolizy. Wszechświat 1899, 18, 357 (4 VI)

Nieuwaga malarzy

Wieczór i poranek, szczególnież chwile po zachodzie i przed wschodem słońca, należą bezwątpienia do tematów często dotykanych przez malarzy - pejzażystów. Na tych krajobrazach, prawie zawsze znajdujemy wązki sierp księżyca, jako cechę tej pory doby. Ale również często księżyc jest fałszywie namalowany. Wiadomo, że wypukała strona sierpa zwrócona jest zawsze ku słońcu, a zatem w prawo na nowiu, na lewo na ostatniej kwadrze. Zatem na krajobrazie wieczornym powinien przypominać wypukłość litery

D, na ostatniej kwadrze, kiedy świeci przed świtem—litery C. Moglibyśmy wyliczyć mnóstwo obrazów pierwszorzędnych malarzy, którzy popełnili tu błąd.

Nie szkodziłoby również malarzom zachować trochę prawdy, malując roślinność różnych krajów i czasów. Na obrazie jednego z najśłynniejszych artystów naszych, przedstawiającym scenę z czasów Chrystusa, znajdujemy agawy meksykańskie. U innego na Golgocie kwitną kaktusy z rodzaju *Cireus*. U innego znowu u Izraelitów na puszczach widzimy wory pomarańcz i t. d. Nie mówimy już o różach Marechal Niel, które od Sardanapala do Nerona zasypały się obrazy. Jeżeli artyści dbają o prawdę historyczną pod względem ubiorów, dla czegoż nic mieliby jej zachować i pod względem flory?

W. Artyzm i nauka. Wszechświat 1899, 18, 367 (4 VI)

Samoobrona zwierząt

Na pierwszy rzut oka przyroda wydaje się nam spokojną, pogodną, wesołą dzięki istnieniu ptaków i owadów, przelatujących z kwiatka na kwiatek; zamieszkaną przez tysiący istot, używających życia w całej pełni swoich sił, istot nieznających, jak się zdaje, najmniejszej troski. Ale gdy zaczniemy studyować przyrodę, widzimy posępną rzeczywistość: tępienie owadów przez ptaki, usiłowanie owadu pożarcia innych owadów, lub też ucieczkę od wrogów, widzimy codzienne uganianie się za pokarmem, ten okrutny bój, który greccy tak wyrażali nazywali „wzajemnem pożeraniem się istot”. W każdej danej miejscowości zachodzi pomiędzy pożerającymi, a pożeranymi pewnego rodzaju równowaga, harmonia, jakby powiedziano dawniej, tak że, pomimo corocznych wahań, ogólna liczba osobników pewnego gatunku pozostaje mniej więcej jednaką; ta równowaga wynika ze współdziałania wielu złożonych warunków, pomiędzy którymi środki samoobrony ważne posiadają znaczenie.

Przy pomocy tych środków w danym gatunku uchodzi śmierci pewna ilość osobników, wystarczających do zachowania gatunku; inne nieszczęsne ofiary, ginąc, podtrzymują byt pewnej liczby zwierząt drapieżnych.

Środki samoobrony są nadzwyczaj rozmaite i ażeby nie zabłąkać się w nich, postaramy się opisać je w pewnym porządku systematycznym.

I. Ucieczka, autotomia.

Jeżeli zwierzę napadnięte nie zostało rażeniem zniechęca i ogłuszeniem, wtedy ratuje się ucieczką: zapomocą uderzenia skrzydłami lub nagłego skoku wydostaje się ono z niebezpieczeństwa. Wiele gatunków, opatrzone długimi przysadkami, łatwymi do ujęcia, wydoskonalilo ten sposób ratunku, dołączając doń autotomię. Jeżeli staramy się schwycić za ogon uciekającą jaszczurkę, tedy dziewięć razy na dziesięć ogon odłame się; wijący się, jak robak, odłam pozostaje w rękach, okaleczona zaś jaszczurka, korzystając z naszego osłupienia, natychmiast umyka. Konik polny, schwytany za jedną ze swoich długich nóg, zostawia ją zazwyczaj do naszej dyspozycji, sam zaś jednym skokiem ucieka, poświęcając częśćkę w celu ratowania całości. To samo zjawisko daje się spostrzegać u krabów, pospolitych na wybrzeżach Francji, jako też u znanych pajaków kosarzy (*Phalangium*).

II. Pancerz, igły

Liczne zwierzęta, niby na wzór rycerzy średniowiecznych zakutych w stal od głów do nóg, okryte są pancerzem, którego nie draśnię ani pazur, ani ząb; jako pancerz służy zazwyczaj własna skóra, która, jak to widzimy np. u owadów, skorupiaków, szkarłupni, mięczaków, wreszcie u opancerzonych gadów (żółwie) i ssących (pancerzik), twardejże wskutek zrogowienia, skostnienia lub też zwapnienia i t.p. zmian lub wreszcie-zapoczątkowane skądinąd schronisko, z jakiego korzystają np. rak pułstelnik, larwy chrzączek i niektóre piersienice. Pancerz może być wprawdzie ciężki do dźwigania, lecz jakież to nieocenione schronisko jeżeli szczerlnie przystaje!

Niektóre zwierzęta zamiast gładkiego lub łuskowatego pancerza posiadają okrycie kolczaste: takimi są, np., jeżozwierz, jeże, kolczatki, niektóre ryby, szkarłupnie i wiele innych. Przy najmniejszej trwodze igły powstają, groźnie na-

jerzają się i ranią do krwi śmiółka, pozwalającego sobie dotknąć się ich. Niejednemu myśliwemu zdarzało się widzieć, jak godną pożalowania minę ma pies, ścierający się z jeżem.

Igły czynne. Niekiedy igły służą nie tylko za bierny narząd obrony, lecz stają się niebezpieczną bronią białą, którą zwierzę, w braku pazurów i zębów uderza napadającego nań wroga. Jaszczurki *Uromastix*, żyjące w Azji i Afryce, mają ciało nagie, atoli ogon jest pokryty rzędami krótkich i ostrych kolców: ujęte przez wroga bronią się, wymierzając silnie ogonem na prawo i na lewo gwałtowne ciosy.

Na wybrzeżach Francji dość często widywać można płaszczki, t. zw. ogończe (*Trygon pastinaca*) straszne dla rybaków; w ogonie tych ryb znajduje się długi kostny kolec, pokryty skórą—istny kindżał, misternie zasztywniony na bokach.

III. Środki obrony elektryczne.

Przejdźmy teraz do zwierząt, walczących w sposób bardziej nowożytny, a mianowicie do ryb elektrycznych; te nie mają ani pancerza, ani też niezdolne są do wykonywania nagle ruchów; przeciwnie, są nawet zadziwiająco miękkie, ociężałe, nieruchawe, natomiast posiadają całą fabrykę elektryczności, zdolną razić niby piorunem, lub co najmniej ogłuszyć tych, którzy niebacznie uważają się je rozdrażnić.

Drętwy elektryczny (*Torpedo*), dość często napotykaemy na wybrzeżach Atlantyku i morza Śródziemnego. Węgorze elektryczne, żyjące w niewielkich strumykach i mulastych bagnach Ameryki południowej, słyną niemniej od drętwa z silnych porażań elektrycznych, które mogą podobno ubezwładnić nawet konia.

IV. Środki obrony chemiczne.

Chemicznych środków obrony spotykamy u zwierząt bardzo wiele, poczynając od substancji kleistych, działających poprostu przez swe własności fizyczne, np. śluz, aż do najrozliczniejszych jądów, niekiedy nader silnych, niejako zastrzykiwanych przez narządy odpowiednie; zobaczymy tu produkty, odstręczające swym zapachem lub smakiem, i wreszcie ciała gryzące.

V. Śmierć udana.

Wiele zwierząt, opancerzonych lub posiadających chemiczne środki obrony, nie szuka ucieczki w ucieczce, przeciwnie w takiej okoliczności używają one wybiegu wręcz odwrotnego; za najmniejszą trwogą składają swe przysadki, przewracają się na grzbiet lub na bok i dość długo pozostają w tem położeniu bez najmniejszego ruchu; słusznie mówimy tedy, że udają martwe. Taki wybieg przedstawia dwojakie korzyści: 1) Zbija z tropu napastników, którzy żywią się wyłącznie zdobyczą poruszającą się (żaby, jaszczurki). 2) Małe owady, jakoteż drobne ślimaki, które żyją na wysokich ziołach, przy najlżejszym trąceniu odczepiają się od nich i spadają na ziemię, niktą wśród masy różnych okrucich gruntu.

VI. Junakieria.

Inne zwierzęta, udając śmiółków, używają zupełnie odmiennej taktyki. Skoro tylko zostaną podrażnione lub zaatakowane, co zresztą wychodzi na jedno, nastraszają sierść, pióra lub inne wyrostki skóry, nadymają się, wydają dzikie dźwięki, jeżeli są do tego zdolni, a to wszystko nadaje im wygląd niekiedy komiczny, często przerażający. Goryl w gniewie najeża grzebię z włosów na głowie i nastawia go naprzód, rozszerza nozdrza, opuszcza dolną wargę, ukazując swe straszliwe zęby; bije się w piersi wielkimi pięściami i napęnia las przejmującym rykiem. Istotnie, trzeba mieć sporo zimnej krwi, ażeby nie uleknąć się tej przerażającej postaci.

VII. Homochromia.

Dla bardzo wielu gatunków pewnym środkiem bezpieczeństwa jest mianowicie zabarwienie, niekiedy prawie takie same jak środowiska, w którym zazwyczaj żyją. Jeżeli zwierzę posiada barwę otaczającego je środowiska i pozostaje nieruchomem, jest zupełnie niedostrzeżone dla oka z niewielkiej nawet odległości. Zjawisko takie Cuénót nazywa homochromią.

Homochromia dosięga najdoskonalszego stanu (*homochromia naśladowcza*), skoro nie tylko skopiowaniem jest dokładnie ogólne zabarwienie, lecz nawet niektóre drobne a charakterystyczne szczegóły kolorytu schroniska (liści; porostów, mchów na drzewach i t. d.); w takich przypadkach

zwierzę przypomina z pozoru jakieś martwe przedmioty, np. gałązki drzewne, liście, korę, wodorosty, a nawet odchody innych zwierząt.

VIII. Mimetyzm.

Mimetyzm jest zjawiskiem jeszcze osobliwszem, niż homochromia. Polega na tem, że jakiś gatunek, zachowując wszystkie cechy anatomiczne skupienia, do którego należy, co do kształtu jakoteż i barwy przedstawia coś w rodzaju mniej lub więcej dokładnej kopii zewnętrznej innego gatunku, wielce oderż odległego pod względem pokrewieństwa. Anglicy nazywają to zjawisko *mimicry*. Oto np. szerszeń, zaopatrzony w straszliwe żądło—znany go bardzo dobrze—ma naśladowcę w nieszkodliwym motyłu *Trochilium apiforme*, którego znajdować można w czerwcu na topolach przy drogach. Ten ostatni nie jest wcale podobny do zwykłego motyla, jestto wykapywany szerszeń; z uczemionych i przezroczystych skrzydeł,—żółtego i czarnego ubarwienia ciała, ze smukłej postaci jest on do tego stopnia podobny do szerszenia, że dopiero po ścisłym zbadaniu przekonujemy się, że nie należy on do owadów błonkoskrzydłych.

IX. Komensalizm.

Czy może być coś rozsądniejszego na świecie, gdzie widzimy tyle sił, nad zespolenie się z gatunkiem groźnym z oręża, który za drobne przysługi, niekiedy nawet za darmo, zapewni skuteczną osłonę w razie niebezpieczeństwa? Jestto komensalizm obronny.

Ryba rzek naszych *Rhodeus amarus* (rózanka) składa swe jajeczka do jamy skrzeli żywych mięczaków, mianowicie szczeżuj, za pomocą długiego rurkowego pokładelka, mającego kilka centymetrów długości. Młódki rozwijają się w skrzelach mięczaka, znajdując tutaj bezpieczne schronisko przed napastnikami zazwyczaj dziesiątkującymi zarodki ryb; z kryjówek wychodzą dopiero wtedy, gdy podrosną.

X. Osobniki, wyłącznie przeznaczone do obrony kolonii.

Ten ustęp możemy tylko zaznaczyć, ponieważ wymagałby on nieco szerszego rozwinięcia.

J. L. Cuénót. Środki samoobrony u zwierząt. Wszechświat 1899, 18, 327 i 343 (21 i 28 V)

Praca dla uczzonego

Z dniem 1 października r. b. opróżnia się i na nowo ma być obsadzona posada asystenta przy katedrze chemii rolnej Uniwersytetu Jagiellońskiego. Płaca wynosi 700 złr. rocznie płatne w ratach miesięcznych z góry. Posada nadaje się na lat dwa. po upływie których może nastąpić prolongata. Kto by chciał ubiegać się o tę posadę winien wnieść podanie do wydziału filozoficznego Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie na ręce dziekanatu tegoż wydziału. Do podania należy dołączyć *curriculum vitae*, świadectwo stndyów i inne dokumenty, któreby udowodniły mogły należyte kwalifikacje kandydata.

Ogłoszenie. Wszechświat 1899, 18, 384 (11 VI)

Niespodziewany sukces rynkowy aluminium

Obecnie Indie zużywają rocznie do 30 000 ton miedzi do wyrobu najrozmaitszych naczyń i sprzętów. W ostatnim czasie uczyniono próbę zastąpienia miedzi glinem. A. Chaterton, profesor inżynierii na uniwersytecie w Madras, przywiózł z Europy niewielką ilość glinu i kazał zeń sporządzić używane przez krajowców naczynia. Te ostatnie miały niebawem powodzenie, tak że założono niewielką fabrykę glinu, produkującą około jednej tonny miesięcznie. Wobec zaciętego konserwatyzmu indusów rezultat podobny był zgola nieoczekiwany, w każdym razie sporządzone z glinu naczynia muszą posiadać uświęcone tradycją kształty, różne w różnych prowincjach, nie mogą więc być produktami wielkiego przemysłu.

X. Glin w Indyach. Wszechświat 1899, 18, 400 (18 VI)

Superwodociąg

Australia szybkimi krokami podąża za Ameryką na polu rozwoju przemysłu, pozostawiając w tyle starą Europę. Tak np. aby zaopatrzyć w wodę suche pola złotonośne Australii zachodniej przystąpiono do budowy olbrzymiego, 525 km długiego wodociągu z Freemantle do Coolgardie. Wodociąg

ten ma dostarczać 22 miliony litrów wody dziennie, koszty zaś wynieść mają około 25 000 000 rubli. Olbrzymi ten nakład może się jednak opłacić, gdyż powiększy się jeszcze wydajność kopalni złota, która i tak w 1898 r. doszła do bajecznej sumy 68 milionów marek.

X. Kolosalny projekt. Wszechświat 1899, 18, 400 (18) VI)

Rabunkowa gospodarka

Numer marcowy czasopisma „Zoologist” podaje następujące dane. dotyczące połowu wielorybów i fok w r. 1898: 18 statków, które odpłynęły w marcu 1898 r. z Nowej Ziemi na połów fok, wyłowiło 241 708 sztuk tych zwierząt. Wartość tego połowu wynosi około 2 milionów franków. Oprócz tego około 30 000 fok padło ofiarą rybaków nadbrzeżnych. Na Grenlandyi polowanie na foki jest coraz to bardziej zaniebawiane. Połów wielorybów również chyli się ku upadkowi: flotyła statków z Dundee upolowała w r. 1898 zaledwie 990 sztuk tych zwierząt.

Jan T. (Tur) Połów fok i wielorybów. Wszechświat 1899, 18, 400 (18) VI)

Małe misie

W Revue Scientifique znajdujemy kilka ciekawych obserwacji, poczynionych przez pewnego myśliwca amerykańskiego nad młodem niedźwiedzią czarną, wychowywaną w niewoli. Zwierzęta te rodzą się ślepe, są przytem bardzo małe, tak że nowonarodzone niedźwiadki z łatwością można schować do kieszeni; waga ich w wieku 10 -20 dni wynosi zaledwie około 1 kg. Dają się one łatwo wychowywać w niewoli i karmić z początku mlekiem, następnie zaś mięsem.

Młode niedźwiadki, nawet w okresie kiedy już zaczynają wraz z matką opuszczać swe legowisko, są jeszcze nader wątłe i słabe: waga ich nie przenosi wówczas 2 250 g. Okoliczność tę przypisać należy ciężkim nader warunkom, wśród których odbywa się rozmnażanie tych zwierząt: samica zostaje matką bezpośrednio po okresie postu zimowego, podczas którego, jak wiadomo, zostaje zużyty tłuszcz zwierzęcia, przedstawiający materiał zapasowy organizmu. Dlatego też małe są tak wątłe aż do czasu, gdy zwiększy się ilość pożywienia z nadejściem ciepłego lata i obfitości zwierzyny. Tenże obserwator twierdzi, że samica niedźwiedzia czarnego w niewoli rodzi więcej na raz młodych, aniżeli na wolności i przypisuje to temu, że w niewoli nie odbywa ona snu zimowego i odżywia się dobrze podczas całej zimy.

Jan T. (Tur) Spostrzeżenia nad niedźwiedziem czarnym. Wszechświat 1899, 18, 416 (25) VI)

Białe tygrysy

Białe tygrysy spotykają się czasami jako przypadki t. zw. albinizmu. Są to przypadki nader rzadkie i tylko trzy z pomiędzy nich zostały stwierdzone. Jednego takiego tygrysa zabił major Robinson w Paonie: miał on 3,55 m długości. Skóra drugiego była wystawiona w Londynie w r. 1889. Ostatni ze znanych tygrysów albinosów został świeżo zabity w Assam przez p. Greenisha. Był to młody, normalnie rozwinięty osobnik. Długość skóry jego wynosi 2,85 m.

Jan T. (Tur) Rozmaitości. Wszechświat 1899, 18, 416 (25) VI)

ROZMAITOŚCI

Pływanie ryb na swobodzie. Sprężystość gazu zawartego w pęcherzu pławnym ogranicza swobodę ryb w zmianach głębokości zanurzenia. Problem ten był niedawno omówiony we Wszechświecie (1995, 96: 87). Mimo tego, że zarówno zasady tej zależności są dobrze zrozumiałe, oraz pomimo wielu badań doświadczalnych prowadzonych w akwariach, wiadomości o funkcji pęcherzy pławnych ryb pływających swobodnie, na różnej głębokości, są ograniczone. Warto więc streścić wyniki obserwacji stad amerykańskiego gatunku sielawy *Coregonus hoyi* w jeziorze Michigan. Głębokość zanurzenia stada oceniano z unoszącego się nad stadem statku przy pomocy echosondy, łowiąc równocześnie włochem kilka osobników, których wyporność i rozmiary mierzono, upewniając się równocześnie o ich przynależności gatunkowej. Zanurzenie ryb okazało się zależne od lokalnej głębokości jeziora i od warunków lokalnych, jak np. prądów wody i ruchów organizmów stanowiących pokarm ryb, waha się więc dość znacznie. Zawsze jednak w nocy sielawy znajdują się bliżej powierzchni, na głębokości ok 30-40 m. Ich wyporność jest wówczas równa wyporności otaczającej wody. W dzień ryby opadają na głębokość dochodzącą do 60 m. Pod naciskiem otaczającej wody pęcherz pławny zostaje wtedy zmniejszony do ok. połowy objętości. Jeśli głębokość jeziora w danym miejscu jest niewielka, ryby spoczywają na dnie. W głębszych okolicach ryby utrzymują się w zawieszaniu dzięki ustawicznemu płynięciu ku przodowi, lecz ilość gazu zawartego w ich pęcherzu nie powiększa się. Jeśli sielawę zbliżyć do powierzchni wody, wtedy wskutek spadku ciśnienia rozmiary pęcherza powiększają się, a wyporność ryby staje się większa od wyporności wody. Pomimo tego, że przewód powietrzny pęcherza sielawy jest drożny, ryby nie usuwają wówczas nadmiaru gazu. Wydaje się więc, że zmiana ilości gazu zawartego w pęcherzu

pławnym sielawy jest procesem powolnym, tak że osobniki są zwykle związane z warstwą wody, której grubość nie przekracza ok. 30 metrów.

Copeia 1998: 1060-1063

H.S.

Jak ewoluują formy dzieworodne? Istnienie wśród roślin i zwierząt form dzieworodnych, czyli partenogenetycznych, lub rozmnażających się przez podział względnie pączkowanie, jest zjawiskiem (poza czworonogami) stosunkowo częstym. Formy takie powstają wskutek bardzo rozmaitych zaburzeń w dojrzewaniu jąder komórek jajowych. Z jaj, które nie straciły, tak jak w normalnej mejozie połowy genomu, lub też po utraceniu zdołały go np. przez podwojenie odzyskać, rozwijają się niekiedy samice, produkujące jaja nie potrzebujące zapłodnienia. Ich potomstwo składa się więc z klonów, będących zbiorami osobników prawie identycznych, różniących się między sobą tylko rzadko się pojawiającymi mutacjami indywidualnymi.

Wielokrotnie stwierdzano przy pomocy elektroforezy białek, że osobniki klonów bywają mieszańcami dwu blisko spokrewnionych gatunków. Tak się rzecz ma u partenogenetycznych jaszczurek. W jądrach komórek zawierających dwa haploidalne zespoły chromosomów odmiennego pochodzenia mejoza jest zahamowana, co powoduje produkcję diploidalnych jaj, niekiedy zdolnych do rozwoju. Populacje składające się z samych samic są oczywiście dwa razy płodniejsze od populacji biseksualnych, w których konieczna jest obecność nie składających jaj samców. Stąd w wielu środowiskach dzieworodne klony rozmaitych gatunków zdołały wyprzeć rywalizujące z nimi formy biseksu-

alne. Jednak formy partenogenetyczne zwykle nie tworzą wyższych jednostek systematycznych, lecz są wyraźnie blisko spokrewnione z różnorodnymi formami biseksualnymi. Dlatego panuje dość powszechne przekonanie, że brak rozmnażania płciowego redukuje zmienność genetyczną populacji, równocześnie obniżając jej vitalność, co z kolei powoduje, że pomimo początkowych sukcesów formy pozbawione rozmnażania płciowego są skazane na upływie czasu na wymieranie.

Istnieją jednak osobliwości, które wydają się zaprzeczać tym uogólnieniom. Tak np. jeden z rzędów wrotków (*Bdelloidea*) składa się wyłącznie z form dzieworodnych, zaś wśród mszyc i roztoczy istnieją dość liczne rodzaje i nawet rodziny składające się wyłącznie z samic. Warto zwrócić uwagę, że są to wszystko organizmy o bardzo małych rozmiarach. Stwierdzono też, że populacje niektórych gatunków dzieworodnych nie są jednorodne, lecz składają się z niezbyt licznych klonów. Niektóre z tych populacji poddano badaniom mającym na celu wyjaśnienie ich pochodzenia.

Do nich należy małe roztocz *Penthaleus major* żyjący na łąkach południowej Australii, oraz w podobnych środowiskach Afryki. Rozmnaża się on zawsze partenogenetycznie, tak jak i wszystkie pozostałe gatunki rodziny *Penthaleidae*. Wśród zbadanych w ciągu 5 lat około 10 tysięcy osobników tego gatunku nie znaleziono ani jednego samca. Natomiast elektroforeza białek wyróżniła istnienie w tym gatunku 29 odrębnych klonów. Aby poznać zmienność ich liczebności w warunkach bliskich naturalnym założono w dwu oddalonych od siebie o kilkadziesiąt kilometrów okolicach stanu Victoria na południu Australii, poletka doświadczalne o powierzchni 1 m². Zostały one otoczone wysokimi płytami sztucznego tworzywa wkopanymi w glebę. Gatunek ten jest aktywny w porze wilgotnej i chłodnej, od maja do października, kiedy wymieniają się trzy kolejne pokolenia. Suche miesiące letnie przeżywają zarodki zawarte w jajach. Środkami chemicznymi niszczone w lecie na powierzchni ogrodzonych poletek wszystkie roztocze, a następnie umieszczano na niej fragmenty roślin, na których znajdowało się wiele rozwijających się jaj badanego pajączka.

W dwu kolejnych porach wilgotnych pobierano co miesiąc po około 100 osobników roztoczy z każdego poletka i zamrażano w -80°C. Próbkę tę poddano później elektroforezie białek. Obecność czterech pospolitych klonów stwierdzono prawie we wszystkich próbkach, pozostałe klony występowały nieregularnie, np. tylko w jednej okolicy. We wszystkich prawie próbkach dominował klon nr 3, natomiast klon nr 2 osiągnął maksimum liczebności na krótko i tylko dwa razy, zaś klon nr 8 nigdy nie był liczny, ale był obecny we wszystkich próbkach itd. Bardziej szczegółowe omówienie składu pobieranych próbek, które trzeba pominąć, dowodzi, że poszczególne klony różnią się od siebie nie tylko elektroforetycznymi markerami, ale również wymaganiami w stosunku do środowiska. Stwierdza się też występowanie między klonami wzajemnej rywalizacji. Okazuje się więc, że forma partenogenetyczna nie tylko nie jest genetycznie jednolita (co zresztą stwierdzono już dawniej wśród cyklicznie partenogenetycznych mszyc i rozwielitek), ale także stwierdzono, że dobór naturalny może pewne klony faworyzować, a inne odrzucać, a więc działa także u form dzieworodnych.

Skąd bierze się różnorodność klonów partenogenetycznych? Autorzy cytowanej pracy uważają za wysoce nieprawdopodobne istnienie gdzieś w ukryciu biseksualnych populacji roztoczy, z których mogłyby się ciągle tworzyć nowe formy bezpłciowe. U niektórych roztoczy będących szkodnikami upraw, lub powodujących choroby nigdy nie znaleziono samców pomimo bardzo dokładnych i masowych badań. Weeks i Hoffmann zwracają natomiast uwagę na niesłychaną liczebność tych niewielkich organizmów. *Penthaleus major* przekracza w Australii liczebność 10 tysięcy okazów na 1 m², co oznacza, że na kilometr kwadrato-

wym żyje 1 × 10 do dziesiątej potęgi osobników! W ciągu roku powstaje ich 3 razy tyle wobec trzech pokoleń na rok. Zaś środowiska korzystne dla tego roztocza zajmują w Afryce i Australii wiele tysięcy kilometrów kwadratowych. W tak niewyobrażalnej mnogości osobników dobór naturalny może niekiedy spotykać i zachowywać wyjątkowo mało prawdopodobne korzystne mutacje i układy genów. Potomkowie podobnych mutantów stają się klonami wygrywającymi rywalizację ze starszymi klonami.

Autorzy cytowanej pracy nie wspominają, że wydaje się rzeczą prawdopodobną, iż dobór naturalny faworyzuje u gatunków występujących w ogromnej liczebności osobników wysoką zmienność łańcuchów DNA. Wiadomo, że u kręgowców szczególnie budowa fragmentów genomu zapisujących geny zgodności tkankowej pozwala na ogromną zmienność ich replikacji. Wiemy też, że najmniejsze organizmy np. chorobotwórcze występują w ciągle nowych odmianach pomimo braku płci. Być może *Bdelloidea* zawdzięcza swe istnienie wysokiej niedoskonałości w odtwarzaniu zapisu genomu, która dostarcza dosyć materiału dla efektywnego działania doboru naturalnego.

Evolution 1998. 52: 1325-1333

Henryk Szarski

Ile gatunków płazów żyje obecnie na Ziemi? Od wielu lat charakteryzując kręgowce przyjmowano, że płazy są najmniej liczną gromadą kręgowców i nigdy nie odegrały znaczącej roli jako grupa panująca (tak, jak np. gady w erze mezozoicznej). W końcu lat siedemdziesiątych szacowano ich liczbę na około 2900 gatunków. Oczywiście ustalenie liczby gatunków nie jest obecnie proste. Opisy nowych gatunków są rozproszone w różnych pismach wydawanych na całym świecie, stąd też przy szacunku tej liczby oparto się na katalogach gatunków płazów z 1985 r. i z 1993 r. oraz na informacjach publikowanych w „Zoological Record.” Pozwoliło to na oszacowanie, że pod koniec 1995 r. liczba znanych gatunków płazów wynosiła przynajmniej 4780 (przekraczając tym samym liczbę znanych gatunków ssaków – 4675). Z tej liczby na poszczególnych rzędy przypadało: *Anura* – 4204 gatunki, *Caudata* – 411, *Gymnophiona* – 165. Wśród płazów bezogonowych na 10 najliczniejszych rodzin przypadało: *Leptodactylidae* – 906 gatunków, *Hylidae* – 754, *Ranidae* – 711, *Bufonidae* – 400, *Microhylidae* – 316, *Hypselonotidae* – 230, *Rhacophoridae* – 228, *Dendrobatidae* – 180, *Centrolenidae* – 116 i *Myobatrachidae* – 116. Spośród płazów ogoniastych najliczniejszą rodziną są salamandry bezpłucne (*Plethodontidae*) – 263 gatunki. Przy założeniu dalszego linearnego tempa opisu nowych gatunków prawdopodobnie pod koniec stulecia będzie opisanych 5000 gatunków płazów. Niewątpliwie przyczynia się do tego podniesienie w ostatnich latach wielu podgatunków do rangi samodzielnych gatunków (np. w obrębie rodzaju *Triturus*). Poza tym zastosowanie nowych technik badań biochemicznych i genetycznych czy analiza głosów godowych na pewno przyczyni się do opisu nowych gatunków. Wreszcie wzmożenie badań lasów tropikalnych (np. Madagaskaru, Boliwii czy Brazylii) również przyniosło odkrycie wielu nowych gatunków. Patrząc na to z biogeograficznego punktu widzenia w ciągu 10-lecia od początku 1986 r. do końca 1995 r. 68% gatunków opisano z krainy neotropikalnej, 9% z australijskiej, 8% z orientalnej, 5% z Madagaskaru, 4% z palearktyki, 4% z krainy etiopskiej i 2% z nearktyki. Biorąc pod uwagę fakt, że ostatnio wiele populacji płazów drastycznie kurczy się, rosną wymagania dla organizacji międzynarodowych w celu odpowiedniego zabezpieczenia ich bytu.

Herpetological Review 1998, 29(1): 11-12

Antoni Żyła

Trujące traszki. Traszki, podobnie jak inne płazy wytwarzają w gruczołach skórnych substancje, które mogą mieć bardziej lub mniej toksyczne działanie na inne organizmy. Na przełomie lipca i sierpnia 1996 r. znaleziono na powierzchni stawu w Pacific County w stanie Waszyngton 3 martwe, świeżo opierzone perkozy z gatunku *Podilymbus podiceps*. Podczas ich sekcji okazało się, że w żołądku każdego ptaka znajdowała się pojedyncza, częściowo strawiona traszka szorstkoscóra *Taricha granulosa* (rodzina *Salamandridae*). Badania patologiczne ptaków wykazały silne przekrwienie płuca i obrzmienia. Nie stwierdzono natomiast

żadnych pasożytów ani uszkodzeń patologicznych obserwowanych mikroskopowo. Wcześniej notowano podatność ptaków na toksynę wytwarzaną przez tę traszkę (tetrodotoksyna) w warunkach laboratoryjnych. O silnym działaniu toksycznym tej substancji świadczy fakt, że traszki nie były całkowicie strawione i samo ich spożycie i dostanie się do żołądka doprowadziło do śmierci ptaków. Prawdopodobnie śmierć ptaków następowała w ciągu minut po spożyciu traszki.

Herpetological Review 1997, 28 (2): 82

Antoni Żyłka

OBRAZKI MAZOWIECKIE

BUDOWNICZY NAJBARDZIEJ MISTERNYCH GNIAZD

Remiz jest znacznie mniejszy od wróbla. Czoło i boki głowy ma czarne, grzbiet czerwono-brązowy. Ten niepozorny, mały ptak potrafi zbudować gniazdo, które zadziwia precyzją i niezwykłością. Ptak ten stał się w naszej okolicy nieco częstszy. Ostatnio znalazłem nawet jego gniazdo w małej kępie osik koło Sierakowa, chociaż dotychczas panowało przekonanie, że jego miejsce lęgowe musi być nad wodą. Gniazdo to wykonane zostało z puchu osikowego, który znajdował się pod bokiem i nie warto było poszukiwać właściwego budulca, to jest puchu wierzbowego. Zbudowane zostało na końcu cienkiej gałązki, podobne do małej rękawiczki z jednym palcem lub rannego pantofla. To gruszkowate gniazdko, utkane z puchu posiada oddzielny, specjalny korytarzyk wlotowy. Żaden drapieżnik nie dosięgnie piskląt tam wychowywanych.

KAWKI SZOSOWE

Kawka szukała pożywienia na skraju asfaltu i porośniętego trybulą pobocza, bo tu zdmuchiwane były owady zabite przez samochody. Przyleciała do niej druga i przez dłuższy czas spokojnie się pożywiały wybierając co smakowitsze kąski.

CO TEŻ ON MOŻE CHCIEĆ

Obserwowałem przez lornetkę młode czajczaki nad Węgierką za Sierakowem. Pisklęta wcale się nie bały, pocieszenie, niezgrabnie spacerowały po skoszonej łące i często spoglądały w moją stronę. Ale po kilku minutach nadleciała zaniepokojona czajka matka i zaczęła wrzeszczeć. Czajczaki momentalnie zniknęły w trawie i już nie mogłem ich zaobserwować.

Z. Polakowski

RECENZJE

Dietmar Metzeltin & Horst Lange-Bertalot: *Tropische Diatomeen in Südamerika* I. 700 überwiegend wenig bekannte oder neue Taxa repräsentativ als Elemente der neotropischen Flora. [In:] *Iconographia diatomologica*, Annotated diatom micrographs edited by H. Lange-Bertalot, Koeltz Scientific Books, Koenigstein/Germany, 1998, Vol. 5, S. 695. ISBN 3-87429-394-7.

W porównaniu do niezliczonych materiałów okrzemkowych przestudiowanych w Europie – kontynencie najlepiej dotąd zbadanym pod tym względem – stan poznania flory okrzemek Ameryki Południowej pozostaje bardzo daleko w tyle. Szczególnie skąpe są opracowania jej tropikalnej, trudno dostępnej części.

Omawiany w niniejszej recenzji materiał pochodzi z różnych części Brazylii, Gujany i Wenezueli, głównie z wód oligotroficznymi i dystroficznymi. Uwzględniano miejsca odległe od większych skupień ludzkich powodujących zmiany w zbiorowiskach naturalnych. Chociaż autorzy mieli do dyspozycji tylko ok. 300 próbek (zebranych przez siebie i użyczonych przez innych ludzi) znaleźli w nich obfitość taksonów, z których przedstawili ok. 700, a jest to dopiero pierwsza część opracowania, dotycząca grupy Penna-

tae. Blisko połowa z nich odbiegała od znanych opisów. Stąd wyróżnienie aż 202 nowych dla nauki gatunków i jednostek niższej rangi a nawet nowego rodzaju, wprowadzenie 45 zmian nomenklatorycznych oraz wyróżnienie 131 jednostek trudnych na razie do zidentyfikowania.

Przedstawione taksony należą do 48 rodzajów; najbardziej urozmaicone okazały się *Eunotia* (ponad 2% taksonów), *Pinularia* (ok. 15%), *Cymbella* (ok. 12%) i *Gomphonema* (6,5%). Wiele z tych taksonów znanych jest dotąd tylko z tego kontynentu. W kreowaniu nowych gatunków brali udział także inni specjaliści: głównie K. Krammer, a ponadto E. Reichardt i M. Nörpel-Schempp.

Taksony omówiono w porządku alfabetycznym. Opisom towarzyszą rozmaite uwagi, w tym dotyczące podobieństwa do zbliżonych form.

Prawie wszystkim znalezionym taksonom towarzyszy wspomnianą, doskonałą pod względem technicznym dokumentacja fotograficzna zebrana w 220 tablic ułożonych – jak piszą autorzy – według tradycyjnego hipotetycznego filogenetycznego porządku. Do części taksonów oprócz zdjęć spod mikroskopu świetlnego dołączono fotografie z mikroskopu skaningowego.

Sporo gatunków uwzględnionych jest tylko w tablicach (np. wszystkie z rodzaju *Cymbella*) i wówczas załączono o nich nieco uwag przy ich podpisach.

Ponieważ w tablicach układ taksonów nie jest alfabetyczny, dołączono do nich alfabetyczny indeks. W nim jednak nie podano, do których taksonów istnieją informacje także w pierwszej, opisowej części monografii.

Nie zawsze czytelnik dowiaduje się na jakich stanowiskach dany takson został znaleziony i jak licznie był tam reprezentowany.

W nazwach nowych taksonów znajdują się liczne eponimy poświęcone osobom rozmaitej narodowości, w tym Polakom (*Nitzschia witkowskii*, *Encyonema wojtalae*, *Sieminskia*).

Książka została wydana na wspaniałym papierze kredowym, uwydatniającym jeszcze wyraźniej walory dokumentacji fotograficznej. Z pewnością będą ją chciały pozyskać wszystkie, tak liczne dziś, pracownie specjalistyczne i będą czekać na dalszy ciąg tego opracowania.

Monografia ta potwierdza zdawna panujący pogląd, że Ameryka Południowa ma największą ilość endemitów wśród okrzemek całego świata.

Jadwiga Siemińska

Hans-Joachim Herrmann & Helmut Zimmermann (eds.): *Beiträge zur Biologie der Anuren*. Melle 1994, Tetra-Verlag, S. 185

Książka stanowi zbiór artykułów opracowanych przez członków grupy „Anuren” z Deutsche Gesellschaft für Herpetologie und Terrarienkunde. Większość tych artykułów dotyczy rozmieszczenia, biologii i ekologii płazów bezogonowych w zagrożonych zniszczeniem terenach Azji, Ameryki Środkowej i Południowej oraz Madagaskaru.

Tom rozpoczyna artykuł H.-J. Herrmanna poświęcony problemom ekspozycji płazów w terrariach czy to muzeów czy też ogrodów zoologicznych. Podkreśla tu autor dydaktyczną i estetyczną rolę tych ekspozycji.

K.-D. Kühnel przedstawia obserwacje niektórych gatunków *Anura* przeprowadzonych w Tybecie i południowo-zachodnich Chinach. Po krótkiej charakterystyce środowiska autor opisuje kilkanaście gatunków (budowa, środowisko, niektóre dane z biologii). Drugi artykuł dotyczący płazów azjatyckich (J. i C. Beutelschies) poświęcony jest niektórym gatunkom zamieszkującym Park Kinabalu na Borneo. Spośród płazów omówione są niektóre gatunki z rodzin *Ranidae*, *Pelobatidae*, *Bufonidae* i *Rhacophoridae*.

Kolejne trzy opracowania dotyczą płazów Madagaskaru. H. Zimmermann, S. Hetz i P. Zimmermann przedstawiają środowisko życia oraz stan populacji *Mantella aurantiaca* żyjącej w błotnistym tropikalnym lesie deszczowym w rejonie Andasibe we wschodnim Madagaskarze. Przy dalszym wycinaniu lasów w tej części wyspy oraz wprowadzaniu gospodarki człowieka grozi jej całkowite wyniszczenie. Autorzy przedstawiają tu plan ratowania gatunku.

W drugim artykule S.K. Hetz i H. Zimmermann omawiają biotop, rozmieszczenie i wymagania co do habitatu i zagrożenia *Mantella aurantiaca* (m.in. zagraża jej rozszerzanie terenów kopalni odkrywkowej grafitu i wycinanie lasów). W trzecim artykule F. Glaw analizuje różnorodność gatunkową i tendencje ewolucyjne wśród madagaskarskich *Anura*. Podkreśla tu autor wyjątkowość tej fauny (4-5% światowej fauny płazów bezogonowych jest ograniczona wyłącznie do Madagaskaru) oraz analizuje ich zróżnicowanie jeśli idzie o zamieszkiwane habitaty i tryb życia.

Kolejnych 7 artykułów poświęconych jest płazom bezogonowym Ameryki Środkowej i Południowej. E. Meyer omawia projekt ochrony lasów deszczowych na półwyspie Osa w Kostaryce analizując jednocześnie następstwa postępującego karczowania lasów dla całego ekosystemu oraz wska-

zując na bogactwo fauny tego rejonu. Następnie A. Schlüter omawia *Anura* „gór stołowych” Guaiquinima w Wenezueli, a H. i K. Mägdefrau zajmują się biologią płazów bezogonowych w „górach stołowych” z łańcucha Roraima w Wenezueli (zamieszczone są tu dane z biologii rozrodu tych płazów, np. przedstawiciele rodzaju *Stefania* wykazują opiekę rodzicielską). Z kolei A. Widmer omawia faunę *Anura* rezerwatu „Federico Wildermuth” w Argentynie (podano charakterystykę 14 gatunków, które autor zarejestrował na terenie rezerwatu), a A. Widmer i J. Jenny charakteryzują środowisko rezerwatu „Federico Wildermuth” utworzonego dla ochrony argentyńskiej pampy. A. Schmitt pisze w następnym artykule o wrażeniach herpetologicznych z Nikaragui przedstawiając obserwacje przeprowadzone nad 15 gatunkami (biotop, biologia, status populacji). Podobnie jak w wielu poprzednich artykułach autor wskazuje na duże prawdopodobieństwo zniszczenia wielu tych populacji na skutek karczowania lasów i zagospodarowywania terenów.

W ostatnim artykule tej grupy S. Lötters omawia znikanie populacji płazów w północnych Andach w Ekwadorze. Autor notuje tutaj zanik populacji płazów z rodzin *Bufonidae*, *Centrolenidae*, *Dendrobatidae*, *Hylidae* i *Leptodactylidae* w biotopach, w których były one liczne przed 1988 rokiem, przy czym przyczyny tego zjawiska nie są znane.

Artykuł H.-J. Herrmanna, M. Engelhardta i M. Wendorfa poświęcony jest hodowli i rozmnażaniu *Phrynohyas venulosa hebes*. Dokładnie przedstawiono tu warunki hodowli, rozmnażania i warunki wychowu młodych. Następny artykuł (K. Kabisch et al.) zawiera informacje o budowie gruczołów produkujących wydzielinę do budowy gniazda pianowego, strukturze chemicznej tej wydzieliny, a także dyskusję o funkcjach biologicznych tego gniazda.

Ostatnia praca R. Werneburga odsta je od pozostałych — poświęcona jest ukazaniu *Dissorophoidea* jako grupy rodowej dla *Lissamphibia* (do których należą współczesne płazy).

Artykuły są bogato ilustrowane barwnymi i czarno-białymi fotografiami, na których ukazano nie tylko wiele omawianych gatunków czy biotopy, które zamieszkują, lecz również różne stadia rozwojowe (np. skrzek, kijanki, czy transport jaj na grzbiecie osobnika dorosłego). Ukazują one różnorodność barw, postaci czy zachowań tych płazów. Dodatkowymi ilustracjami są mapy i tabele. W większości artykułów przewija się problem niszczenia środowiska i zanikania populacji płazów. Może niektóre prognozy odnośnie np. wycinania lasów tropikalnych są zbyt katastroficzne, ale pozwalają one czytelnikowi uzmysłowić sobie tempo zmian wprowadzonych obecnie przez człowieka.

Dość liczne są w publikacji błędy drukarskie zarówno jeśli idzie o nazwy łacińskie, jak i zwykłe słownictwo (np. na s. 31 Hochdland zamiast Hochland, *Furcifer willsii* zamiast *Furcifer willsii* — s. 38, *Mantelle* zamiast *Mantella* — s. 55; *Scynax* zamiast *Scinax* — s. 67; temorairen zamiast temporären — s. 109 itd.). Sprawia to wrażenie jakby korekta książki była zrobiona bardzo pobieżnie. Liczne takie usterki mogą denerwować czytelnika, zwłaszcza słabiej znającego język niemiecki. Usterką jest też brak podania stron artykułów w spisie treści. Kolejny mankament to brak podpisów pod fotografiami na s. 129-130. Uchybienia te nie umniejszają wartości książki. Może z niej korzystać i laik i herpetolog — i jeden i drugi znajdzie w niej ciekawe informacje dotyczące budowy, rozmieszczenia, ekologii czy biologii różnych mało znanych gatunków płazów. Będzie ona również ciekawą lekturą dla czytelników zainteresowanych ochroną przyrody lub lasami tropikalnymi, a zamieszczone na końcu książki adresy autorów pozwalają na nawiązanie bezpośredniego kontaktu z nimi i uzyskanie dodatkowych informacji.

Antoni Żyłka

Wiesław Deptuła, Jan Buczek: **Zarys immunologii ssaków**. Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, wyd. I, Kraków 1998, ISBN 83-233-1118-8 (podręcznik dotowany przez Ministerstwo Edukacji Narodowej)

Niezwykle interesujące, godne polecenia opracowanie. *Zarys immunologii ssaków* jest pierwszym tego rodzaju opracowaniem książkowym opublikowanym w wydawnictwie krajowym. Przedstawiono w nim układ odpornościowy dziesięciu wybranych (najbardziej reprezentatywnych) grup systematycznych ssaków. Poza układem odpornościowym naczelnych i myszy (zwierząt modelowych w badaniach immunologicznych) Autorzy przedstawili układ odpornościowy przeżuwaczy (owce, bydło), świń, zwierząt drapieżnych (psy, koty), nietoperzy, ssaków morskich (walenie, płetwonogie) oraz torbaczy i stekowców. W opracowaniu uwzględnione zostały zatem zwierzęta wywodzące się z różnych szczebli rozwoju filogenetycznego, ale również, na co warto zwrócić uwagę, zasiedlające różne typy środowiska. Dane odnoszące się do poszczególnych grup ssaków przedstawione zostały w odrębnych rozdziałach bardziej lub mniej obszernych (podobnie jak różnie obszerne są dostępne dane źródłowe), stanowiąc niezależnie od tego bardzo wyczerpującą formę prezentacji wiedzy, popartej liczącym wiele pozycji wykazem piśmiennictwa przedstawionym w pełnym brzmieniu. Na podkreślenie zasługuje fakt, iż cel jaki sobie nakreślili Autorzy, a którym było przedstawienie rozwoju i budowy układu odpornościowego, jak również wskazanie na jego podobieństwa i różnice u różnych grup ssaków nie tylko został osiągnięty, ale stanowi o wartości merytorycznej opracowania.

Zarys immunologii ssaków, będąc pierwszym tego rodzaju opracowaniem w kraju, a także co warto podkreślić, jednym z nielicznych na świecie jest pozycją wydawniczą bardzo oczekiwaną przez studentów, zwłaszcza wydziałów biologii i medycyny weterynaryjnej, którzy stają coraz częściej przed koniecznością opanowania podstawowego kursu tej wiedzy oraz przez prowadzących wykłady akademickie z zakresu podstaw immunologii zwierząt.

Opracowanie adresowane jest do biologów, lekarzy medycyny weterynaryjnej i ludzkiej, osób interesujących się układem odpornościowym i jego istotą, a także do profesjonalistów w tej dziedzinie.

Michał Stosik

Joni Seager (we współpracy z Clarkiem Reedem i Peterem Stottem): **Der Öko-Atlas**, Neue Deutsche Ausgabe, Adam Englishen v. Giesela Krüger (tekst) i Ulrike Lohoff-Erlenbach (mapy), Bonn 1996, Verlag J.H.W. Dietz Nachfolger, cena 29,80 DM, ISBN 3-8012-0223-2, S. 128

Współcześnie narastają różnorodne zagrożenia ekologiczne o charakterze globalnym. Dotyczy to całej przestrzeni życia na Ziemi, a także samego człowieka jako mieszkańca naszej planety. W wyniku popularyzacji wyników Konferencji w Rio (1992 r.) problemy ekologiczne należą do najważniejszych, którymi zajmują się zarówno politycy, a także różnorodni eksperci w zakresie problemów środowiskowych. Recenzowany tutaj *Atlas ekologiczny* kanadyjskiej autorki Joni Seager wychodzi naprzeciw szerokiej publiczności, która pragnie lepiej zrozumieć współczesne zagrożenia ekologiczne. *Atlas ekologiczny* składa się z 35 map, które wykonano w czterech kolorach. W formie poglądowej wskazuje podstawowe przyczyny i zakres zagrożenia naszego śro-

dowiska życia. Do wszystkich 35 map dołączono komentarze oparte na najnowszej wiedzy najwybitniejszych instytucji badawczych, a także organizacji międzynarodowych (głównie agend ONZ).

Autorka wyróżnia sześć podstawowych części swojego *Atlasu*. Są to: „Podzielony świat”; „Nowoczesne życie”; „Energia”; „Przemysł i siły zbrojne”; „Ekosystemy” oraz „Polityka”. W ramach „Podzielnego świata” przedstawiono mapy i komentarze: „Bogaty i biedny świat”; „Głód”; „Opas cieląt”; „Woda pitna”; „Rezerwy wody”. Natomiast część następna obejmuje mapy i komentarze: „Ludność”; „Śmiecie”; „Powietrze”; „Tryumf samochodu”; „Dziura ozonowa”; „Turystyka”. W części dotyczącej energii przedstawiono mapy i komentarze poświęcone „Bilansowi energetycznemu”; „Energii atomowej”; „Ropie naftowej”; „Energii wodnej”; „Drewnu jako paliwu”; „Kwaśnym deszczom” i „Globalnemu ociepleniu”. Bardzo przygnębiające wrażenie robi na czytelniku część czwarta. Przedstawiono tutaj mapy i komentarze poświęcone: „Pustyniom przemysłowym”; „Narkotekom gleb” (nawozom); „Komu służą pestycydy?”; „Interesom w zakresie trujących śmieci”; „Napromieniowanym atolom koralowym”; „Wojnie i pokojowi”. Natomiast w części piątej omawia się najbardziej zagrożone ekosystemy i rolę niektórych działań człowieka, najbardziej niebezpiecznych dla dalszego trwania życia biologicznego na Ziemi („Głębie mórz”; „Obszary wilgotne”; „Lasy”; „Gleby”; „Rośliny i zwierzęta”; „Polowania”; „Handel dzikimi zwierzętami”; „Zagrożone zdrowie”). Ostatnią część map i komentarzy poświęconą jest obecnej polityce ochrony środowiska („Obszary ochrony”; „Świadomość środowiskowa”; „Środowisko i rozwój”).

Dla nowego wydania *Atlasu ekologicznego* wszystkie zamieszczone mapy wykonano na nowo i tak przedstawiono, że zawierają one znacznie więcej informacji niż jego poprzednie wydania. Całkowicie od nowa opracowano osiem map i komentarzy do nich. Są to mapy poświęcone dysproporcjom w zakresie bogactwa i nędzy na świecie, współczesnej hodowli zwierząt, rezerwow wodnym, pestycydom, zagrożonemu zdrowiu, obszarom ochronnym, świadomości środowiskowej czy wreszcie środowisku i rozwojowi. Wszystkie mapy i komentarze przystosowano do zmieniających warunków przyrodniczych, społeczno-ekonomicznych i politycznych kończącego się obecnie tysiąclecia. Można tutaj wskazać charakterystyczne przykłady. Mapa 19 pokazuje po raz pierwszy w sposób precyzyjny zniszczenie środowiska na obszarze byłego Związku Radzieckiego. Mapa 30 przedstawia skutki testów atomowych na atolach koralowych Pacyfiku, a mapa 25 skutki oddziaływań człowieka na życie w głębinach morskich. W całej pracy może znaleźć następujące credo: „Dzisiaj, u progu 21 stulecia, widzimy coraz wyraźniej związki czynników społecznych, ekologicznych i ekonomicznych i wiemy, że stan środowiska wyznacza także stan ludzkiego zdrowia” (s. 7). Co więcej, gospodarka i konsumpcja bogatych krajów uprzemysłowionych rozwija się — z punktu widzenia globalnego — kosztem pozostałego świata i przyszłych pokoleń.

Atlas ekologiczny Joni Seager stanowi znakomitą lekturę zarówno dla specjalistów, jak też ogółu czytelników interesujących się ochroną środowiska. W sposób bardzo poglądowy i zajmujący czytelnika wprowadza on w złożone problemy globalnych zagrożeń ekologicznych oraz wskazuje na możliwość chociażby częściowego zahamowania tych procesów.

Eugeniusz Kościński

KRONIKA

WYSTAWA POROSTY (LICHENES)

Tarnów, marzec-kwiecień 1999 r.

Dnia 3 marca 1999 r. w Pracowni Centrum Edukacji Ekologicznej w Tarnowie, ul. Nowy Świat 30, została otwarta wystawa pt. Porosty (*Lichenes*). Czynna do 30 kwietnia br., jest adresowana do nauczycieli biologii i młodzieży szkół pow. tarnowskiego oraz powiatów z nim sąsiadujących. Mogą ją również zwiedzać wszyscy zainteresowani. Autorem wystawy jest piszący te słowa. Wykonawcami licznych barwnych fotografii obok autora są: dr Hanna Wójciak i Paweł Nabożny. Wystawiono 110 okazów porostów. Celem wystawy jest poznanie biologii tej interesującej grupy organizmów oraz roli, jaką spełniają w przyrodzie.

Dualistyczna budowa sprawia, że porosty przystosowują się do najbardziej skrajnych spośród stworzonych przez naturę warunków życia. Nie tolerują jednak wprowadzanych przez człowieka zmian, w rezultacie giną w wielu regionach naszego kraju, głównie wskutek pogarszającego się stanu czystości powietrza. Do takich regionów, niestety przykro to powiedzieć, należy Tarnów i jego okolica.

Ekspozycję wystawy otwiera fragment runa lasu sosnowego z licznym udziałem chrobotków. Obok na pniakach i gałęziach oglądamy różnorodne porosty epifityczne. Tu również zwiedzający mogą się zapoznać z historią badań nad porostami, w tym dotyczącą Tarnowa. Pierwsze dane lichenologiczne z Tarnowa i jego okolic podaje W. Boberski (1883). Dalej przedstawiono różne przykłady budowy morfologicznej plech porostowych z szczególnym uwzględnieniem chrobotków. Budowa anatomiczna opiera się na wzajemnym układzie komórek glonu oraz strzępek grzyba w plesze porostu. Wszystkie typy budowy anatomicznej plech opatrzone opisanimi schematami i fotografiami wykonanymi spod mikroskopu. Obok pokazano pionierskość porostów w zasiedlaniu skał. Ich obecność może decydować o życiu innych organizmów, które po latach będą mogły się tam osiedlić jako kolejni lokatorzy. Ciekawostką jest po-

kazanie na kamieniu zanurzone w wodzie plech porostów, które to siedlisko opanowały. Kolejne działy wystawy zwracają uwagę na gatunki wymierające, a także wymarłe na terenie naszego kraju, ich ochronę, rozmnażanie (typy owocników, izidia, soredia), porosty naskalne (epilityczne), osiedlające się na różnych typach tego podłoża.

Porosty antarktyczne, przywiezione z polarnych wypraw naukowych, eksponowane są dzięki uprzejmości Pani prof. Marii Olech z UJ. Pokazano wybrane przykłady znaczenia porostów: jako źródła pożywienia dla zwierząt (chrobotki) i ludzi, w zwalczaniu chorób, wykorzystania w gospodarce (barwniki, przemysł perfumeryjny). Tu również omówiona została rola specyficznych substancji, jakie te organizmy wytwarzają – kwasów porostowych. Badania porostów ułatwiają współczesnej nauce rozwiązywanie wielu problemów. Powstały nowe specjalności naukowe: lichenometria i lichenoindykacja. Metody lichenometryczne oparte są na znajomości tempa przyrostu plech. Znając szybkość wzrostu porostów można ocenić wiek plech różnych gatunków, a przez to określić wiek odsłonięcia skały np. przez topniejący lodowiec.

Ostatni, bardzo obszerny dział wystawy ilustruje znaczenie porostów w ocenie skażeń środowiska przyrodniczego, głównie przez SO_2 . Służą temu odpowiednie skale lichenoindykacyjne. Jest również instrukcja zachęcająca do oceny stanu czystości powietrza w miejscu zamieszkania lub letniego wypoczynku. Pokazane mapy lichenoindykacyjne, obejmujące Tarnów i jego okolice, obrazują stan zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego przez SO_2 w oparciu o badania flory porostów.

Wystawa jest czytelna dla zwiedzających dzięki krótkim notatkom objaśniającym umieszczonym przy ekspozycjach. Został również opracowany przewodnik po wystawie, który każdy ze zwiedzających otrzymuje. Dla większych grup został nagrany na taśmie magnetofonowej obszerny komentarz pomagający w zwiedzaniu.

Ryszard Kozik



Fragment wystawy. Fot. autor

LISTY DO REDAKCJI

Andrzej Fila
ul. Hieronima Wietora 17/10
31-067 Kraków

Kraków, dnia 02.05.1999

LIST OTWARTY
w sprawie ochrony miejsc lęgowych jerzyków

Właśnie wróciły do nas jerzyki — po ośmiu miesiącach „zimowej” nieobecności. Niestety, nie mamy dla nich dobrych nowin. Po prezbiterium Kościoła Mariackiego przysła kolej na remont obu wież. Nikt się nie przejął faktem, że jest to główne miejsce lęgowe jerzyków w naszym mieście. Nikomu pewnie do głowy nie przyszło, żeby ze względu na te piękne ptaki przeprowadzić remont wież kolejno — najpierw jednej, a za rok drugiej. Do takiego myślenia jeszcze nam daleko. Anglicy pewnie by tak zrobili, może jeszcze Szwajcarzy i Francuzi — my jak na razie jeszcze do tego nie dorosiliśmy. A szkoda, bo jerzyki to wspańiałe ptaki, a ich obecność w Krakowie dodaje wiele uroku naszemu miastu. Chmary jerzyków uwijających się wokół gotyckich kościołów są stałym, jakże malowniczym elementem Starego Miasta i Kazimierza w okresie wiosny i lata.

Poza rusztowaniami zakrywającymi mury gotyckich kościołów pojawiło się ostatnio jeszcze inne zagrożenie. Jest nim nowa metoda zabezpieczania przed gołębiami otworów w starych murach. Do tej pory otwory po belkach dawnych rusztowań zatykano ceglami, wkładanymi „na sucho” tzn. bez zaprawy. Cegły te miały mniejsze wymiary od cegieł średniowiecznych, tak że od góry pozostawały wąskie szpary — idealne miejsca na gniazda dla jerzyków. Niestety, ktoś wpadł na pomysł zamykania otworów gęstą siatką. W ten sposób zabezpieczono część otworów na fasadzie Kościoła Bożego Biała oraz na południowej ścianie prezbiterium Kościoła Dominikanów. Boję się, by nie było to regułą przy następnych remontach — zwłaszcza Kościoła Mariackiego. Oznacza to bowiem pozbawienie jerzyków doskonałych miejsc lęgowych, w imię wątpliwych racji konserwatorskich. Odchody jerzyków, w przeciwieństwie do gołębi, nie stanowią żadnego zagrożenia dla starych murów. Ponadto otwór zatkany gęstą siatką „znika” optycznie i gotycka ściana traci po części swój charakterystyczny wygląd. Krótko mówiąc, jest to działanie bezduszne i nieuzasadnione (dodatkowo droższe od stosowanej do tej pory metody), a z punktu widzenia ochrony przyrody ogromnie szkodliwe.

Zwracam się do Was z gorącą prośbą o pomoc w tej sprawie. Sprawcie, aby zaniechano zaślepiania otworów w murach kościołów i wież siatką lub szczelnie dopasowanymi podwójnymi ceglami — jak w przypadku Baszty Sandomierskiej na Wawelu.

Pomóżcie jerzykom — wspańiałym ptakom, dzięki którym Kraków jest piękniejszy i jeszcze bardziej niepowtarzalny

Z poważaniem

Andrzej Fila



NAD WISŁĄ, NIEDALEKO KAZIMIERZA. Fot. Waldemar Frąckiewicz



JASZCZURKA ZWINKA *Lacerta agilis*. Fot. Sebastian Sołtyszewski