

WSZECHŚWIAT

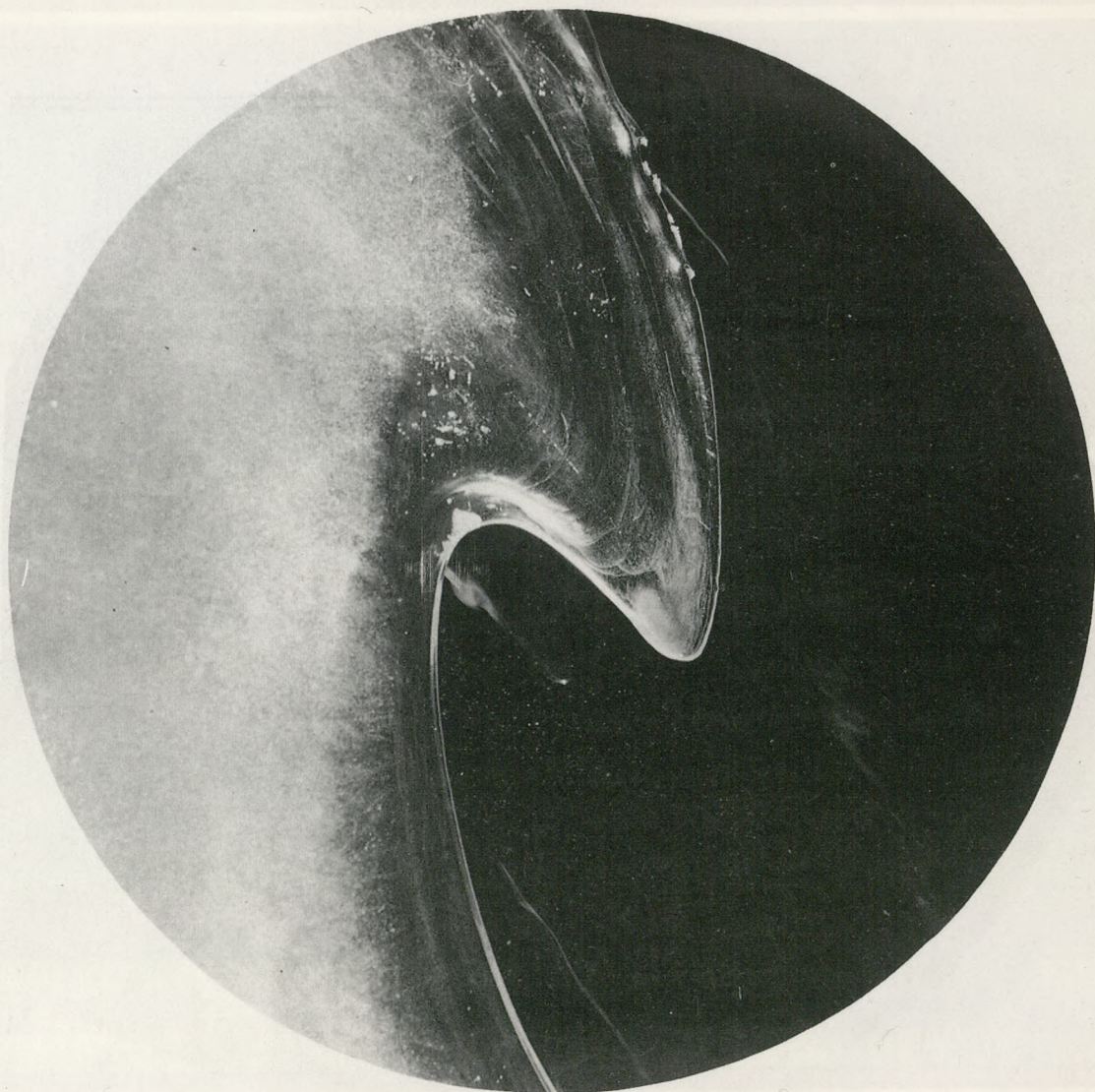
PISMO PRZYRODNICZE

Tom 99 Nr 12

Grudzień 1998



Seks geparda w niewoli
Geny odporności roślin
Dookoła Nobla



LÓD PRZY BRZEGU RZEKI. Fot. Waldemar Frąckowiak



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 12 (2420)

J. Niemiec, Jak podwzgórze i przysadka mózgowa regulują funkcje gonady męskiej	249
M.W. Lorenc, Skały jako materiał użytkowy	252
Z. Miszański, L. Ślesak, W poszukiwaniu genów warunkujących odporność na czynniki stresowe u roślin	255
K. Daleszczyk, Ewolucyjny wyścig między drapieżnikiem i ofiarą na przykładzie nietoperzy i ciem	258
E. Baran, Kojarzenie gepardów w niewoli	261
B. Bosiacka, Porosty a hemerobia środowiska	263
DROBIAZGI	
Kogo społeczność biologów typowała do Nobla 1998? (J. Latini)	265
Nowe stanowisko goryczki orzęsionej <i>Gentianella ciliata</i> (L.) Borkh. w Tuchowie na Pogórzu Ciężkowickim (R. Kozik, P. Nabożny)	267
WSZECHŚWIAT PRZED 100 LATY (opr. JGV)	268
ROZMAITOŚCI	
Wymienniki ciepła w ciele ssaków morskich (H. S.) – Nagrody nienobliwe (J. Latini)	270
FELIETON	
Obecna rola nauki w Polsce i świecie (J. Vetulani)	272
OBRAZKI MAZOWIECKIE (Z. Polakowski)	273
RECENZJE	
J.C. Lee: The Amphibians and Reptiles of the Yucatán Peninsula (A. Żyłka)	273
P. Taylor: Die schönsten Zwiebel- und Knollenpflanzen für den Garten (E. Kośmicki)	274

* * *

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 ze wszystkich dziedzin nauk przyrodniczych, ciekawe obserwacje przyrodnicze oraz fotografie i zaprasza do współpracy wszystkich chętnych. *Wszechświat* nie jest jednak czasopismem zamieszczającym oryginalne doświadczalne prace naukowe.

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

2. Typy prac

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

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

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

Drobniaki 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 *Drobniaków* pisanych na jeden temat i ukazujących się w kolejnych numerach *Wszechświata*. Chętnych do opracowania cyklu prosimy o wcześniejsze porozumienie się z Redakcją.

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

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

Kronika drukuje krótkie (do 1,5 strony) notatki o ciekawszych sympozjach, konferencjach itd. Nie jest to kronika towarzyska i dlatego prosimy nie robić wyliczanki autorów i referatów, 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 każdej 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 okładkowe — 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](http://www.mile widziane) 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 WSPÓŁUDZIAŁE POLSKIEJ AKADEMII UMIEJĘTNOŚCI

TOM 99
ROK 117

GRUDZIEŃ 1998

ZESZYT 12
(2420)

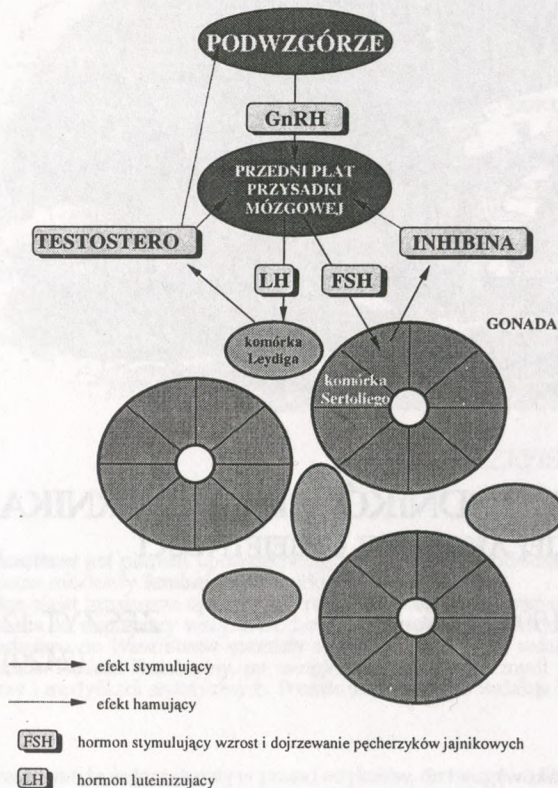
JOANNA NIEMIEC (Kraków)

**JAK PODWZGÓRZE I PRZYSADKA MÓZGOWA REGULUJĄ
FUNKCJĘ GONADY MĘSKIEJ**

Ludzie żyją w społeczeństwach i wykształcili sposób porozumiewania się, jakim jest mowa. Jeden człowiek wypowiada słowo — nośnik informacji, a drugi słyszy je, gdyż posiada narząd słuchu — ucho i rozumie, gdyż posiada mózg przetwarzający docierające doń informacje. Zupełnie podobnie wygląda sprawa porozumiewania się w świecie komórek (mikroświecie). Komórki żyjąc w tkance rozmawiają ze sobą używając substancji chemicznych jako nośników informacji oraz receptorów, które służą im za uszy. Rolę mózgu spełnia w tym przypadku specjalny układ pozwalający przetworzyć informację niesioną przez substancję sygnałową. Członkowie tkankowej społeczności — komórki, rozmawiają ze sobą celu koordynowania funkcji całej tkanki i słuchają głosów z zewnątrz (spoza danej tkanki, z innego narządu), które regulują, bądź sterują tą funkcją. W artykule niniejszym opowiem o rozmowie, jaką prowadzą komórki podwzgórza i przysadki mózgowej z komórkami gonady męskiej czyli jądra.

Jądro jest odpowiedzialne za produkcję i wydalanie na zewnątrz organizmu komórek rozrodczych męskich (czyli plemników) oraz za produkcję testosteronu, czyli męskiego hormonu płciowego. Testosteron z jednej strony wspomaga proces produkcji plemników, z drugiej zaś jest odpowiedzialny za kształtowanie się drugorzędowych cech płciowych męskich. Jak więc widać, podwójnie uczestniczy on w rozrodcie. Z jednej strony gwarantuje samcowi płodność (uczestnicząc w procesie produkcji plemników), z drugiej zaś, działając na wygląd i zachowanie sam-

ca, czyni ową płodność użyteczną — samiec wykazuje zainteresowanie samicą (jest to między innymi skutek działania testosteronu) i na odwrót — samica interesuje się nim, bo dzięki testosteronowi (między innymi) wygląda on jak samiec. Całe to zamieszanie po to, by gatunek mógł trwać dalej. Powróćmy jednak do testosteronu — w gonadzie męskiej produkują go komórki Leydiga. Produkcja testosteronu pozostaje pod kontrolą podwzgórza i przysadki mózgowej (ryc. 1). Kontrola ta odbywa się na zasadzie sprzężenia zwrotnego ujemnego. Centrum dowodzenia czyli podwzgórze i przysadka reagują na zmiany ilości krążącego we krwi testosteronu. Zgodnie z tym, gdy jednostka wykonawcza — jądro wyprodukuje go zbyt mało, centrum dowodzenia poleca mu nasilić produkcję (wydziela większe ilości LH czyli hormonu stymulującego komórki Leydiga do produkcji testosteronu). Gdy zaś jądro przesadzi z ilością testosteronu wydzielonego do krwi, centrum dowodzenia rozkazuje zmniejszyć produkcję (ilość wydzielanego przez przysadkę LH zmniejsza się), (patrz ryc. 1). Podobnie wygląda regulacja wydzielania inhibiny przez komórki Sertoliego. FSH — wydzielane przez przysadkę mózgową (pozostającą pod wpływem podwzgórza) — działa na gonadę i stymuluje komórki Sertoliego do produkcji inhibiny, która z kolei hamuje wydzielanie FSH z przysadki (działając hamująco na podwzgórze i przysadkę), (ryc. 1). Interakcja pomiędzy komórkami przysadki mózgowej (komórkami produkującymi FSH lub LH) i komórkami gonady (Leydiga lub Sertoliego) to przykład endokrynowej regu-



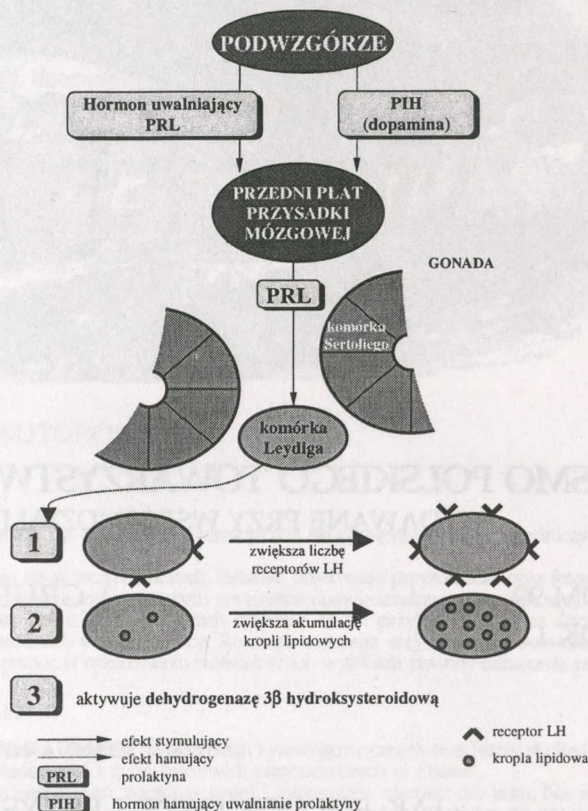
Ryc. 1. Schemat przedstawiający zależność pomiędzy podwzgórzem, przysadką mózgową a gonadą

lacji. FSH i LH wydzielane są przez przysadkę do krwi i wraz z nią docierają do gonady, gdzie oddziałują na komórki Sertoliego i Leydiga. Jest to przykład międzykomórkowej rozmowy prowadzonej na dużą odległość.

To, co zostało powiedziane na temat regulacji funkcji gonady, do tej pory wydaje się proste. Niestety, dla prawidłowego funkcjonowania tego narządu konieczny jest szereg dodatkowych interakcji międzykomórkowych (endo-, para- i autokrynowych). Część z nich została poznana, część nadal pozostaje tajemnicą.

Jedną z substancji wspomagających działanie gonad (męskiej i żeńskiej) jest prolaktyna (PRL). Prolaktyna jest to hormon wydzielany przez przysadkę mózgową (ryc. 2) odpowiedzialny u samic ssaków za rozpoczęcie laktacji (czyli produkcji mleka). Pomimo wielu informacji, jakie udało się zgromadzić na temat tego hormonu, wiele procesów, w jakie jest on zaangażowany, pozostaje nadal nieznanymi. Szczególnie mało wiadomo na temat wpływu prolaktyny na funkcję gonady męskiej. O tym jednak, że jej rola w samczym układzie rozrodczym jest niebagatelna przekonuje fakt, iż nadmiar tego hormonu prowadzi u mężczyzn do impotencji. Ryc. 2 pokazuje jak regulowane jest wydzielanie prolaktyny i co wiadomo na temat jej wpływu na komórki Leydiga. O tym, jak PRL działa na komórki Sertoliego, chciałam teraz opowiedzieć.

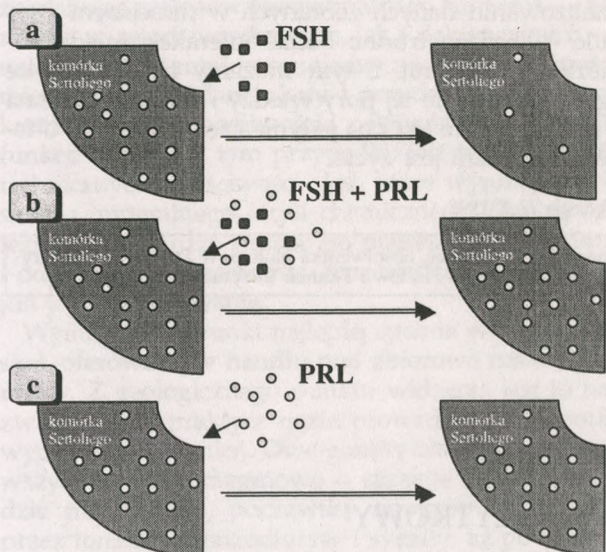
Chcąc uzyskać precyzyjną odpowiedź musimy precyzyjnie postawić pytanie. Zupełnie podobnie rzecz wygląda w nauce — chcąc uzyskać wiarygodne wyniki musimy rozsądnie zaplanować doświadczenie. Eksperyment, o którym tu opowiem, został przeprowadzony w roku 1997, w Japonii przez M. Takase i K. Tsutsui.



Ryc. 2. Schemat przedstawiający regulację wydzielania prolaktyny oraz jej wpływ na komórki Leydiga

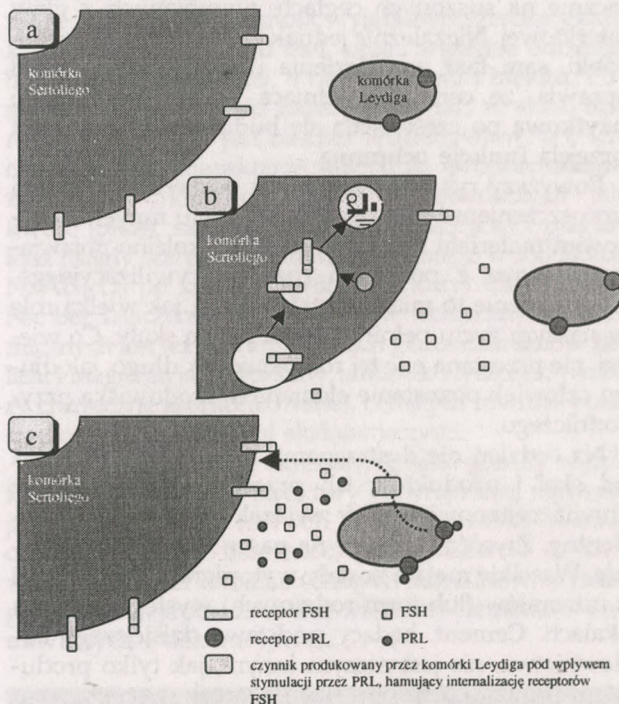
W pierwszym etapie eksperymentu myszom usunęto przysadkę mózgową. Aby zrozumieć cel tego zabiegu, proponuję powrócić do ryc. 1. Jak zauważamy, usunięcie przysadki pozbawia zwierzęta wszystkich wydzielanych przez ten narząd hormonów. A zatem, należy się spodziewać, że zmiany obserwowane w gonadzie po usunięciu przysadki będą wynikiem owego braku hormonów, zaś zmiany po podaniu któregoś z nich w zastrzyku będą ściśle związane z rodzajem zastosowanego hormonu i jego dawką (w opisywanym przypadku podawanymi hormonami były PRL i FSH).

Obserwacją, która pozwoliła zaplanować dalsze kroki eksperymentu, było to, że ilość miejsc wiążących FSH na komórkach Sertoliego, po zabiegu usunięcia przysadki mózgowej (czyli przy braku FSH), wzrastała. Można zatem przypuszczać, że obecność FSH zmniejsza ich ilość. Aby udowodnić, że jest to prawda, zwierzętom (z usuniętą przysadką) podawano FSH (w zastrzykach). Stwierdzono, że w istocie liczba miejsc wiążących FSH na komórkach Sertoliego zmniejszyła się w porównaniu z kontrolą (zwierzęta z usuniętą przysadką, którym zamiast FSH podano substancję obojętną dla ich organizmu czyli placebo), (ryc. 3a). Aby sprawdzić jak PRL modyfikuje ten proces, podawano zwierzętom (z usuniętą przysadką) PRL razem z FSH i stwierdzono, że ilość miejsc wiążących FSH była tak wysoka jak u zwierząt (z usuniętą przysadką), którym nie podawano FSH (ryc. 3 b i c). Skoro zatem samo FSH zmniejsza ilość swoich własnych miejsc wiążących na komórkach Sertoliego (efekt *down regulation*), a podane z prolaktyną nie czy-



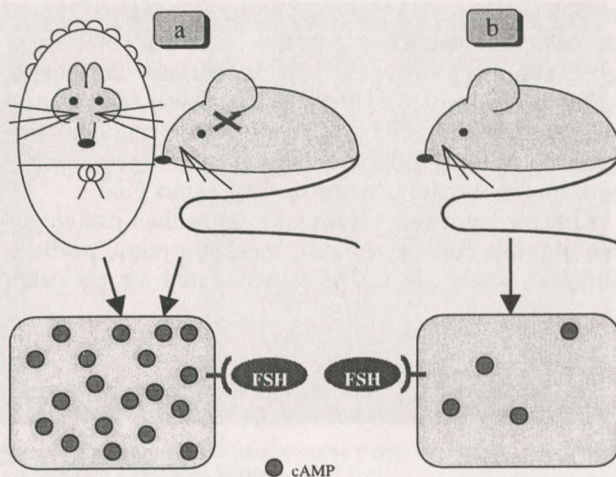
PRL hamuje efekt zmniejszania liczby receptorów FSH przez FSH

Ryc. 3. Schemat przedstawiający efekt działania: a) samego FSH, b) FSH i PRL podanych razem, c) samego PRL, na komórki Sertoliego zwierząt z usuniętą przysadką mózgową



Ryc. 4. Schemat przedstawiający: a) rozmieszczenie receptorów PRL i FSH na komórkach Leydiga i Sertoliego, b) internalizację kompleksów hormon-receptor po podaniu samego FSH, c) hipotetyczny mechanizm zahamowania internalizacji receptorów FSH (PRL po przyłączeniu się do swego receptora na komórce Leydiga indukuje syntezę czynnika, który powstrzymuje proces internalizacji receptorów FSH w komórkach Sertoliego)

ni tego, można przypuszczać, że PRL hamuje ów proces. Następnym krokiem eksperymentu (analiza wykresów Scatcharda — o metodzie tej postanowiłam nie pisać, aby zaniechać komplikowania problemu) pozwolił stwierdzić, że opisane tu zmiany w wiązaniu FSH przez komórki Sertoliego były wynikiem zmniejszania się liczby receptorów FSH na powierzchni tych



Ryc. 5. Schemat przedstawiający ilość produkowanego cAMP po stymulacji przez FSH: a) u osobników niedojrzałych oraz pozbawionych przysadki mózgowej, b) u osobników dojrzałych

komórek, nie zaś zmian w powinowactwie hormonu (FSH) do receptora (patrz Wszechświat nr 11/1998).

Na koniec pozostaje próba wyjaśnienia mechanizmu całego procesu. Aby tego dokonać, trzeba znać rozmieszczenie receptorów zarówno PRL, jak i FSH. Jak pokazuje to ryc. 4a (a także 3 i 1) receptory FSH znajdują się na komórkach Sertoliego, zaś receptory prolaktyny na komórkach Leydiga (ryc. 2). Jak należy się domyślać, po dodaniu FSH połączy się ono ze swoim receptorem i spowoduje z jednej strony produkcję inhibiny (ryc. 1), z drugiej zaś (czego dowiodło opisanie tu doświadczenie) zmniejszanie (na drodze internalizacji kompleksu hormon — receptor) dostępnych na powierzchni komórek Sertoliego receptorów tego hormonu (ryc. 4b). W doświadczeniu zaobserwowano, że dodanie prolaktyny hamuje ów proces (ryc. 3b i 4c). Można przypuszczać, iż PRL łączy się ze swoim receptorem na komórkach Leydiga, co powoduje, że komórki te produkują jakiś czynnik (dotąd nieznany), który zahamuje proces usuwania receptorów FSH z powierzchni komórek Sertoliego (byłby to zatem przykład parakrynowej interakcji), (ryc. 4c). Co więcej, stwierdzono, że czynnikiem tym nie może być testosteron (komórki Leydiga produkują testosteron — ryc. 1), bowiem w przeprowadzonym doświadczeniu nie stwierdzono, aby jego poziom uległ podniesieniu po podaniu PRL. Dodatkowo sprawę komplikuje fakt, że receptory prolaktyny znaleźć można nie tylko na komórkach Leydiga, ale także na rozwijających się komórkach germinalnych, w prostaty, nadnerczach, wątrobie, limfocytach, centralnym systemie nerwowym itd., co sugeruje, że każdy z tych narządów może być źródłem czynnika hamującego proces internalizacji receptorów FSH.

Uzupełnieniem wiadomości tu podanych może być fakt, iż odpowiedź komórek Sertoliego na FSH w różnym wieku jest różna. Zgodnie z tym, w młodym wieku akumulacja cyklicznego adenozynomonofosforanu (cAMP będącego wtórnym przekazywaczem, którego ilość może być miarą mocy, z jaką hormon działa na komórkę) po podaniu FSH jest wyższa niż w wieku dojrzałym. Podobnie wysoki poziom cAMP obserwuje się po podaniu FSH u dorosłych zwierząt pozbawionych przysadki mózgowej (ryc. 5). Zgodnie

z tym należy przypuszczać, że przysadka mózgowa dorosłych zwierząt jest źródłem czynnika obniżającego liczbę receptorów FSH na komórkach Sertoliego, które to obniżenie jest przyczyną niższej odpowiedzi tych komórek na FSH po okresie dojrzewania. Jak pokazał to opisany powyżej eksperyment, owym przysadkowym czynnikiem może być samo FSH.

Kończąc opowieść o tym jak przysadka i podwzgórze regulują funkcję gonady męskiej pragnę podkreślić fakt, który jak sądzę sam nasuwa się po prze-

analizowaniu danych zebranych w niniejszym artykule — bardzo trudno badać interakcje międzykomórkowe. Zgodnie z tym możemy być dumni ze zgromadzonej do tej pory wiedzy i musimy mieć na względzie to, iż jest ona jedynie częścią prawdy o fenomenie jakim jest życie.

Wpłynęło 12 X 1998

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

MAREK W. LORENC (Wrocław)

SKAŁY JAKO MATERIAŁ UŻYTKOWY

Od najdawniejszych czasów ludzie wykorzystywali skały i ich fragmenty do rozmaitych celów. Rozpatrując tę prostą kwestię dokładniej okaże się, że pozorną różnorodność zastosowań sprowadza się właściwie do dwóch podstawowych funkcji: ochronnej i użytkowej. Najprymitywniejszą **funkcję ochronną** (nie tylko zresztą dla ludzi) pełniły naturalne formy krasowe, rozwijające się przede wszystkim w skałach wapiennych, czyli jaskinie. Późniejszym etapem rozwoju ludzkiej cywilizacji było wyjście ze skalnych jaskiń i szukanie schronienia poza nimi. W takiej sytuacji wymuszony rozwój myśli technicznej podszepnął człowiekowi zbieranie naturalnych fragmentów skał i użycie ich do konstrukcji pierwszych murów. Było to pewnego rodzaju uniezależnienie się od miejsca występowania schronienia, a z czasem kamień zyskał na znaczeniu jako podstawowy surowiec budowlany przy wznoszeniu coraz bardziej skomplikowanych murów obronnych, a także ścian budynków mieszkalnych. Tę funkcję spełnia kamień do dzisiaj.

Najprostsza **funkcją użytkową** kamienia pełnił dopasowany do dłoni, prawie kulisty fragment skały, służący do rozbijania, rozdrabniania i rozcierania. Było to zatem pierwsze, nieobrobione **narzędzie**. Z upływem czasu narzędzia kamienne ulegały znacznym modyfikacjom i ulepszeniom. Przez ociosywanie i gładzenie przyjmowały też mniej lub bardziej skomplikowany kształt, zależny od przeznaczenia. Odkrycie możliwości zastosowania metali do wyrobu narzędzi prędko wyparło kamień z długotrwałego pełnienia tej pożytecznej roli.

Kamienne narzędzia wykonywano wyłącznie z najtwardszych skał litych, ale niektóre skały luźne również okazały się bardzo przydatne do wykonywania innego typu rzeczy użytkowych. Z gliny lepiąco szeroka gama naczyń, przedmiotów osobistych i rytualnych, a nawet zabawek dla dzieci. Zapewne przypadek sprawił, że suszone pierwotnie na słońcu gliniane naczynia zaczęto wypalać w ogniu, zapoczątkowując w ten sposób produkcję znacznie trwalszych przedmiotów **ceramicznych**. Ta forma zastosowania skał w życiu codziennym, jakkolwiek w bardzo zmienionej i unowocześnionej formie, panuje na świecie do dzisiaj.

Przy okazji, albo też równolegle z rozwojem ceramiki użytkowej, zaczęto wyrabiać z gliny **cegły**, początkowo tylko suszone, a dopiero później wypalane. W niektórych krajach gorącej strefy klimatycznej proste budownictwo indywidualne do dziś bazuje wyłącznie na suszonych ceglach, wyrabianych z gliny laterytowej. Niezależnie jednak od metody dalszej obróbki, sam fakt wynalezienia i zastosowania cegieł sprawia, że ceramika pełniąca pierwotnie **funkcję użytkową** po części stała się budulcem i na powrót przejęła **funkcję ochronną**.

Powyższy rys historyczny jest oczywiście wielkim uproszczeniem i nie uwzględnia wielu innych zastosowań materiału kamiennego, które kolejno pojawiały się wraz z postępem rozwoju cywilizacyjnego. Uproszczenie to miało jednak ukazać, jak wielką rolę w naszym życiu pełniły i nadal pełnią skały. Co więcej, nie przestaną one tej roli pełnić tak długo, jak długo człowiek pozostanie elementem środowiska przyrodniczego.

Na codzień nie dostrzegamy naszego uzależnienia od skał i produktów ich przerobu, ale wystarczy chwila zastanowienia, by związek ten okazał się ewidentny. Zwróćmy uwagę na nasze najbliższe otoczenie. Wszelkie **metale** zostały wytopione z rud — czyli z minerałów (lub form rodzimych) występujących w skałach. **Cement**, będący podstawą dzisiejszego budownictwa, nie jest niczym innym, jak tylko produktem prostego przerobu skał bogatych w węglan wapnia. Podobnie prostym produktem przerobu, jednej z odmian bardzo popularnej skały luźnej, czyli piasku jest otaczające nas wokół **szkło**. Trudno przeoczyć doniosłą rolę tak nietypowych skał, jak kaustobiolity, z których wytwarzane są **paliwa**, i na których bazuje ogromna gałąź chemii **tworzyw sztucznych**. Czy zastanawialiśmy się kiedyś, jak wiele wspólnego ze skałami ma przelatujący nad nami samolot lub przejeżdżający drogą samochód?!

Najprostsza forma wykorzystania naturalnych kamieni jako surowca jest bezpośrednie użycie ich fragmentów. Rodzaj wybranej skały, jej kolor i metoda dalszej obróbki lub przerobu zależą już tylko od funkcji, jaką ma ona spełniać oraz od upodobań wykonawców lub inwestorów indywidualnych. Wiadomo,

że planując zastosowanie naturalnego kamienia — zarówno w celach użytkowych, jak i dekoracyjnych — należy posiadać minimum wiedzy na temat zależności między cechami danej skały a przydatnością do konkretnego celu i możliwością pełnienia wymaganych funkcji. Ważna w tym przypadku jest też znajomość technicznych właściwości skał, które wynikają z ich składu mineralnego, czyli chemicznego. Ogólna zależność jest bardzo prosta: im materiał jest twardszy i odporniejszy chemicznie, tym bardziej uniwersalne jest jego zastosowanie.

Wymagane warunki najlepiej spełnia wielka grupa skał, oferowana w handlu pod zbiorową nazwą **granitów**. Z geologicznego punktu widzenia jest to nazwa, która w praktyce może prowadzić do kłopotliwych nieporozumień. Owe granity obejmują bowiem wszystkie skały magmowe o skrajnie różnym składzie mineralnym, począwszy od gabr i diorytów, przez tonality, monzodioryty i syenity, aż po właściwe granity. Do niedawna grupa „granitów” obejmowała też bardzo efektowne i wielobarwne skały smugowane i wstęgowane, zupełnie innego pochodzenia. Są to tzw. skały metamorficzne, które ostatnio w ofertach handlowych zaczynają figurować pod właściwą petrograficznie nazwą **gnejsów**. Zarówno gnejsy, jak i „granity” są skałami twardymi i bardzo dekoracyjnymi, a ponadto obejmują wyjątkowo szeroką gamę kolorów, od czerni po biel, przez wszelkie odcienie brązu, czerwieni, żółci, a nawet zieleni i błękitu. Pomimo tej doskonałości należy pamiętać, że skład mineralny tych skał jest bardzo zróżnicowany, a o ich chemicznym charakterze decyduje proporcjonalna zawartość takich minerałów skałotwórczych jak kwarc (SiO_2), skałeni potasowy (KAlSi_3O_8) i plagioklaz (ciągły szereg minerałów od bogatego w sód albitu $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ po silnie wapniowy anortyt $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$). Nie bez znaczenia dla parametrów technicznych i chemicznych jest też zawartość takich glinokrzemianów żelaza i magnezu jak pirokseny, amfibole i tyszcziki (wzory chemiczne skomplikowane), będących również podstawowymi minerałami skałotwórczymi.

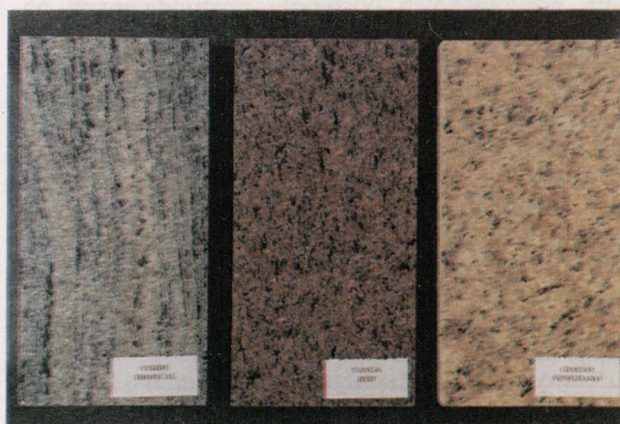
Uniwersalność skał określaną jako granity wynika z ich jednorodnej struktury wewnętrznej, ułatwiającej zastosowanie różnych technik obróbki. Ważną cechą jest też tzw. bloczność, czyli możliwość uzyskiwania w kamieniołomach dużych monolitów, wymaganych do wyrobu znacznej wielkości elementów budowlanych i dekoracyjnych.



Ryc. 2. Próbkę polskich piaskowców z regionu Karpat, Gór Świętokrzyskich i Dolnego Śląska

Drugą grupą bardzo szeroko stosowanych skał są **piaskowce**, występujące w gamie kolorów równie szerokiej jak tzw. granity. Ze względu na osadowe pochodzenie, zastosowanie tych skał jest znacznie bardziej ograniczone. Należy bowiem pamiętać, że piaskowce zbudowane są z pojedynczych ziaren piasku, spojonych mineralnym spoiwem, którego skład decyduje o m.in. takich cechach skały jak np. twardość, porowatość i nasiąkliwość. Najczęściej spotykanym spoiwem piaskowców jest dość twardy kwarc (SiO_2), ale nierzadko może nim być mało odporny chemicznie kalcyt (CaCO_3) lub niezwykle miękkie minerały ilaste. Dopiero po dokładnym poznaniu składu mineralnego piaskowców można zdecydować o ich ewentualnym zastosowaniu jako materiału budowlanego, dekoracyjnego lub rzeźbiarskiego. Znaczna większość piaskowców to skały mniej lub bardziej porowate, w związku z czym nie można zapominać o ich podatności na wietrzenie i deteriorację. Jeżeli tego typu skały mają być użyte w innym celu niż podłoże dla roślin w parkach czy ogrodach, należy pamiętać o konieczności ich odpowiedniego zabezpieczenia przed zgubnym dla nich wpływem wilgoci.

Trzecią dużą grupą popularnie stosowanego surowca są skały węglanowe, które w handlu oferowane są pod ogólną nazwą **marmurów**. Nazewnictwo takie jest w podobnym stopniu mylące jak w omawianym już przypadku „granitów”, gdyż nie wszystkie oferowane w handlu „marmury” są właściwymi marmurami. Wiele z nich należy do grupy **wapieni**. Różnica jest dość prosta i polega na tym, że wapienie są skałami



Ryc. 1. Wypolerowane próbki importowanych „granitów”



Ryc. 3. Wypolerowane próbki importowanych „marmurów”



Ryc. 4. Solne wycieki szpecące granitowe płyty okładzinowe – to efekt niewłaściwej metody ich umocowania

osadowymi, pochodzenia organicznego lub chemicznego, w związku z czym budujący je węglan wapnia (CaCO_3) nie ma struktury krystalicznej. Marmury są z kolei skałami metamorficznymi i wywodzą się z wapieni przeobrażonych w wysokiej temperaturze i przy wysokim ciśnieniu. W takich warunkach węglan wapnia przyjmuje postać krystaliczną nadając skale zupełnie inny wygląd i inne właściwości fizyczne.

Pomijając aspekt terminologiczny, faktem pozostaje, że pod względem dekoracyjnym niektóre wapienie w niczym nie ustępują marmurom, a odmiany zawierające skamieniałości mogą być nawet bardzo ozdobne. Słabą stroną wapieni i marmurów jest jednak fakt, że jako skały właściwie monomineralne, zbudowane głównie z węglanu wapnia, są bardzo miękkie. Cechą tą, będącą zaletą z punktu widzenia metod obróbki, jest równocześnie wada, gdyż owe bez trudu wypolerowane powierzchnie mogą równie łatwo ulec mechanicznemu zniszczeniu. Poza tym są one bardzo podatne na deteriorację, w związku z czym istnieje obawa, że — o ile nie zostaną odpowiednio zabezpieczone — z czasem ozdobne powierzchnie mogą zmatowieć, pokryć się odbarwieniami i mineralnymi wykwitami. W niektórych przypadkach przyczyną pojawienia się takich wykwitów może być niewłaściwa technika montażowa.

Poza omówionymi trzema grupami najczęściej stosowanych skał istnieje jeszcze wiele innych odmian, które stanowią cenny surowiec budowlany i dekora-

cyjny. W tym celu można zastosować każdy niemal surowiec, którego skład mineralny i parametry techniczne odpowiadają wymogom przeznaczenia. Mimo to, przy wyborze kamienia nie można się kierować jedynie względami estetycznymi i technicznymi parametrami. Istotny wpływ na podjęcie decyzji o użyciu takiej, a nie innej skały, powinna mieć znajomość jej składu mineralnego. Wbrew pozorom, decyzja taka może być bardzo poważna, gdyż w niektórych przypadkach wiąże się z nią podjęcie także **odpowiedzialności** za ewentualny wpływ zastosowanego materiału na zdrowie stykających się z nim ludzi. Należy bowiem pamiętać, że niektóre skały zawierają takie minerały, których mechaniczne rozdrobnienie (np. azbest) lub promieniotwórczość (pierwiastki radioaktywne) mogą mieć tragiczne konsekwencje. Uwaga ta dotyczy zwłaszcza skał mniej popularnych, indywidualnie dobieranych spoza oferty handlowej i stosowanych w sposób niezgodny z zaleceniami producenta lub opinią rzeczoznawcy.

Naturalne skały są pięknym i niezwykle trwałym budulcem, a także pięknym materiałem okładzinowym. Wprawdzie wstępna kalkulacja ich ewentualnego zastosowania może sugerować znaczny koszt takiej inwestycji, ale w ujęciu długofalowym okazuje się, że czyszczenie, malowanie i okresowa wymiana tradycyjnych tynków są znacznie bardziej kłopotliwe i kosztowne niż montaż elewacji z naturalnego kamienia. Warunkiem opłacalności, trwałości i estetycznych efektów takiego przedsięwzięcia jest jednak bezwzględne przestrzeganie sprawdzonych zasad obowiązujących przy montażu kamiennych płyt okładzinowych. W wielu miejscach naszego kraju do dziś straszą swą szpetotą granitowe, marmurowe i piaskowcowe ściany wykonane w latach 60. i 70., chociaż zgodnie z zamierzeniami projektantów miały być nowoczesną ozdobą naszych miast. Niestety, mocowanie owych płyt bezpośrednio na murowanym podłożu przy użyciu zaprawy cementowej dało widoczne efekty już po kilku latach. Część „dekoracji” odpadła od ścian, a pozostałe na miejscu pokryły się solnymi zaciekami wypływającymi ze szczelin między płytami. W niektórych przypadkach stosowano wprawdzie metodę kotwienia, ale użycie do tego celu zwykłej stali zniweczyło chlubne zamierzenia, a korozja dokonała swojego dzieła. Nie chcąc zatem powtarzać karygodnych błędów przeszłości i marnotrawstwa cennego materiału, płyty elewacyjne muszą być mocowane na nierdzewnych kotwach z zachowaniem odpowiednich odstępów przewidzianych na rozszerzalność termiczną płyt, a także odstępu między płytami a podłożem umożliwiającym krążenie powietrza i naturalne osuszanie kamienia. Trzeba też pamiętać, że w naszych warunkach klimatycznych marmury (będące wciąż dla niektórych ludzi oznaką bogactwa) nie są trwałą ozdobą i narażone na działanie czynników zewnętrznych (skażone powietrze, kwaśne deszcze, itp.) już po kilku latach tracą wspinały połysk i ulegają stopniowo postępującej deterioracji.

Wpłynęło 24 X 1998

Doc. dr hab. Marek W. Lorenc pracuje w Zakładzie Geologii Sudeków Instytutu Nauk Geologicznych PAN we Wrocławiu

W POSZUKIWANIU GENÓW WARUNKUJĄCYCH ODPORNOŚĆ NA CZYNNIKI STRESOWE U ROŚLIN

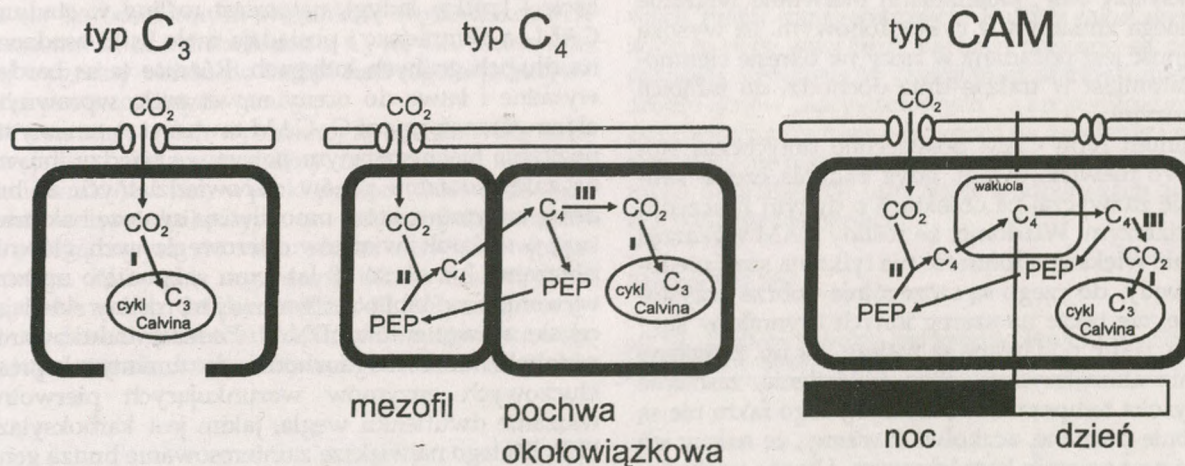
Wysoka odporność pewnych gatunków roślin na niekorzystne czynniki środowiska wynika między innymi z obecności genów odpowiedzialnych za syntezę białek, które uczestniczą w usuwaniu substancji wolnorodnikowych. Geny te nazywane często genami „antystresowymi” przeniesione do innych gatunków mogą prowadzić do zwiększenia odporności. Poszukiwania koncentrują się na organizmach charakteryzujących się wysoką odpornością na różne czynniki stresowe np.: ekstremalne temperatury, zbyt intensywne oświetlenie, zanieczyszczenia atmosferyczne, suszę lub zasolenie.

Odkrycia inżynierii genetycznej fascynują specjalistów reprezentujących wiele dziedzin życia. Jesteśmy świadkami kolejnej rewolucji, jaka dokonuje się między innymi w rolnictwie, medycynie i w przemyśle farmaceutycznym. Perspektywy, jakie otwierają możliwości manipulowania genami, przyspieszyły badania nad pewnymi organizmami charakteryzującymi się nietypowymi właściwościami. Te nietypowe cechy często są wynikiem obecności określonych genów. Badania „tradycyjnej” biologii, opisujące pozornie mało użyteczne organizmy, okazują się bardzo przydatne w poszukiwaniu genów, które po wbudowaniu do genomu innych organizmów mogą decydować o nowych oczekiwanych cechach. Poszukiwania botaników i rolników koncentrują się między innymi wokół roślin wykazujących dużą odporność na różnego rodzaju niekorzystne czynniki środowiska (zwane czynnikami stresowymi), np. zbyt wysoką lub niską temperaturę, wysokie lub niskie oświetlenie, zanieczyszczenie powietrza, skażenie gleby, niedobory wody oraz kontakt z organizmami chorobotwórczymi.

Celem poszukiwań jest także określenie roli i funkcji oraz mechanizmów działania genów warunkujących wysoką odporność na różnego rodzaju czynniki stresowe. Poznanie tych genów, a w szczególności ich

lokalizacji, możliwości indukcji i represji oraz właściwości biochemicznych i fizjologicznych ich produktów zapewne otworzy przed nami nowe horyzonty. W badaniach tych szczególnie cenne są te rośliny, które w niekorzystnych warunkach zachowują wysoką produktywność fotosyntetyczną.

Dzięki fotosyntezie możliwe jest funkcjonowanie roślin wyższych, które nazywamy autotrofami (organizmami samożywymi). Istnienie heterotrofów (organizmów cudzożywnych) zależy od istnienia autotrofów, gdyż żyją one dzięki wytworzonej przez te organizmy materii organicznej. Można więc stwierdzić, że większość organizmów żywych istnieje dzięki fotosyntezie. Rozróżniamy trzy podstawowe rodzaje roślin fotosyntezujących rośliny typu: C_3 , C_4 i CAM. Różnice między nimi polegają na sposobie wiązania atmosferycznego dwutlenku węgla (ryc. 1). Rośliny uprawne należą głównie do typu C_3 lub C_4 . Do często uprawianych przedstawicieli roślin C_3 należy między innymi pszenica, ziemniak, pomidor, burak cukrowy, soja, słonecznik. Z kolei znanymi powszechnie roślinami typu C_4 są kukurydza i trzcina cukrowa. Produktywność roślin C_4 , szczególnie w środowiskach o dużym nasłonecznieniu, jest większa niż roślin C_3 . Rośliny typu CAM charakteryzują się natomiast zazwyczaj bardzo niskim przyrostem biomasy i z tego względu rzadko są roślinami użytkowymi. Do nielicznych przykładów, które są uprawiane, należy ananas, wanilia, aloes i agawa sisalowa. Metabolizm typu CAM (Crassulacean acid metabolism; po raz pierwszy opisany u przedstawicieli rodziny *Crassulaceae*) jest jednak szeroko rozpowszechniony w świecie roślinnym (około 15 000 gatunków reprezentujących 33 rodziny i 328 rodzajów), szczególnie wśród gatunków zasiedlających tzw. trudne siedliska; między innymi te, które są często narażone na braki wody. Organizmy przejawiające ten typ metabolizmu pojawiły się

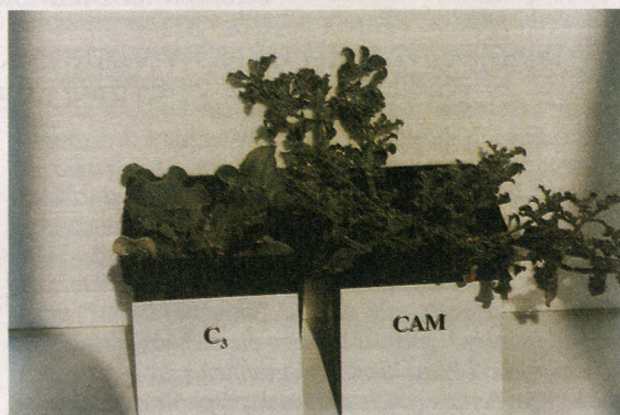


Ryc. 1. Schemat metabolizmu węgla u roślin typu C_3 , typu C_4 i CAM. C_3 – aldehyd-3-fosfoglicerynowy, C_4 – jabłczan, PEP – fosfoenolopirogronian, I – reakcja katalizowana przez enzym karboksylazę/oksygenazę rybulozo-1, 5-dwufosforanu (Rubisco), II – reakcja katalizowana przez enzym karboksylazę fosfoenolopirogronianową (PEPC), III – reakcja katalizowana przez enzym dekarboksylującą dehydrogenazę jabłczanową (NADP-ME)

na różnych etapach rozwoju filogenetycznego i znany przedstawicieli CAM należących zarówno do paproci jak i nago- i okrytonasiennych. Badania ostatnich lat wskazują, że rośliny CAM charakteryzują się często dużą odpornością na wspomniane wyżej czynniki stresowe.

Rośliny typu C_3 wiążą CO_2 w ciągu dnia w procesie przemian nazwanych cyklem Calvina, a pierwszym organicznym związkiem i produktem wiązania dwutlenku węgla jest trójwęglowy (stąd nazwa C_3) aldehyd-3-fosfoglicerynowy. Reakcja ta jest katalizowana przez enzym karboksylazę/oksygenazę RuDP (Rubisco). Aldehyd-3-fosfoglicerynowy jest zużywany do regeneracji substratu wiążącego dwutlenek węgla oraz do syntezy cukrów. U roślin typu C_4 i CAM pierwotnym produktem wiązania CO_2 jest czterowęglowy kwas szczawiooctowy, który powstaje w procesie katalizowanym przez karboksylazę PEP (PEPC). Kwas szczawiooctowy jest następnie przekształcany w czterowęglowy jabłczan (stąd nazwa C_4). CO_2 ulega u tych roślin uwolnieniu w procesie dekarboksylacji i ponownemu związaniu w cyklu Calvina (ryc. 1). Pośrednie wiązanie dwutlenku węgla w czterowęglowe metabolity u roślin C_4 i CAM przynosi korzyści polegające między innymi na znacznym ograniczeniu strat wody transpiracyjnej. Oszczędności w gospodarce wodnej u roślin CAM wynikają głównie z faktu zdolności wiązania dwutlenku węgla w nocy przy względnie większej wilgotności powietrza. U roślin typu C_4 pierwotne i wtórne wiązanie CO_2 przebiega w innych komórkach. Pierwotna asymilacja w czterowęglowe metabolity przebiega w komórkach mezofilowych liścia, natomiast ponowne jego wiązanie w cyklu Calvina zachodzi w komórkach pochwy okołowiązkowej otaczających wiązki naczyniowo-sitowe. Oba procesy zachodzą w ciągu dnia, gdy roślina jest oświetlona. U roślin typu CAM pierwotny i wtórny proces wiązania węgla zachodzi w tych samych komórkach i jest rozdzielony czasowo. Początkowe wiązanie w czterowęglowe metabolity zachodzi w nocy przy otwartych aparatach szparkowych, podczas gdy wtórne ma miejsce w czasie dnia. Poziom poszczególnych metabolitów oraz aktywność wielu enzymów, w tym również wspomnianej wyżej karboksylazy PEP, katalizującej pierwotne wiązanie CO_2 , ulega zmianom w cyklu dobowym. Jej wysoka aktywność jest pożądana w nocy (w okresie ciemności), natomiast w trakcie dnia dochodzi do inhibicji tego enzymu.

Roślinom typu CAM poświęcono dotychczas stosunkowo niewiele uwagi, gdyż badania często skupiają się zazwyczaj na obiektach o dużym znaczeniu gospodarczym. Wiadomo, że rośliny CAM wykazują znacznie większą odporność nie tylko na stres niedoboru wody, do czego są szczególnie dobrze przystosowane, ale także na szereg innych czynników stresowych, jakim podawane są rośliny, jak np. zanieczyszczenia atmosferyczne, silne oświetlenie, zasolenie lub wysoka temperatura. Przyczyny tego faktu nie są dogłębnie poznane, aczkolwiek wiemy, że należy ich szukać na poziomie komórkowym. Uwagę wielu badaczy skupiła niepozorna roślina *Mesembryanthemum crystallinum* (ang. common ice plant) nazywana po polsku przypołudnikiem lub kryształką lśniąca. Mfo-

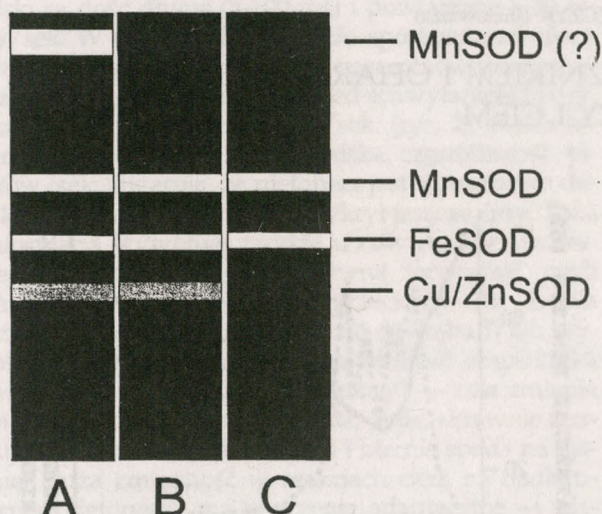


Ryc. 2. Pokrój 3-tygodniowej rośliny *Mesembryanthemum crystallinum* w fazie C_3 , oraz 2-miesięcznej rośliny w fazie CAM. Fot. E. Niewiadomska

de rośliny *M. crystallinum* wykazują metabolizm C_3 , a w miarę starzenia się stopniowo wykształcają metabolizm typu CAM. Cecha ta umożliwia dokonywanie na jednym gatunku, przejawiającym oba typy fotosyntezy, porównań różnych parametrów fizjologicznych i biochemicznych. Wprawdzie nie jest to jedyna roślina, która jest w stanie funkcjonować albo jako C_3 albo jako CAM, ale właśnie temu gatunkowi, ze względu na jego dość szczególne właściwości, poświęcono w ostatnich paru latach więcej uwagi. Te dogodne i ważne dla eksperymentatora cechy to krótki cykl wegetacyjny oraz łatwość hodowli. Niewielki genom zawierający około 4×10^8 par zasad DNA jest również korzystny w badaniach genetycznych. Dodatkowo niska zawartość substancji typu tanin, alkaloidów i substancji z grupy izoprenów ułatwia wykonywanie testów biochemicznych.

Do przyspieszonej transformacji C_3 -CAM dochodzi w warunkach suszy lub w następstwie oddziaływania hormonami roślinnymi np. ABA (kwas abscysynowy). Stosując bardzo proste metody, jak np. podlewanie roztworem soli kuchennej, można znacznie przyspieszyć przejście z metabolizmu typu C_3 do CAM. Opisanym wyżej zmianom metabolicznym towarzyszą wyraźne zmiany morfologiczne rośliny (ryc. 2). Rośliny w stadium C_3 posiadają jasne owalne liście i krótkie łodygi, natomiast rośliny w stadium CAM są ciemniejsze i posiadają małe listki osadzone na długich grubych łodygach. Różnice te są bardzo wyraźne i łatwe do oceny nawet mało wprawnym okiem. Transformacji C_3 -CAM towarzyszą zmiany na poziomie biochemicznym polegające między innymi na zaktywowaniu genów odpowiedzialnych za budowę enzymów, które umożliwiają syntezę i akumulację w wakuoli związków czterowęglowych, głównie jabłczanu. Już około 10 lat temu rozpoczęto opracowywanie tzw. biblioteki genowej tej rośliny składającej się z fragmentów cDNA*. Podczas indukowania metabolizmu CAM dochodzi do zmiany ekspresji kluczowych enzymów warunkujących pierwotne wiązanie dwutlenku węgla, jakim jest karboksylaza PEP. Dlatego największe zainteresowanie budzą geny odpowiedzialne za budowę tego enzymu (gen Ppc1) oraz geny kodujące enzymy katalizujące regenerację

* fragmenty łańcucha DNA zsyntezowanego na matrycy mRNA.



Ryc. 3. Rozdział różnych form enzymu dysmutazy ponadtlenkowej (MnSOD, FeSOD i CuZnSOD) na żelu poliakrylamidowym; A – homogenat korzenia z hodowli *in vitro*, B – homogenat liścia, C – homogenat liścia z hodowli *in vitro*

substratów wiążących dwutlenek węgla. Obiektem zainteresowań są również geny odpowiadające poszczególnym podjednostkom ATPaz tonoplastowych, dzięki którym możliwe jest skuteczne magazynowanie czterowęglowych produktów w obrębie wakuoli. *M. crystallinum* jako halofit wykazuje odporność na wysokie zasolenie między innymi dzięki zdolności do produkcji tzw. osmoprotektantów – substancji umożliwiających funkcjonowanie komórek w warunkach wysokiego ciśnienia osmotycznego. Dlatego też obiektem badań są enzymy, które są odpowiedzialne za ich syntezę. Kanały wodne w błonach biologicznych, które regulują pobieranie wody przez komórki, są zbudowane z białek tzw. akwaporyn. Przypuszcza się, że białka te decydują o dużej odporności *M. crystallinum* na niedobory wody i dlatego też odpowiadające im geny MipA, MipB i MipC są intensywnie badane.

Istnieją przesłanki do wysuwania przypuszczeń, że *M. crystallinum* stanie się nie tylko modelową rośliną w badaniach dotyczących fizjologii stresu w roślinach, ale także, że będzie stanowić rezerwuuar genów „antystresowych”. Zdolności tej rośliny do adaptowania się do odmiennych warunków środowiskowych i przestawiania metabolizmu z C_3 na CAM czynią z niej wygodny obiekt do badań nad regulacją aktywności poszczególnych genów.

W ostatnich latach wykazano, że bardzo wiele stresów, jakim poddane są rośliny, mają pewien wspólny mianownik. Jest nim wysoki poziom tlenowych substancji wolnorodnikowych, tzw. aktywnych form tlenu prowadzących do stanu stresu oksydacyjnego w komórce. Wszystkie organizmy tlenowe (aeroby) są narażone na ich działanie. Tlenowe substancje wolnorodnikowe wytwarzane są między innymi w czasie funkcjonowania fotosyntetycznego i mitochondrial-

nego łańcucha transportu elektronów. Komórki roślinne są wyposażone w szereg mechanizmów obronnych prowadzących do usuwania aktywnych form tlenu, m.in. posiadają enzymy likwidujące substancje wolnorodnikowe. Enzymy te nazywamy enzymami stresowymi lub antyoksydacyjnymi i jak wykazano, w czasie transformacji C_3 -CAM dochodzi do ich wzmożonej aktywności. Przykładem takiego enzymu jest dysmutaza aminorodnika ponadtlenkowego (SOD, ang. superoxide dismutase) odpowiedzialna za usuwanie powstających w wielu procesach metabolicznych anionorodników ponadtlenkowych ($O_2^{\bullet-}$), które w nadmiarze mogą stanowić poważne zagrożenie dla funkcji życiowych komórki. Zainteresowanie wzbudza zarówno to w jakich fragmentach komórki dochodzi do podwyższenia aktywności tych białek, jak i mechanizm powstawania tych zmian. W różnych organach roślinnych stwierdza się zróżnicowaną ekspresję określonych genów. Różne formy tego enzymu można w stosunkowo łatwy sposób oczyścić i wykazać ich aktywność, stosując elektroforetyczną technikę rozdziału na żelach poliakrylamidowych (ryc. 3). Jak przystało na enzym stresowy, SOD wykazuje bardzo wysoką odporność na różne czynniki stresowe, między innymi na wysoką temperaturę. Niektóre formy SOD są aktywne nawet w temperaturze powyżej $90^\circ C$. Ponieważ białka te zabezpieczają rośliny przed różnymi stresami, można się spodziewać, że manipulując nimi, możemy wpływać na odporność roślin. Takie badania z zastosowaniem szeregu innych roślin prowadzi się od lat. Nie do końca jest natomiast wyjaśniony mechanizm indukcji tych enzymów, jak i innych białek współodpowiedzialnych za usuwanie substancji wolnorodnikowych. Istnieje duże prawdopodobieństwo, że indukcja tych tzw. enzymów antyoksydacyjnych w wyniku działania czynnika stresowego zabezpiecza organizm przed innymi stresami. Przykładowo duża odporność na zasolenie umożliwia przetrwanie stresu suszy. Zjawisko to znane jest pod nazwą odporności krzyżowej (ang. cross tolerance).

Badania nad wspomnianymi wyżej genami mogą nie tylko wyjaśnić szereg nierozwiązanych zagadek, ale dać pewne bardzo wymierne korzyści. Najbliższe lata przyniosą zapewne postęp w uzyskiwaniu nowych roślin transgenicznych. Rośliny takie wyposażone w obce geny będą bardziej odporne na pewne czynniki stresowe. *M. crystallinum* stanowi dogodne źródło genów „antystresowych”, a szczególnie genów odpowiedzialnych za odporność na zasolenie i suszę. Przeniesienie takich genów do roślin użytkowych być może umożliwi ich uprawę w środowiskach zwykle dla nich niedostępnych.

Wpłynęło 3 XI 1998

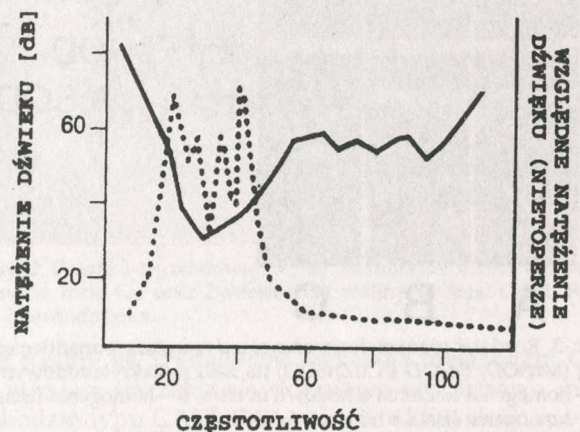
dr hab. Zbigniew Miszalski, mgr Ireneusz Ślesak, Zakład Fizjologii Roślin im. F. Górskiego PAN w Krakowie

EWOLUCYJNY WYŚCIG MIĘDZY DRAPIEŹNIKIEM I OFIARĄ NA PRZYKŁADZIE NIETOPERZY I CIEM

Słowo drapieżnik kojarzy się zwykle z gatunkami żywiącymi się stosunkowo dużymi zwierzętami, tzn. kręgowcami. Również w przypadku nietoperzy określenie drapieżnik zarezerwowane jest dla tych, które polują na małe ryby, żaby, jaszczurki, niewielkie ptaki czy ssaki. Natomiast nietoperze żywiące się owadami nazywa się owadożernymi, choć i taki sposób odżywiania jest oczywiście formą drapieżnictwa. Jak w każdym układzie drapieżnik-ofiara, tak i w przypadku nietoperzy owadożernych i ciem obie strony wykształciły w toku ewolucji różne udoskonalenia i przystosowania. Nietoperz czyli drapieżnik dąży do zwiększenia skuteczności polowania, a ciem, aby jak najdłużej pozostać tylko potencjalną ofiarą, udoskonala sposoby wykrywania drapieżnika, unikania go i ucieczki. Proces takich przemian u obydwu stron bywa nazywany ewolucyjnym wyścigiem zbrojeń.

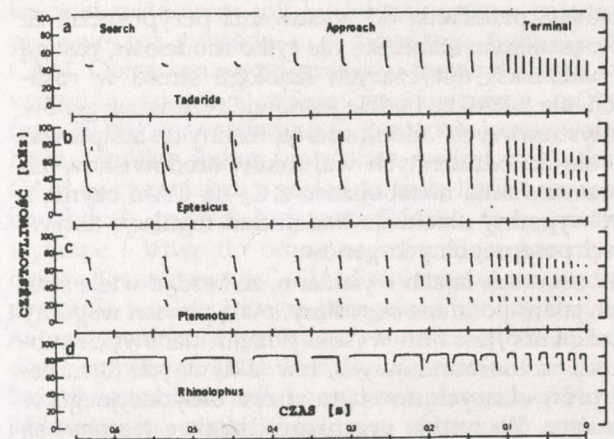
Nietoperze wykształciły specyficzną umiejętność, stosunkowo rzadką w świecie zwierząt, mianowicie echolokację. Dzięki niej orientują się w przestrzeni i również z jej pomocą zdobywają pożywienie. Nietoperze doprowadziły echolokację niemalże do perfekcji; nie tylko łowią owady w locie, lecz również zbierają je ze ścian budynków, z ziemi, pni i gałęzi drzew czy powierzchni wody. Wszystko to wymaga bardzo precyzyjnego orientowania się w przestrzeni, aby w czasie żerowania w tak „zatłoczonych” środowiskach jednocześnie unikać groźnych w skutkach kolizji czy też nie wpaść do wody. Wiadomo jednak, że niektóre nietoperze (np. spośród lironosów *Megadermatidae*) są w stanie wykryć nawet takie przeszkody jak druty o grubości ludzkiego włosa, inne zaś (m.in. z rodziny podkowcowatych *Rhinolophidae*) potrafią za pomocą sygnałów echolokacyjnych określić częstość, z jaką goniony owad uderza skrzydłami, a tym samym rozpoznać rodzaj ofiary.

Nietoperz jako myśliwy wyposażony jest znakomicie, jednak ciem nie są zupełnie bezbronne. Okazuje się, że echolokacja ma również słabe strony, bowiem niektóre z ciem wykształciły w toku ewolucji swoiste uszy i mogą słyszeć echolokujące nietoperze. Do ciem takich należą niedźwiedziówkowate (*Arctiidae*), garbatnikowate (*Notodontidae*), miernikowcowate (*Geometridae*), sówkowate (*Noctuidae*), omacnicowate (*Pyrallidae*) i niektóre zawisakowate (*Sphingidae*). Najwyższa wrażliwość ciem na ultradźwięki obejmuje częstotliwości 20-60 kHz, a później gwałtownie spada, chociaż pewne gatunki słyszą jeszcze do ok. 100 kHz. Zakres słyszalności u ciem pokrywa się z częstotliwościami dźwięków, używanymi przez większość dużych i średnich nietoperzy, polujących na owady w locie (ryc. 1). Rolę uszu pełnią organy tympanalne, znajdujące się na tułowiu lub odwłoku. Zawierają one dwie komórki A czułe na ultradźwięki, przy czym komórki te mają różny stopień wrażliwości — komórka A1 jest o ok. 20 dB czulsza od A2. Rodzaj informacji otrzymanej za ich pomocą zależy od tego, czy jedna czy też obydwie komórki zostały pobudzone.



Ryc. 1. Audiogram czmy *Gorua apicata* (miernikowcowate *Geometridae*) z Wybrzeża Kości Słoniowej (—) nałożony na analizę FFT (fast Fourier-transform) 400 sygnałów echolokacyjnych nietoperzy pochodzących z tego obszaru (....). Zakres największej wrażliwości słuchowej czmy przypada na częstotliwości o największym natężeniu występujące w sygnałach echolokacyjnych nietoperzy (źródło: Fenton M.B. 1982. Echolocation, insect hearing, and feeding ecology of insectivorous bats, W: Ecology of bats. Kunz T. (ed.), Plenum Press, New York and London, s. 261-285)

Reakcja czmy — przynajmniej do pewnego stopnia — jest uwarunkowana cechami sygnałów echolokacyjnych nietoperza, takimi jak intensywność dźwięku i/lub jego parametry czasowe — tzn. długość i częstość wydawanych pisków. Parametry czasowe mogą być dobrą informacją dla ciem, ponieważ u wszystkich nietoperzy owadożernych, łowiących swe ofiary w locie, ich zmiany w czasie polowania zachodzą według tego samego schematu. W fazie poszukiwania



Ryc. 2. Spektrogramy przedstawiające zapis czterech różnych typów dźwięków echolokacyjnych podczas kolejnych faz polowania: search – poszukiwanie, approach – zbliżanie się do spostrzeżonej ofiary, terminal – faza końcowa pościgu. Prezentowane sygnały pochodzą od następujących gatunków: (a) *Tadarida brasiliensis* (molosy *Molossidae*); (b) *Eptesicus fuscus* (mroczkowate *Vespertilionidae*); (c) *Pteronotus personatus* (mormoopidace); (d) *Rhinolophus ferrumequinum* (podkowcowate *Rhinolophidae*). Skala czasu jest odwrócona – za punkt zerowy przyjęto moment schwytania owada (źródło: Simmons J.A., Fenton M.B. i O'Farrell M.J. 1979. Echolocation and pursuit of prey by bats. Science, 203: 16-21)

piski są dość długie (5-100 ms) i powtarzane 5-10 razy/sek. W fazie zbliżania się do spostrzeżonej ofiary piski stają się coraz krótsze i coraz częstsze, dochodząc w fazie końcowej, tuż przed schwytaniem ofiary, do 0,5 ms długości i 100-200/sek. (ryc. 2). Niska intensywność dźwięku i/lub niska częstotliwość pisków/sek. sugerują, że nietoperz jest stosunkowo daleko i prawdopodobnie nie wykrył jeszcze śmy. Taka informacja wywołuje zwykle u śmy reakcję „wczesnego ostrzeżenia” — negatywną fonotaksję, czyli zmianę kierunku lotu na przeciwny do źródła dźwięku. Wysoka intensywność dźwięku i/lub wysoka częstość pisków oznaczają bliskość drapieżnika i wywołują reakcję „ostatniej szansy” — śma zmienia lot na nieregularny, zatacza koła, pętle, aktywnie nurkuje, a czasem składa skrzydła i biernie spada na ziemię. Duża zmienność w reakcjach ciem na nadlatującego nietoperza ma znaczenie adaptacyjne — nieprzewidywalność zachowania nie pozwala zbliżającemu się nietoperzowi na identyfikację celu, jakim jest śma z określonej reakcją obronną, co zwiększa szanse śmy na ucieczkę.

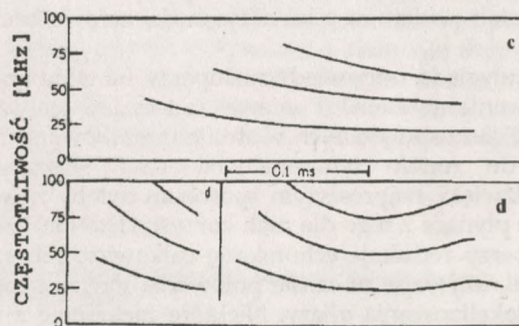
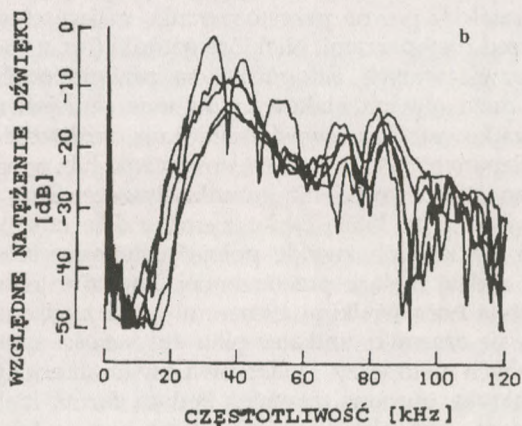
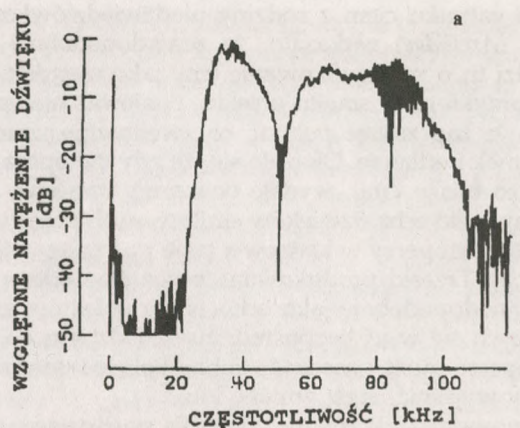
Również śmy chodzące po podłożu lub siedzące nieruchomo reagują na ultradźwięki. Śmy poruszające się przystają, przyciągają ciało i skrzydła do podłoża, a czułki podwijają. Śmy nieruchome także kulą się i przysuwają jak najbliższej powierzchni, na której siedzą. Chociaż stwierdzono u trenowanych nietoperzy zdolność do rozpoznawania nawet 0,8 mm różnic głębokości, śma reagująca skuleniem się może uniknąć wykrycia, przyciągając ciało do nieregularności występujących w naturalnych podłożach, takich jak kora, liście, etc. Również samo zatrzymanie się przez chodzącego owada pozwala mu stać się mniej widocznym, ponieważ echolokujące nietoperze dużo lepiej wykrywają obiekty poruszające się niż nieruchome. Stwierdzono, że owady posiadające „uszy” mają 40% mniej szans na to, by zostać schwytanym, niż owady ich pozbawione. Taka różnica w szansach na przeżycie nie dziwi, jeśli weźmie się pod uwagę, że śmy o najczulszym słuchu mogą wykryć echolokującego nietoperza z odległości nawet 40 m, co jest odległością kilka lub kilkanaście razy większą od dystansu, z jakiego nietoperz wykrywa śmę.

Inne reakcje ciem w obliczu zagrożenia spotkać można u pewnych gatunków z rodziny niedźwiedziówkowatych (*Arctiidae*). Kiedy są niepokojone lub gdy słyszą ultradźwięki, śmy te same zaczynają wydawać ultradźwiękowe trzaski, których unikają nietoperze. Istnieje kilka hipotez próbujących wyjaśnić sposób działania tych dźwięków:

- 1) wywołują reakcję zaskoczenia lub odstrasza;
- 2) są sygnałem ostrzegawczym typu „Uwaga: jestem niejadalny!”;

- 3) zagłuszają czy też zakłócają echolokację nietoperza.

Możliwe, że dwie pierwsze hipotezy uzupełniają się w pewien sposób, a reakcja na dźwięki zależy od doświadczenia odbiorcy sygnału. W przypadku niedoświadczonego nietoperza prezentacja niespodziewanego bodźca akustycznego podczas zbliżania się do ofiary wywołuje zaskoczenie i powoduje przerwanie ataku, co daje ofierze czas na ucieczkę. Jednakże po kilku razach, jeśli to odstraszenie nie będzie poparte przykrym smakiem czy zapachem ofiary, nie-



Ryc. 3. Rozkład natężenia dźwięku w zależności od częstotliwości występujących (a) w sygnale echolokacyjnym nietoperza *Eptesicus fuscus* (mroczkowate *Vespertilionidae*), pochodzącym z końcowej fazy pościgu za ofiarą; (b) w 5 dźwiękach wyprodukowanych przez śmę *Cynia tenera* (niedźwiedziówkowate *Arctiidae*) w odpowiedzi na sygnały echolokacyjne nietoperza. Zapis częstotliwości i czasu trwania (c) sygnału echolokacyjnego *E. fuscus* z fazy końcowej polowania; (d) dwóch dźwięków wyprodukowanych przez *C. tenera* w odpowiedzi na sygnały echolokacyjne nietoperza (źródło: Fullard J.H., Fenton M.B. i Simmons J.A. 1979. Jamming bat echolocation: the clicks of arctiid moths. *Can. J. Zool.* 57: 647-649)

toperz przywyknie i będzie takie dźwięki ignorował. Jeśli natomiast rzeczywiście dana śma smakuje nieprzyjemnie (a śmy „trzaskające” często wydzielają szkodliwe związki chemiczne i są ostrzegawczo, jaskrawo ubarwione), to nietoperz bardzo szybko nauczy się kojarzyć dany dźwięk z przykrym ciągiem dalszym i będzie takich owadów unikać.

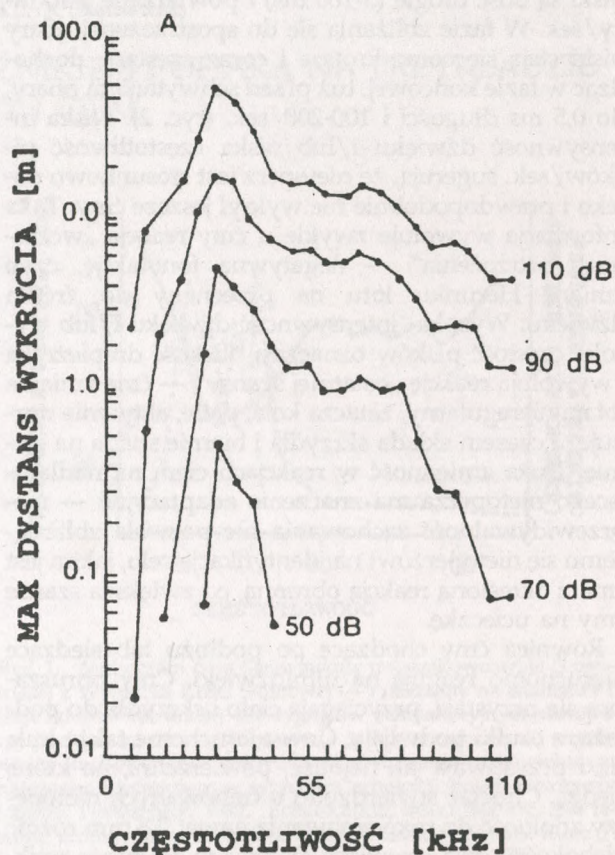
Innym proponowanym wytłumaczeniem wydawania dźwięków przez śmy jest hipoteza o zagłuszaniu lub zakłócaniu echa sygnałów wysyłanych przez nietoperza. Dokładne prześledzenie zachowania atakującego nietoperza w momencie zbliżania się do pew-

nego gatunku ciem z rodziny niedźwiedziówkowatych (*Arctiidae*) wykazało, że prawdopodobnie nie chodzi tu o zaklasyfikowanie ćmy jako niejadalnego czy przykrego w smaku obiektu, ponieważ nietoperz nie tyle zaprzestaje pogoni, co gwałtownie zmienia kierunek i odlatuje. Okazało się, że gdy nietoperz jest bardzo blisko ćmy, wydaje ona serię trzasków, podobnych do echa dźwięków emitowanych przez większość nietoperzy w końcowej fazie pościgu za ofiarą (ryc. 3). Trzaski produkowane przez ćmę odbierane są prawdopodobnie jako echo wielu obiektów znajdujących się w jej bezpośrednim sąsiedztwie, co dla nietoperza może oznaczać zgubną kolizję i tym można by wyjaśnić nagłą zmianę lotu.

Przypuszczalnie również ćmy nie posiadające uszu wykształciły pewne przystosowania, mające chronić je przed nietoperzami. Niektóre gatunki (np. z rodziny pawicowatych *Saturniidae*) są prawdopodobnie zbyt duże, aby być atakowanymi; inne, mniejsze (np. barczatkowate *Lasiocampidae*) redukują możliwość bycia złapanym latając szybko, erratycznie lub w ogóle latając istotnie mniej niż gatunki słyszące. Ćmy pozbawione uszu latają blisko ziemi, z dala od wysokości, na których zwykle polują nietoperze; stosują więc rodzaj izolacji przestrzennej. Niektóre gatunki wylatują nocą wielkimi chmarami lub też odseparowują się czasowo, unikając piku aktywności sympatrycznych nietoperzy. Dodatkową czy też alternatywną taktyką obronną, również będącą formą izolacji czasowej, jest przeobrażanie się w postać dorosłą przed lub po letnim piku aktywności żerowej nietoperzy.

Jak wygląda odpowiedź nietoperzy na takie przystosowania u ciem? Ponieważ zdecydowana większość ciem spotykanych w strefie umiarkowanej należy do rodzin tympanalnych, czyli słyszających ultradźwięki, najprostszym sposobem byłoby zniwelować płynące z tego dla nich korzyści. Istotnie, część nietoperzy redukuje echolokację całkowicie lub częściowo, używając w czasie polowania innych sposobów lokalizowania ofiary. Niektóre nietoperze z rodziny lironosów (*Megadermatidae*), mroczkowatych (*Vespertilionidae*) oraz *Nycteridae* stosują metodę biernego słuchania, wykorzystując dźwięki powstałe przy przemieszczaniu się owada po podłożu czy trzepotaniu skrzydłami. Ignorują ćmy siedzące bez ruchu, nawet jeśli znajdują się w bardzo bliskiej odległości; reagują natomiast na poruszającego się owada umieszczonego w torbie, która wyklucza użycie echolokacji czy wzroku. Nie jest jasne, jaką rolę u nietoperzy może w trakcie żerowania odgrywać węch, chociaż istnieją sugestie, że również ten zmysł jest wykorzystywany przy lokalizowaniu ofiary przez nocka dużego *Myotis myotis*.

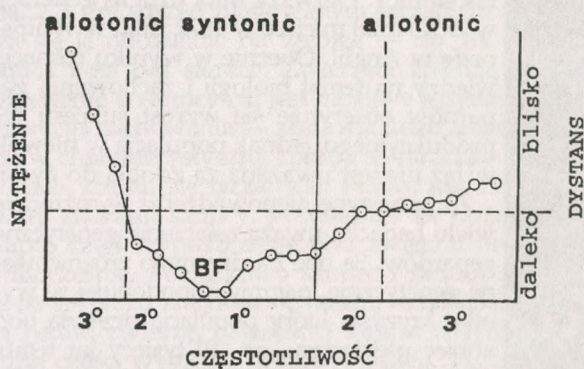
Nietoperze mogą też w inny sposób kompensować sobie niedogodności związane z wykorzystywaniem echolokacji. Dźwięki sonarne używane przez niektóre gatunki podkowcowatych (*Rhinolophidae*) są trudno wykrywalne ze względu na ich dużą kierunkowość. Dzięki temu nietoperze te mogą efektywnie żerować na stosunkowo niewielkim terenie, nie alarmując wszystkich potencjalnych ofiar, podczas gdy gatunki, których sygnały rozchodzą się szerzej, są łatwiej wykrywane. Z kolei nietoperze z rodzin *Nycteridae*, *Hip-*



Ryc. 4. Odległość, z jakiej afrykańska ćma *Scalmicauda bisecta* (garbatnikowate *Notodontidae*) wykrywa dźwięki o różnej częstotliwości i intensywności (źródło: Fenton M.B. 1982. Echolocation, insect hearing, and feeding ecology of insectivorous bats, W: Ecology of bats. Kunz T. (ed.), Plenum Press, New York and London, s. 261-285)

posideridae i lironosów (*Megadermatidae*) echolokują za pomocą dźwięków o bardzo niskiej intensywności, co pozwala im znacznie zredukować dystans, przy którym są słyszane przez ćmy (ryc. 4). Przeciętnie taka odległość wynosi w ich przypadku ok. 2 m, zaś *Nycteris macrootis* wykrywany jest przez ćmy w odległości zaledwie 20 cm, czyli praktycznie żadnej. Jeśli dodatkowo niskiej intensywności dźwięków towarzyszy wysoka częstotliwość, są one dla ciem właściwie niezauważalne.

Innym sposobem na zmniejszenie wykrywalności nietoperzy przez ćmy jest stosowanie w echolokacji sygnałów o częstotliwościach allotonicznych. Zakres największej wrażliwości ciem na ultradźwięki pokrywa się z częstotliwościami pisków o maksymalnej intensywności, występującymi w echolokacji sympatrycznych nietoperzy (częstotliwości syntonizujące). Dla większości ciem jest to przedział 20-60 kHz. Dźwięki o częstotliwościach wyższych lub niższych od tych z przedziału najwyższej czułości słuchu ciem (czyli allotoniczne) słabiej pobudzają ich receptory słuchowe, są więc odbierane jako pochodzące z większej odległości. Tak więc gatunki nietoperzy, które używają sygnałów o częstotliwościach syntonizujących, będą wykrywane przez ćmy z większej odległości, co daje owadom czas na ucieczkę; te natomiast, w których echolokacji przeważają częstotliwości allotoniczne, będą wykrywane dopiero z bliskiego dystansu, kiedy szanse na ucieczkę są znikome.



Ryc. 5. Dla danego audiogramu pewnego gatunku ćmy (o—o) dźwięki przypadające na zakres największej wrażliwości (best frequency – BF) nazywane są syntonicznymi. Dźwięki o frekwencjach spoza tego przedziału (= wyższych lub niższych) nazywa się allotonicznymi. Oznaczenia: 1° frekwencje syntoniczne; 2° frekwencje allotoniczne drugorzędne, wywierające dostateczną presję, aby oddziaływać na zmiany słuchu; 3° frekwencje allotoniczne trzeciorzędne, zbyt rzadkie, by wpływać na zakres słyszalności i stąd niewykrywalne dla ciem. Przerywana linia pozioma oznacza arbitralnie przyjęte krytyczne natężenie dźwięku, określające minimalny dystans wykrycia nietoperza, przy którym ćma może jeszcze uciec. Dla danego natężenia dźwięku dystans ten będzie różny dla frekwencji syntonicznych (wykrywane z daleka) i allotonicznych (wykrywane dopiero z bliskiej odległości) (źródło: Fullard J.H. 1987. Sensory ecology and neuroethology of moths and bats: interactions in a global perspective, W: Recent advances in the study of bats. Fenton M.B., Racey P. i Rayner J. M.V. (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, s. 244-272)

(ryc. 5). Frekwencje dominujące w dźwiękach echolokacyjnych nietoperzy mogą więc być skorelowane z udziałem ciem w ich diecie.

Jeszcze innym rozwiązaniem dla nietoperzy byłoby zwiększenie prędkości lotu — wówczas nawet przy wykryciu przez ćmę czas na ucieczkę byłby bardziej ograniczony. Ta możliwość pozostaje na razie w sferze spekulacji, gdyż mało jest danych na temat szybkości lotu u nietoperzy, zwłaszcza w czasie żerowania.

O ile naukowcy są zgodni co do faktu, że uszy u ciem wyewoluowały w związku z presją polujących

na nie echolokujących nietoperzy, o tyle ewolucja technik żerowania u nietoperzy niekoniecznie musi być spowodowana wykształceniem się słuchu u ciem. Możliwe są również inne wytłumaczenia. Podstawową zaletą echolokacji o niskiej intensywności oraz biernego słuchania jest to, że owe techniki pozwalają na wykrywanie owadów w „zatloczonych”, a więc produkujących dużo echa środowiskach, bez ryzyka samoogłuszenia. Biernie słuchanie może też wspomagać sonar o małej intensywności, który jest efektywny tylko na małe odległości. Podobnie wyjaśnić można stosowanie kierunkowych dźwięków o wysokiej frekwencji — także dzięki nim łatwiej jest wykrywać owady w „gąszczu”, gdyż kierunkowy dźwięk pozwala na lepsze oddzielenie tła czyli „gąszczu” od potencjalnych ofiar. Jeśli chodzi o koncepcję frekwencji allotonicznych, to zarówno echolokacja, jak i dieta nietoperzy powiązane są ściśle z ich morfologią, a zależności między używanymi frekwencjami sygnałów a udziałem ciem w pokarmie nie są jednoznaczne. Poza tym np. sygnały echolokacyjne o niskiej frekwencji (używane przez nietoperze z rodziny molosów *Molossidae*) są nie tylko niesłyszalne dla większości owadów tympanalnych, lecz także mniej niż dźwięki o wysokich częstotliwościach pochłaniane przez atmosferę, stąd znacznie zwiększają zakres działania, co jest szczególnie istotne dla tak szybko latających nietoperzy jak molosy.

Trudno ocenić, kto wygrywa ten ewolucyjny wyścig zbrojeń pomiędzy ćmami a nietoperzami. Może być on w miarę stały, ponieważ ofiara jest prawdopodobnie zawsze o jeden krok dalej niż drapieżnik. Wynika to z faktu, iż koszty pomyłki są dla niej wyższe niż dla drapieżnika — śmierć versus stracony obiad — dlatego też presja selekcyjna jest większa na mechanizmy obronne.

Wpłynęło 12 X 1998

mgr Katarzyna Daleszczyk, asystent, Zakład Badania Ssaków PAN, Białowieża

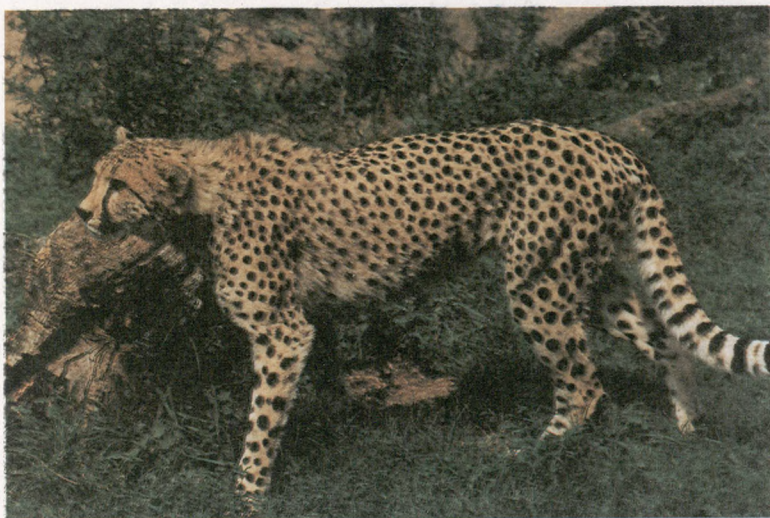
EWA BARAN (Kraków)

KOJARZENIE GEPARDÓW W NIEWOLI

Sylwetkę kota wszyscy rozpoznają z łatwością; domowy, bury kot, złocisty lew i wielki, prążkowany tygrys mają wiele cech wspólnych. Jest jednak kot, który jak pisze C.A. Guggisberg: „różni się od wszystkich pozostałych kotów znacznie bardziej niż jakiejkolwiek dwa inne koty różnią się między sobą”. Kotem tym jest gepard — najszybszy, lądowy ssak świata.

Gepard *Acinonyx jubatus* jest wyjątkowy pod wieloma względami. Każdy szczegół jego budowy związany jest z przystosowaniem do sprintu. Ma typową sylwetkę biegacza: jest smukły, ma długie nogi, głęboką klatkę piersiową i wąską talię. Wielkością gepard przypomina

leoparda, jest jednak od niego smuklejszy. Jest stosunkowo lekki, waży 40-70 kilogramów, przy ponad dwóch metrach długości ciała, z czego 1/3 przypada na ogon. Taka budowa spowodowała zresztą wątpliwości systematyków co do jego przynależności do rodziny *Felidae* (ma wiele cech podobnych do psowatych). Prędkość geparda jest wręcz legendarna, na krótkich dystansach osiąga 112 km/h, lecz w czasie polowania rzadko przekracza 70-80 km/h, co zresztą wystarcza do upolowania antylopy. Poluje w przeciwieństwie do większości kotów za dnia — wczesnym rankiem i późnym popołudniem, wykorzystując doskona-



Ryc. 1. Gepard *Acinonyx jubatus* w Wassenaar Wildlife Breeding Centre (WWBC) w Holandii. Fot. Tomasz Marcinów

ły wzrok. Zdobywcę to zazwyczaj małe i średnie kopytne oraz młode dużych antylop.

Niezwykłe zdolności łowieckie geparda wykorzystał człowiek, tresując go do polowań. Schwytany na wolności dorosły osobnik oswajał się bardzo szybko i po 6 miesiącach mógł już towarzyszyć myśliwym. Polowania z gepardami popularne były już 3000 lat p.n.e. wśród Sumerów, później u Egipcjan i ludów Dalekiego Wschodu. Sport ten uprawiało też wielu nowożytnych władców europejskich, m.in. Wilhelm Zdobywca, kilku francuskich królów oraz cesarz austriacki Leopold I.

Do końca XIX w. gepardy występowały w całej Afryce i dużej części Azji. Obecnie większość żyje w Afryce centralnej i południowej. Ilość gepardów w Afryce szacuje się na 5-25 000, niestety liczba ta wciąż maleje. Przyczyną jest bardzo wysoka śmiertelność młodych (wiele ginie przed opuszczeniem gniazda, najczęściej zabite przez lwy lub hieny, jedynie 6 procent młodych osiąga samodzielność), degradacja ich naturalnego środowiska, kłusownictwo. Uznano je za gatunek zagrożony, od 1990 roku znajdują się w Dodatku 1 do CITES — Konwencji o Międzynarodowym Handlu Zagrożonymi Gatunkami, a także na Czerwonej Liście Zagrożonych Zwierząt IUCN (Międzynarodowa Unia Ochrony Przyrody). Za gatunek w stanie krytycznym uznali je specjaliści z Felid Action Plan.

Gepardy są łagodne, szybko się oswiają i dobrze znoszą warunki niewoli. Obecnie w ogrodach zoologicznych i hodowlach prywatnych znajduje się ponad 1000 gepardów, z czego większość stanowią zwierzęta urodzone w niewoli. Hodowcy na całym świecie spotykają się z podobnymi problemami — dużą wrazliwością gepardów na choroby wirusowe oraz przede wszystkim bardzo niską rozrodczością tych zwierząt. Mniej niż 20 procent zwierząt choćby raz przystępuje do rozrodu.

Pierwsze narodziny geparda w ZOO miały miejsce w 1956 roku w Filadelfii, lecz młode przeżyły zaledwie trzy dni. Przyczyny śmierci kociąt w niewoli były i są różne, m.in.: przedwczesne porody, wady wrodzone, porzucenie lub zabicie przez matkę, choroby wirusowe. Część tych przypadków prawdopodobnie powoduje niedoświadczenie lub złe warunki trzyma-

nia samicy. Pierwszy miot drugiej generacji w ZOO miał miejsce w 1972 roku w Whipnade w Anglii. Obecnie w wyniku rosnącej wiedzy na temat biologii i zachowania gepardów obserwuje się wzrost sukcesu reprodukcyjnego, jednak populacja w niewoli wciąż nie jest uważana za zdolną do życia.

Za przyczynę niepowodzenia w rozrodzie wielu badaczy uważa osłabienie genetyczne gepardów. Są one bardzo mało zróżnicowane genetycznie, najprawdopodobniej w wyniku kryzysu, który populacja przeszła pod koniec plejstocenu, ok. 10 tysięcy lat temu. Aby zapobiec kojarzeniu gepardów w pokrewieństwie, prowadzona jest ich ścisła ewidencja w niewoli z uwzględnionym stopniem pokrewieństwa. Przeprowadzane próby sztucznego zapłodnienia nie są w pełni zadowalające. Pogląd, że przyczyną niepowodzeń w rozrodzie jest słaba kondycja genetyczna

zwierząt, jest przez niektórych badaczy podważany. Badania terenowe dowodzą, że na wolności płodność samic nie jest obniżona, rodzą zdrowe potomstwo, a porzucenie lub zaniechanie przez matkę jest rzadkie. Możliwe więc, że niska rozrodczość gepardów jest zjawiskiem specyficznym dla zwierząt w niewoli.

W celu podniesienia potencjału rozrodczego gepardów w niewoli opracowane zostały techniki ich kojarzenia. Są one odmienne w różnych ośrodkach, lecz podstawowe założenia są zbliżone. Najważniejsze, to dobranie właściwych (zdrowych, niespokrewnionych) zwierząt do parowania, izolacja partnerów na kilka dni przed łączeniem, umożliwienie samcowi ustanowienia terytorium poprzez wypuszczanie go samego na wybieg, uważna obserwacja obu zwierząt, wreszcie łącenie ich na ściśle określony czas. W niektórych ośrodkach na wybieg wypuszcza się dwa samce, tak by stworzyć konkurencję o samice. Istotne jest też, by wybieg do kojarzenia był możliwie jak najspokojniejszy. Postępowanie takie ma swoje uzasadnienie w warunkach naturalnych — na wolności para poza okresem rui nie spotyka się, samiec odnajduje ślady zapachowe samicy na swoim terytorium, podąża nimi i przywołuje samice. Razem pozostają około dwóch dni.

Spełnienie powyższych założeń jest przyczyną sukcesów w kojarzeniu gepardów w Wassenaar Wildlife Breeding Centre (WWBC) w Holandii. Jest to prywatny ośrodek hodowlany prowadzony przez Jana i Hanneke Louwman. Od lat ma najlepsze w Europie wyniki w hodowli gepardów, co jest rezultatem specyficznej metody postępowania ze zwierzętami zdolnymi do rozrodu, opartej na wieloletnim doświadczeniu w hodowli. W ośrodku tym zrealizowana została instruktażowa kasetą z kojarzenia tych kotów. Tu też pierwszy raz w Europie przeprowadzono próbę sztucznego zapłodnienia geparda.

Sukcesy w rozrodzie i wychowywaniu młodych osiągane są w WWBC w sposób mało skomplikowany — poprzez dokładną obserwację i znajomość obyczajów gepardów na wolności i w niewoli, dobrze wyposażone, duże wybiegi, zapewnienie zwierzętom spokoju. Wybrane do łączenia samca i samice zamyka się oddzielnie w kotnikach, przy oddalonym od pozostałych wybiegów specjalnym wybiegu do parowa-

nia. 2-3 dni, przed planowanym łączeniem wypuszcza się je oddzielnie na wybieg — np. na pół dnia samca i na pół samicy. Zwierzęta znakują wybieg. Określenie u samicy rui jest możliwe jedynie na podstawie jej zachowania — zostawia dużo znaków, chodzi w charakterystyczny sposób — na lekko ugiętych nogach, często się tarza. Jeśli samiec jest zainteresowany znakami samicy, przystępuje się do kolejnego etapu, czyli wypuszczenie obu zwierząt na wybieg jednocześnie. Początkowo samiec i samica, pomimo że na wybiegu znajdują się razem, są oddzielone siatką (jedno zwierzę, najczęściej samiec znajduje się w dużej części wybiegu, drugie w małej). To, czy zwierzęta są gotowe do kojarzenia, ocenia się przede wszystkim obserwując zachowanie samca. Jeśli jest on wyraźnie podekscytowany, chodzi tam, gdzie samica i wydaje krótkie, wysokie, ostre krzyki (ich częstotliwość i natężenie zależy od wieku i doświadczenia samca) — uważa się, że samica jest gotowa do parowania. Także samica w rui wykazuje wyraźne zainteresowanie samcem.

Zwierzęta wypuszcza się wspólnie na duży wybieg. Jeśli samica jest doświadczona i gotowa do parowania, pierwsza kopulacja następuje już po kilku sekundach od połączenia. W pierwszej godzinie może być kilka kojarzeń. W czasie kopulacji samiec trzyma samicę za kark w sposób charakterystyczny dla wszystkich kotów. Po udanym kryciu samiec pokazuje zęby i prycha, samica często, chociaż nie zawsze tarza się i wydaje cichy delikatny krzyk.

W sytuacji, gdy samiec jest wyraźnie podekscytowany, natomiast samica ucieka przed nim, chowa się, jest bardzo ostrożna — zwierzęta są rozdzielane i po-

nownie łączone następnego dnia. Jeśli zwierzęta są względem siebie wyraźnie agresywne, oznacza to, że połączono je za wcześnie lub za późno.

Para zostaje razem na wybiegu 36 godzin. Po tym czasie zwierzęta wykazują już zainteresowanie jedzeniem, zaczynają też walczyć. Są więc rozdzielane. Samicę po kryciu obserwuje się przez ok. 3 tygodnie. Jeśli nie wykazuje oznak ciąży, w tym czasie ponownie wchodzi w rui.

Jakkolwiek metoda kojarzenia w WWBC jest bardzo prosta, nie w każdym ogrodzie zoologicznym może być stosowana. Jej podstawowym założeniem jest zapewnienie zwierzętom maksymalnego spokoju, co w warunkach ZOO może być trudne. Na szczęście coraz więcej ośrodków zapewnia zwierzętom dobre warunki bytowe. Może wiedza o ich zachowaniu i znajomość ich potrzeb zaowocuje przychówkami w ogrodach zoologicznych. Jest to w przypadku zwierząt takich jak gepard — zagrożonych wyginieciem w środowisku naturalnym — bardzo ważne.

W WWBC przyszło już na świat ponad 120 młodych. Większość z nich została sprzedana do ogrodów zoologicznych i hodowli na całym świecie. Potencjalnym nabywcom właściciele centrum stawiają bardzo wysokie wymagania. Jednak nie z wszystkimi kotami potrafią się też rozstać. Gepardy to pasja ich życia... Te piękne koty zasługują na zainteresowanie i jak najskuteczniejszą ochronę. Ich los, tak jak wielu innych gatunków kotów, leży wyłącznie w rękach ludzi.

Wpłynęło 30 XI 1998

Mgr Ewa Baran jest absolwentką Wydziału Biologii i NoZ Uniwersytetu Jagiellońskiego

BEATA BOSIACKA (Szczecin)

POROSTY A HEMEROBIA* ŚRODOWISKA

Współczesne, szybkie zmiany środowiska przyrodniczego pod wpływem działalności człowieka doprowadziły do zawrotnych, nigdy dotąd nie spotykanych i to równocześnie na całym globie, przeobrażeń szaty roślinnej. Za takimi zmianami nie może nadążyć ewolucja; nad dominującymi do tej pory procesami przystosowawczymi wzięły górę procesy wymierania, które ostatecznie przybrały postać masowej eksterminacji. W pierwszym rzędzie ulegają jej porosty — organizmy wprawdzie przystosowujące się do najbardziej skrajnych spośród stworzonych przez naturę warunków życia, wyjątkowo jednak nie tolerujące zmian wprowadzanych przez człowieka. Nie dotyczy to stosunkowo nielicznej grupy porostów hemerofilnych, których egzystencja uzależniona jest właśnie od takich zmian. Przeciwstawia się im dużą grupę po-

rostów hemerofobnych. W alarmującym tempie giną one z powierzchni coraz bardziej ulegających urbanizacji kontynentów, głównie wskutek pogarszającego się stanu czystości powietrza.

Wrażliwość porostów na zanieczyszczenia wynika m.in. z braku tkanki okrywającej, co stwarza możliwość bezpośredniej infiltracji gazów, pyłów i roztworów do wnętrza plech. Ten niekorzystny efekt jest dodatkowo wzmacniany przez pobieranie wody bezpośrednio z opadów atmosferycznych, a nie po częściowym przefiltrowaniu przez glebę, jak ma to miejsce w przypadku roślin wyższych. W niekorzystnej sytuacji względem tych ostatnich stawia porosty również bardzo mała zawartość chlorofilu na jednostkę suchej masy, co sprawia, że rozkład tego asymilacyjnego barwnika pod wpływem toksyn daje efekty uszkodzenia wielokrotnie silniejsze niż u roślin.

Oprócz zanieczyszczania powietrza przez zakłady przemysłowe, elektrociepłownie itp. do wymierania porostów przyczyniają się bezpośrednio lub pośrednio również:

* Termin *hemerobia* pochodzi od greckiego słowa *hemeros* oznaczającego oswojenie; tu w znaczeniu przekształcenia pod wpływem czynników antropogenicznych.

- metody stosowane w leśnictwie (np. oranie ściółki, wyreby), które zaburzą populacje epifitycznych (nadrzewnych) i epigeicznych (naziemnych) porostów oraz zmieniają mikroklimat leśnych ekosystemów,
- uprawa roli, szczególnie stosowanie nawozów mineralnych i pestycydów, które są toksyczne dla porostów rosnących w otoczeniu pól i łąk,
- zmiana stosunków wodnych i w konsekwencji zanikanie gatunków higrofilnych (wilgociolubnych),
- zanieczyszczanie wody wywołujące uszkodzenia porostów rosnących na głazach i brzegach cieków wodnych,
- transport motorowy emitujący toksyny do atmosfery i wywołujący zapylenie uszkadzające plechy porostów w sposób mechaniczny.

Stopień reakcji porostów na szkodliwe czynniki jest zróżnicowany i zależy m.in. od morfologii plechy, jej fizjologicznego stanu, właściwości podłoża. Ponieważ wymiana gazowa u porostów zachodzi całą powierzchnią plechy, dlatego największą wrażliwość na zanieczyszczenia wykazują gatunki o plechach krzaczkowatych — najsilniej rozbudowanych i odstających od podłoża, bardziej odporne są gatunki o plechach listkowatych, zaś najlepiej radzą sobie z toksynami porosty o plechach skorupiatych. Istniejące wyjątki wynikają z właściwości biologicznych poszczególnych gatunków.

Zanieczyszczenia najsilniej wpływają na porosty znajdujące się w stanie aktywności fizjologicznej (uwodnione). Ma to miejsce w porach roku z niskimi temperaturami, gdy ograniczone jest parowanie oraz gdy utrzymuje się wysoka wilgotność względna powietrza.

Pośrednie oddziaływanie człowieka na wymieranie porostów przejawia się w zmianie warunków siedliskowych poprzez np. zakwaszanie podłoża w następstwie kwaśnych deszczów, będących wynikiem emitowania dwutlenku siarki przez zakłady przemysłowe, elektrociepłownie itp. Istnieje wyraźna korelacja między stężeniem SO_2 w powietrzu a odczynem kory drzew. Porosty epifityczne są więc bardziej narażone na zatrucia niż gatunki rosnące na innych podłożach.

Wymieranie porostów hemerofobnych, reagujących ujemnie na wszelkie przejawy antropopresji, prowadzi do nieodwracalnego ubożenia flory. Znikoma liczba ekosystemów oligohemerofobnych (przekształconych w stopniu nie wywołującym wyraźnych zmian w środowisku) stawia pod znakiem zapytania szansę przetrwania wielu już teraz unikatowych taksonów i tym bardziej zwraca uwagę na bezwzględną konieczność ich ochrony.

Porosty hemerofilne są z kolei uzależnione od antropogenicznych przekształceń. Głównymi czynnikami przyczyniającymi się do ich rozprzestrzeniania są:

- transport substratów (głazów, żwiru) wraz z rosnącymi na nich plechami,
- tworzenie nowych podłoży (cement, zlepierce),
- zmiana form i częstotliwości występowania naturalnych podłoży (np. drewno w budownictwie),
- tworzenie nowych siedlisk (aleje przydrożnych drzew, sady),
- zmiany w naturalnych siedliskach prowadzące do eliminacji jednych gatunków i faworyzowania in-

nych, lepiej adaptujących się do życia w przekształconym środowisku.

Analogicznie do klasyfikacji roślin synantropijnych wśród porostów hemerofilnych można wyróżnić apofity i antropofity. Apofity to gatunki rodzime, trwale zdomowione na siedliskach antropogenicznych lub przejściowo zawleczone, zwykle z najbliższego otoczenia. Do antropofitów należą gatunki obcego pochodzenia. Podział ten oparty jest w zasadzie na stosunkach obecnych, ponieważ danych o występowaniu tak ujętych grup w czasach dawnych istnieje bardzo niewiele, a jednocześnie są one niepełne i często niepewne.

Biologiczne podstawy ekspansji hemerofilnych porostów są nie do końca wyjaśnione. W odróżnieniu od synantropijnych roślin ich skala ekologiczna wcale nie jest szeroka. Większość ma ścisłe wymagania co do siedliska. Zazwyczaj są heliofitami i unikają zacienionych stanowisk; wiele jest również higrofitami. Powszechnym zjawiskiem jest nitrofilia. Dotyczy to szczególnie porostów epifitycznych (np. z rodzaju *Xanthoria* — złotorost; ryc. 1, *Physcia* — obrost). Wzbogacenie podłoża w azot bardzo często towarzyszy działalności człowieka i podobnie jak w przypadku roślin wyższych to właśnie nitrofity są jednymi z pierwszych apofitów wśród porostów. Na naturalnych stanowiskach występują one na dobrze nasłonecznionych pniach i konarach drzew, których kora wzbogacana jest w azot przez ptasie odchody. Na zantropogenizowanych stanowiskach wypierają one osłabione toksynami i dodatkowo jeszcze zakwaszeniem podłoża hemerofobne epifity.

Działalność ludzka stwarza również wiele możliwości dla epifitycznych (naskalnych), kalciofilnych porostów (np. *Lecanora muralis* — misecznica mura; ryc. 2). Nowe, atrakcyjne siedliska, bogate w CaCO_3 sprzyjają hemerofilnym kalciofitom, tym bardziej że mają zdolność buforowania kwaśnych zanieczyszczeń.

Najmniej liczne wśród apofitów są porosty epigeiczne (naziemne), humusofilne. Wypierane są one z naturalnych stanowisk głównie wskutek stosowania nowoczesnych metod w leśnictwie, takich jak przykładowo oranie ściółki. Tylko niektóre spośród nich zdołały przystosować się do nowych siedlisk (np. *Peltigera didactyla* — pawężnica drobna) i rosną nawet na sterylnym, nagim podłożu.



Ryc. 1. Złotorost ścienny *Xanthoria parietina* — porost hemerofilny o plesze listkowatej. Fot. B. Bosiacka



Ryc. 2. Misecznica murowa *Lecanora muralis* epilityczny hemerofil o plesze skorupiasto-listkowatej. Fot. B. Bosiacka

Trudna do zidentyfikowania grupa porostowych antropofitów jest uboga w gatunki, a historia ich poszczególnych wędrówek jest znana tylko w ogólnym zarysie. Przykładem jest *Melanelia acetabulum* — tarczownica kielichowata, epifit o plesze listkowatej. Przybyła ona do Polski z południa Europy, gdzie występuje w naturalnych zbiorowiskach leśnych. U nas zasiedliła pnie przydrożnych drzew. Pojawia się też sporadycznie w Skandynawii na podobnych, wtórnych siedliskach.

Wspólną cechą hemerofilnych porostów jest zdolność do intensywnego rozmnażania się wegetatywnego poprzez izydia i soredia oraz fragmentację plechy. Duża reproduktywność niewątpliwie sprzyja ich ekspansji. Wiatr przenosi soredia na duże odległości, izydia i kawałki plech w skali bardziej lokalnej są roznoszone np. przez ptaki, które używają ich do budowy gniazd. W porównaniu z roślinami wyższymi łatwiej jest porostowym diasporom natrafić na właściwe im mikrosiedlisko, co pomaga im przetrwać naj-

trudniejszy, inicjalny okres rozwoju. Tempo rozwoju w przypadku omawianej grupy porostów jest stosunkowo szybkie. Już na 2-3-letnich murkach i drzewkach zaobserwować można dobrze rozwinięte plechy hemerofili. Jest to wyjątkowe zjawisko wobec wielu innych porostów, których przyrost wynosi w skrajnych przypadkach np. 0,25 mm rocznie u *Rhizocarpon geographicum* — wzorca geograficznego, czy zaledwie 0,004 mm/rok u *Umbilicaria cylindrica* — kruszownicy zwyczajnej.

Powyższe właściwości oraz wymagania ekologiczne sprawiają, że posiadająca je grupa porostów znalazła sprzyjające warunki do rozwoju w środowisku przekształconym przez człowieka. Porosty hemerofilne, jako nieliczne nam towarzyszące, zasługują na uwagę i dalsze badania ich biologii. Być może rzucą one więcej światła na przyczyny odporności tych ogólnie wrażliwych organizmów na toksyny, zapylanie i inne raptowne zmiany będące wynikiem ludzkiej aktywności. Obecność hemerofili w naszym otoczeniu nie rekompensuje jednak i nie umniejsza strat, jakie przynosi eksterminacja gatunków hemerofobnych. „Czerwona lista porostów zagrożonych w Polsce” obejmuje aktualnie 602 gatunki, co stanowi ok. 40% wszystkich znanych taksonów z terenu kraju. Powszechne ubożenie lichenoflory w miastach i ośrodkach przemysłowych traktuje się już jako stałą cechę tych środowisk. Niezwykle niepokojące jest tempo znikania porostów z terenów leśnych i górskich. Należy pamiętać, że ich wymieranie jest z reguły pierwszym ostrzeżeniem o pojawieniu się niekorzystnych dla całych biocenoz zmian i zarazem sygnałem do podjęcia działań zmierzających do zapobiegnięcia ich destrukcji.

Wpłynęło 12 III 1997

mgr Beata Bosiacka, asystent, Katedra Taksonomii Roślin i Fito-geografii, Wydział Nauk Przyrodniczych, Uniwersytet Szczeciński

DROBIAZGI

Kogo społeczność biologów typowała do Nobla 1998?

Postęp nauk biomedycznych jest tak szybki, że każdego roku Komitet Nagrody Nobla staje przed trudnym wyborem, a wiele różnych organizacji i mediów próbuje przewidzieć jego ostateczny werdykt. Jednym z organizatorów konkursu na wytypowanie tegorocznego laureata w dziedzinie fizjologii i medycyny było najpopularniejsze biologiczne czasopismo internetowe, ochrzczone na cześć okrętu, którym Karol Darwin popłynął na Galapagos *HMS Beagle* (<http://biomednet.com.hmsbeagle> — polecam wszystkim przyrodnikom, dostęp bezpłatny). Na konkurs, w którym nagrodą za trafne wytypowanie kandydata była replika zeszlowiecznego mikroskopu Zeissa, napłynęło około 300 odpowiedzi. W pierwszej dziesiątce uczonych, którzy otrzymali najwięcej głosów, znalazł

się tegoroczny laureat, Robert Furchgott, chociaż dopiero na dziesiątym miejscu.

Dr Tabitha M. Powledge w numerze 41 *HMS Beagle* przedstawia sylwetki tych, którzy otrzymaliby nagrodę Nobla, gdyby decydowała o tym młodsza społeczność biologów, a nie Komitet Szwedzkiej Akademii. Warto się dowiedzieć, kogo za najwybitniejszych uważają ci, którzy są na tyle młodzi duchem, że za pomocą internetu włączają się w globalne dyskusje naukowe. Za tym artykułem przytaczamy listę typowanych i ich krótkie charakterystyki, mając nadzieję, że przynajmniej niektórzy uczeni tu wymienieni zostaną noblistami w latach następnych.

Na liście czytelników *HMS Beagle* znaleźli się, w kolejności uzyskanych głosów:

1. Lee Hartwell
2. Paul Nurse
3. Judah Folkman

4. Bert Vogelstein
5. Mario Capecchi
6. Eric Kandel
7. Andrew Wyllie
8. Alfred Knudson
9. Salvador Moncada
10. Robert Furchgott

Oto kim, w telegraficznym skrócie, są potencjalni nobliści:

1. **Lee Hartwell**, dyrektor Centrum Badań nad Rakiem im. Freda Hutchinsona w Seattle, laureat nagrody Laskera za przełomowe prace nad cyklem komórkowym i odkrycie „genów wartowniczych” (*checkpoint genes*, genów kontrolujących wchodzenie komórki w cykl komórkowy). Należą do nich geny hamujące rozwój nowotworów, których uszkodzenie prowadzi do rozwoju raka.

W wywiadzie dla *HMS Beagle* Hartwell powiedział: „Interesując się biologią człowieka starałem się znaleźć podstawowe pytania i rozwiązywać je w systemach modelowych, np. drożdżach. Ale ludzie się krzyżują. Każdy człowiek jest inny, cechujemy się niezwykłą różnorodnością genetyczną. Tymczasem modelowe organizmy są genetycznie jednorodne i zmieniamy w nich tylko po jednym genie. Jest to bardzo skuteczna technika ze względu na swą prostotę, ale jeżeli chcemy zrozumieć człowieka, musimy powielić różnorodność”.

Przedmiotem zainteresowań Hartwella jest obecnie pytanie, co w konstrukcji systemów biologicznych umożliwia im funkcjonowanie pomimo ich zmienności? Jak wiele zmienności może system tolerować, zanim nie doprowadzi ona do patologii lub śmierci? Z badań Hartwella wiemy, że wiele uszkodzeń swego aparatu powielania DNA komórki mogą tolerować, ponieważ posiadają mechanizmy sprawdzania i naprawy tych uszkodzeń.

2. **Paul Nurse**, również pionier badań nad cyklem komórkowym i zdobywca nagrody Laskera, jest szefem Imperial Cancer Research Fund w Londynie, ale zarzeka się, że co najmniej połowę czasu spędza eksperymentując w laboratorium. W laboratorium Nurse'a odkryto te same zasadnicze geny cyklu komórkowego drożdży, jak w grupie Hartwella, ale w innym typie drożdży, a następnie odkryto ich ludzką wersję, CDC2 i zlokalizowano je na chromosomie 10.

W wywiadzie dla *HMS Beagle* Nurse powiedział: „Było rzeczą uderzającą i nieoczekiwaną, że mechanizm odkryty w drożdżach okazał się uniwersalny, wykorzystywany przez wszystkie żyjące istoty, a także mający znaczenie medyczne, zwłaszcza w walce z rakiem. Jest to jeszcze jeden przykład jak inspirowane ciekawością badania biomedyczne mogą często rozjaśnić problemy wcześniej niewyobrażalne”.

3. **Judah Folkman**, lekarz i biolog komórkowy z Szpitala Dziecięcego w Bostonie jest osobą szeroko znaną, chociaż uważaną za kontrowersyjną. W maju tego roku trafił do mediów, startując na pierwszej stronie *New York Times*, gdzie opisano pozytywne wyniki jego badań nad zahamowaniem wzrostu guzów nowotworowych u myszy. Od ćwierć wieku Folkman para się problemami tworzenia naczyń kapilarnych czyli angiogenezy, jednak przez większą część tego czasu spotykał się z lekceważeniem. Obecnie jednak

ogólnie uznano jego odkrycie, że guzy mogą rosnąć i rozwijać się, ponieważ wymuszają na organizmie tworzenie nowych naczyń kapilarnych, które wnikają do guza i zapewniają jego odżywianie. *New York Times* podał, że w laboratorium Folkmana z sukcesem użyto inhibitorów wzrostu, naczyń, angiostatynę i endostatynę, aby wstrzymać dopływ krwi do guzów u myszy: w ten sposób zahamowano wzrost nowotworu i doprowadzono do zniszczenia już istniejącego raka. Inhibitory angiogenezy są mniej toksyczne niż leki standardowe i działały doskonale we wszystkich przypadkach, niszcząc raka u 100% myszy.

Jak dotąd żaden człowiek nie był leczony tymi inhibitorami, stąd też nie wiemy nic o ich skuteczności i skutkach ubocznych. Chociaż w artykule w *New York Times* były pewne zastrzeżenia, wzbudził on niesłychane zainteresowanie. Wiele osób uwierzyło, że nareszcie odkryto wymarzony lek przeciw rakowi i oblegało lekarzy żądając jego zastosowania. Pewna pacjentka domagała się nawet leku dla swego kota. Pierwsze próby kliniczne rozpoczną się na kilku pacjentach w przyszłym roku.

4. **Bert Vogelstein** jest szefem pracowni badawczych Instytutu Medycznego Howarda Hughesa na Uniwersytecie Johna Hopkinsa w Baltimore. Jest najbardziej cytowanym uczonym na świecie za swoje prace dotyczące genów hamujących nowotwory. W latach 1990-1997 jego 190 prac zebrało prawie 28 000 cytatów.

Wysoka liczba cytowań może oznaczać, że badacz jest gigantem, na którego barkach stają inni uczeni, ale nie oznacza to, że Komitet Noblowski podziwia naukowe mięśnie naramienne. Z listy najbardziej cytowanych uczonych w latach 1990-1996 tylko David Baltimore, zajmujący piąte miejsce, zdobył nagrodę Nobla. Zmniejszenie znaczenia wpływu na naukę, mierzonego liczbą cytowań, w zdobywaniu nagrody Nobla, jest jednak trendem ostatnich lat. Laureaci Nagrody Nobla przeważają na wcześniejszych listach najbardziej cytowanych uczonych.

5. **Mario Capecchi** jest profesorem Uniwersytetu Utah w Salt Lake City. Jest on wynalazcą celowanej wymiany genów, techniki inżynierii genetycznej, która zrewolucjonizowała genetykę ssaków. Capecchi jest intelektualnym ojcem olbrzymiego potomstwa myszy knockoutowanych.

Poza tworzeniem myszy na zamówienie („Można to rozrysować na papierze”) Capecchi rozwija technologię, która raz jeszcze może zrewolucjonizować genetykę. Chce mianowicie wynaleźć metody sterowania genami w czasie, aby móc wyłączać geny w pewnym okresie rozwoju, obserwować efekt wyłączenia, a następnie znów geny te aktywować i obserwować skutki tego w dalszym życiu. Myśli również o regulowaniu genów wyłącznie w określonych tkankach, a następnie o połączeniu regulacji genów w czasie i przestrzeni.

Jakby tego było mało, Capecchi myśli również o kontroli siły ekspresji genu. Porównuje on ten proces do regulowania napięcia przy pomocy opornicy. W jego pracowni bada się również geny HOX, sterujące planami budowy organizmów wielokomórkowych. „Istnieje 39 genów w tej grupie, i zbadanie interakcji ich wszelkich możliwych kombinacji zapewni nam robotę na 20-30 lat” zauważa Capecchi.

6. **Eric Kandel** jest profesorem Columbia University, obecnie organizuje tam międzydyscyplinarne Centrum Myśli, Mózgu i Pamięci. Jest autorem dwóch najbardziej uznanych podręczników neurobiologii, w tym „The Principles of Neural Sciences”, biblii studentów neurologii i neurobiologii. Dzięki Kandelowi neurobiologia w ostatnich dziesięcioleciach osiągnęła więcej niż w całej swej przeszłej historii. Kandel opisał całościowo działanie prostego systemu neuronalnego (u morskiego ślimaka, apłyzji) i był pionierem biologiczno-molekularnego podejścia do zagadnień uczenia i pamięci. W maju 1998 r. opublikował wraz z kolegami odkrycie genów kodujących rodzinę kanałów jonowych odpowiedzialnych za regulację rytmów. Są to geny kanałów regulujących rytmikę skurczów serca, ruchów oddechowych, snu i czuwania i percepcji zmysłowej.

7. **Andrew Wyllie**, twórca terminu „apoptoza” i pionier badań nad programowaną śmiercią komórki, przeniósł się właśnie z Uniwersytetu Edynburga do Cambridge. Jego zdaniem badania nad apoptozą są godne Nagrody Nobla, ponieważ zmieniły nasz sposób myślenia o komórkach i tkankach, leczeniu raka, rozwoju osobniczym, a prawdopodobnie także o zadziwiająco licznej grupie procesów chorobowych, dotychczas przypisywanych innym przyczynom. Willie uważa, że Nagrodą Nobla za badania nad apoptozą powinni się podzielić Robert Horvitz z Massachusetts Institute of Technology, Stanley Korsmeyer z Instytutu Raka Dana-Farber, Peter Krammer z niemieckiego Centrum Badań Raka w Heidelbergu, Shigekazu Nagata ze Szkoły Medycznej Osaka University i Suzanne Cury z Walter and Eliza Hall Institute. Wyllie jest najbardziej znany z wyjaśnienia mechanizmu apoptotycznej fragmentacji DNA działaniem endonukleaz.

8. **Alfred Knudson**, były dyrektor Fox Chase Cancer Center w Filadelfii, obecnie współkierownik Grupy Roboczej Genetyki Raka w National Cancer Institute. W tym roku uzyskał nagrodę Laskera za swoje badania kliniczne. Jest twórcą „hipotezy dwóch trafień”, tłumaczącej dlaczego niektóre z identycznie wyglądających raków są dziedziczne, a inne nie.

Zajmujący miejsca 9 i 10, **Salvador Moncada** i **Robert Furchgott** pracowali nad tlenkiem azotu, wykazując, że gaz ten jest cząsteczką sygnałową w układzie krążenia. Nagrodę Nobla uzyskał znajdujący się na dziesiątym miejscu w rankingu 82-letni Robert Furchgott, emerytowany profesor Centrum Nauk o Zdrowiu SUNY Downstate czyli Uniwersytetu Stanu New York w Brooklinie, dzieląc nagrodę z Feridem Muradem z Uniwersytetu Teksasu i Louisem Ignarro z Uniwersytetu Kalifornii w Los Angeles.

Niewątpliwie Moncada, obecnie kierujący Wolfson Institute for Biomedical Research w University College w Londynie powinien partycypować w Nagrodzie Nobla. Ma on niewątpliwie pecha, został bowiem również pominięty w nagrodzie Laskera, przyznanej w zeszłym roku za badania nad tlenkiem azotu, która przypadła dwóm tegorocznym noblistom: Furchgottowi i Muradowi. Wówczas Furchgott stwierdził w wywiadzie, że „Moncada uczynił równie wiele dla rozwoju tych badań, jak my obaj, a może nawet więcej”.

Najbardziej cytowana jest praca Moncady i współpracowników z 1987 r., udowadniająca, że tlenek azotu jest śródbłonkowym czynnikiem rozkurczającym

naczynia (EDRF). Moncada jest od ponad dwudziestu lat jednym z najbardziej cytowanych uczonych w dziedzinie nauk biomedycznych. W liście za lata 1990-1997 zajmuje drugie miejsce, z ponad 20 000 powołaniami na jego 342 prace. Ustępuje tylko omówionemu wyżej Vogelsteinowi.

Sam Moncada w wywiadzie dla *HMS Beagle* uprzednie stwierdził tylko, że cieszy się, że prace nad tlenkiem azotu zostały docenione nagrodami Laskera i Nobla, ponieważ są one niesłychanie ważne, i że jest szczęśliwy, że prace jego grupy okazały się bardzo istotne dla postępu na tym polu. W Instytucie Wolfsona kieruje międzydyscyplinarnymi badaniami nad przewlekłymi schorzeniami degeneracyjnymi, zwłaszcza układu krążeniowego i nerwowego. Są to podstawowe badania w dziedzinie biologii i chemii, mające na celu wyjaśnienie przyczyn chorób i stworzenie prototypów zwalczających je leków.

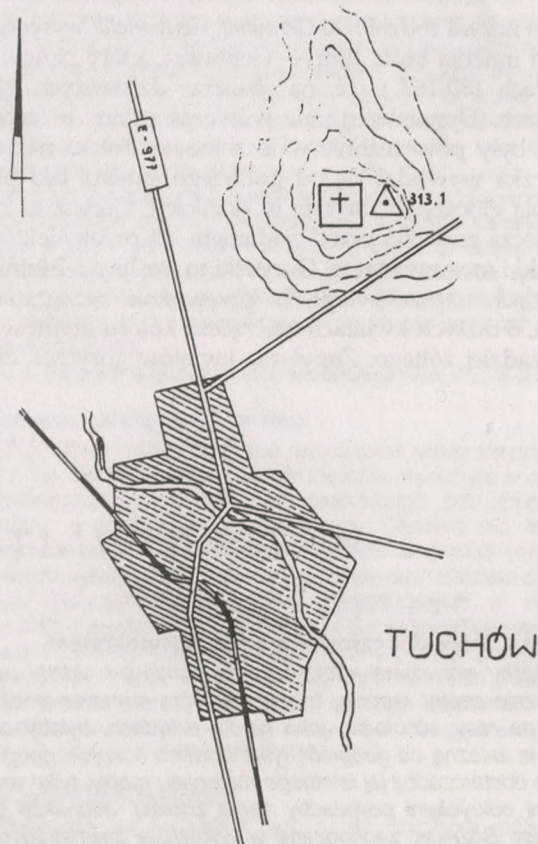
Dziesiątym na liście jest wreszcie jeden z tegorocznych noblistów, Robert Furchgott.

HMS Beagle 1998, nr 41

J. Latini

Nowe stanowisko goryczki orzęsionej *Gentiana ciliata* (L.) Borkh. w Tuchowie na Pogórzu Ciężkowickim

Jedną z najatrakcyjniejszych grup roślin, jakie rosną w naszym kraju, są goryczki. W Polsce rośnie ich 17 gatunków i wszystkie są objęte ochroną prawną. Ła-



Ryc. 1. Lokalizacja stanowiska goryczki orzęsionej w miejscowości Tuchów



Ryc. 2. Goryczka orzęsiona *Gentianella ciliata* (L.) Borkh. Fot. Paweł Nabożny

cińska nazwa rodzajowa *Gentiana*, *Gentianella* wywodzi się od imienia króla Ilirii — Gentiusza, który panował w latach 180-167 p.n.e. na obszarze dzisiejszych Alp Julijskich (Dynarskich) i już wówczas rośliny te stosowane były powszechnie w lecznictwie. Polska nazwa goryczka wywodzi się od gorzkiego smaku, jaki powodują glikozydy zawarte w tkankach. Gorycz ta zabezpiecza goryczki przed zjadaniem ich przez niektóre ślimaki i inne zwierzęta. Goryczki to rośliny 1-2-letnie, o liściach naprzeciwległych, przeważnie bezogonkowych, o dużych kwiatach najczęściej koloru szafirowego, rzadziej żółtego. Zapylenia kwiatów goryczek do-

konują przeważnie błonkówki. Kwiaty goryczek odznaczają się dużą wrażliwością na zmiany temperatury i reagują na nie zamykaniem lub otwieraniem się (u niektórych gatunków wystarczy obniżenie się temperatury o 0,5°C). Owocem jest torebka. Nasiona są bardzo lekkie i rozsiewane przez wiatr, wymagają do kiełkowania przemarznięcia oraz obecności światła, jak również odpowiednich symbiontów grzybowych. U większości przedstawicieli rodzaju *Gentiana* i *Gentianella* skrobia w tkankach jest zastąpiona cukrem, który zapobiega zamarzaniu soku komórkowego, zwiększając w ten sposób odporność goryczek na wiosenne przymrozki.

W 1996 roku w miejscowości Tuchów (województwo tarnowskie) znaleziono imponujące stanowisko goryczki orzęsionej *Gentianella ciliata* (L.) Borkh. Ten chroniony prawem gatunek rośnie tutaj na wzgórzu 313,1 m n.p.m. położonym na północ od centrum Tuchowa. Na tym wzgórzu znajduje się cmentarz wojenny nr 163 z okresu I wojny światowej. Goryczki rosną tutaj na zboczu opadającym w kierunku zachodnim, o nachyleniu 30° (ryc. 1).

Goryczka orzęsiona *Gentianella ciliata* (L.) Borkh. jest byliną dorastającą do 30 cm wysokości o liściach równowąsko-lancetowatych. Łodyga wyrasta z cienkiego kłącza, od którego odchodzą kruche i nitkowate rozłogi. Na szczycie łodygi oraz w kątach najwyższych liści mieszczą się czterokrotne kwiaty. Kielich jest dzwonkowaty o ząbkach równowąsko-lancetowatych. Korona do 55 mm długości, koloru intensywnie niebieskiego, rzadziej białego, podzielona jest na szeroko rozpostarte, łopatkowate łatkę, o brzegach głównie u podstawy charakterystycznie postrzępionych i frędzelkowato orzęsionych. Okres kwitnienia VII-IX. Rośnie na suchych łąkach, słonecznych zboczach i w zaroślach, przeważnie na podłożu wapiennym. W Polsce jest częsta w Karpatach i w południowej części niżu. Jej północna granica występowania w naszym kraju przebiega mniej więcej po linii Kielce — Zamość.

Nowo odnalezione stanowisko goryczki orzęsionej w Tuchowie na Pogórzu Ciężkowickim ze względu na imponującą ilość tego chronionego i rzadkiego gatunku zasługuje na objęcie go formą ochrony jako użytk ekologiczny.

Ryszard Kozik, Paweł Nabożny

WSZECHŚWIAT PRZED 100 LATY

Klimat a charakter człowieka według Hipokratesa

Jeżeliby przyczyną różnorodności pomiędzy ludźmi były wyłącznie cechy rasowe, to jest te, które stanowią podział ludzi na rasy, etnologia, jako nauka o ludach, byłaby całkowicie zależną od geografii; tylko bowiem odkrycia geograficzne dostarczałyby jej istotnego materiału mogły, tylko wraz z temi odkryciami powstałaby sama etnologia. Jednakże tak nie jest. Bóźnie, zachodzące w wyglądzie zewnętrznym i usposobieniu wewnętrznym ludzi, w ich umysłowym uzdolnieniu i charakterze, w sposobie życia i obyczajach, nawet w obrębie jednej rasy należą do zjawisk, które same przez się uderzają w oczy i zwracają na siebie ogólną uwa-

gę. Choć przeto dociekanie przyczyn tej różnorodności na drodze spostrzeżeń i badań naukowych wymagało już znacznego przygotowania i wyrobienia umysłowego, nie później wszakże jak w wieku V przed erą naszą, już się one rozpoczynają, wprawdzie tylko w Grecji. Dość jest, by się o tem przekonać, poznać księgę Hipokratesa (460—377): *O powietrzu, wodach i okolicach*.

„Są w Europie plemiona, różniące się między sobą tak wzrostem i kształtami, jakoteż i męstwem (pod męstwem pojmuje tu autor, jak sądzę, własności psychiczne). Lud, zamieszkujący okolice górskie, skaliste, wyniosłe i w wodę obfitujące, gdzie zmiany pór roku bywają bardzo wyraźne i

rozmaite, odznacza się zazwyczaj wysokim wzrostem, wyposażony z natury zdolnością do ponoszenia trudów i walecznością; niemniej przecież ludzie tego rodzaju bywają charakteru gwałtownego i dzikiego. Ludność znowu, żyjąca w okolicach niskich położonych, w łąki obfitujących, w pamiłach dolinach, nawiedzanych częściej wiatrami ciepłymi, aniżeli zimnymi, używająca za napój wody także ciepłej, nie bywa ani wysokiego wzrostu, ani prawidłowej budowy, lecz z urodzenia już wszedź rozrostła, mięsista, o czarnych włosach, cery czarnej raczej niż białej, żółciowego bardziej, aniżeli flegmatycznego usposobienia. Natura nie obdarzyła tych ludzi równym stopniem waleczności ni pracowitości: wszelako powołane w pomoc odpowiednie prawa i zwyczaje mogłyby rzeczono własności w nich wykształcić. Mieszkańcy wyżyn równych (płaskowzgórzy), wiatrem nawiedzanych i obfitujących w wodę, są wysokiego wzrostu, o kształtach prawie sobie równych, trwożliwego i łagodnego usposobienia; mieszkańcy zaś okolicy jałowej, nagiej i bezwodnej, gdzie zmiany pór roku różnym ulegają wahaniom, muszą mieć i ciało suche, napięte, cerę żółtą raczej niż czarną, charakter popędliwy, samowolny i uparty. (Autor, się znając czarnych murzynów i żółtych Mongołów, wyrazów tych używa dla oznaczenia odcieni tylko cery białej, nie zaś koloru skóry, stanowiącego podstawę obecnego podziału ludzi na rasy). Najbardziej też wpływają rzeczono dopiero stosunki na zmianę natury człowieka; zacem idzie grunt ziemi, z której człowiek czerpie swą żywność, wreszcie woda do użytku służąca. Jakoż w ogólności z naturą miejscowości idą w parze zawsze tak zewnętrzne kształty, jakoteż i wewnętrzne usposobienie ludności. Gdzie przeto gleba tłusta, pulchna, nawodniona, gdzie źródła bardzo płytkie, tak, że woda ich ciepła w lecie a zimna w zimie, gdzie pory roku względnie odpowiednie, tam też i skład ciała mieszkańców bywa miększy, wilgotny, o wygładzonych stawach, niezdołny do znoszenia trudów znojących, zaś umysły ich najczęściej płytkie; gnuśność i ospałość panują nad nimi; w zakresie sztuk pięknych są ciężcy, bez polotu i bystrości. W miejscowości znowu nagiej, nieośnieżonej, skalistej, przez mrozy ściskanej zarówno jak przez upały prażonej, bywa lud szczupły, silny, o wyraźnych stawach, jędmny i bujnie porośnięty. Pracowitość, bystrość i czujność znamionują tych ludzi, zarazem duma z uporem obok zapalczywości, przeważające nad łagodnością charakteru; w sprawie sztuk pięknych są daleko bystrzejsi i pojętniejsi od tamtych, a na wojnie waleczniejsi. Wszystkie także płody tutejsze odpowiadają własnościom takiej ziemi¹.

J. Radliński. Hipokrates i nowy zwrot w etnologii. Wszechświat 1898, 17, 769 (4 XII)

Człowiek, przyroda i bagna pontyjskie

Walka zaborcza człowieka z przyrodą postępuje nader szybkim krokiem. W Europie—mówimy, rzecz oczywista, o Europie zachodniej i środkowej—stosunki naturalne pomiędzy zbiorowiskami roślinnymi stają się już prawdziwą rzadkością; i w innych częściach świata życie ludzkie kładzie coraz to wyraźniejsze piętno na stosunkach, w szacie roślinnej zachodzących. Za pewne kryterium sądu bierzemy tu szatę roślinną, albowiem flora, składając się z istot, nie obdarzonych swobodą ruchu, bardziej jest od świata zwierzęcego niezmienną i trudniej działaniom wszelkich wpływów podlega; przeto zmiany, w niej zachodzące, mogą dostarczyć poważnych wskazówek w tym względzie.

Mylne byłoby przypuszczenie, że dopiero na wyższym szczeblu rozwoju cywilizacyjnego człowiek zaczyna w znacznym stopniu oddziaływać na otaczającą go przyrodę. Przykład działania w wysokim stopniu niszczącego dają nam już barbarzyńskie ludy pasterskie, koczujące na przestrzeniach stepowych: w celu prędszego otrzymania nowej bujnej roślinności, nieraz wypalają stepy z nadejściem skwarego lata, które starą szatę roślinną wysuszy; toż samo czynią niekiedy gromady wiejskie dla względów odmiennych, wypalając mianowicie zapomocą ognia zwierzęta stepowe i wpędzając do miejsc osaczonych.

Jakkolwiek ogień nie jest w stanie zupełnie wysterylizować gruntu, albowiem w jego warstwach głębszych nietknięte po-

zostać mogą znaczne nawet ilości nasion, korzeni i kłączy, z których nowe rośliny powstaną,—jednakże flora ulega niekiedy tak gruntownemu zniszczeniu, że po pożarze zupełnie się nowa ukazuje roślinność, znacznie od poprzedniej odmienna.

Człowiek osiadły opanowuje ziemię zapomocą uprawy roli; w ten sposób staje się prawdziwym panem szaty roślinnej, którą sam według potrzeb właściwych urabia; stosunki naturalne znikają wówczas bez śladu, ustępując miejsca zbiorowiskom, których życiem bezpośrednio kieruje już ręka człowieka.

Lecz i tutaj ogień poprzedza pochod człowieka, ogień otwiera mu drogę, po której łatwiej już może kroczyć w dalszym ciągu, odrzucając leśmieszowi skiby nigdy jeszcze niekniętej ziemi. Tak osadnik amerykański wypala przestrzeń lasu wokół i ułatwiwszy sobie w ten sposób dostęp do ziemi, może dopiero pomyśleć o jej uprawie.

Plug tedy jest pionierem tej walki zaborczej, którą cywilizacja toczy z przyrodą; w pewnych razach, musi sobie uprzednio ogniem drogę torować. Niekiedy jednak i płomień nie może leśmieszowi drogi otworzyć; wówczas człowiek staje bezsilny, chce swą wytrwałością przeszkody pokonać, lecz ginie, jak wędrowiec zbłąkany, co się dał światłu ognika błędnego zawieść — ginie w otchłani wyziewów śmiertelnych, bo te miejsca, to są bagniska. I po wielu próbach nieudanych omija je, jako źródła zarazy i uważa za miejsca przeklęte.

W drugim razie walka z przyrodą nie należy do zadań łatwych, bo i stara Europa dotychczas uporać się z bagniskami nie zdołała. W jednym z ognisk najdawniejszej cywilizacji europejskiej pod uroczym niebem włoskim znajduje się dotychczas wielka przestrzeń, dziedziną pustki i śmierci będącą—sławne bagna Pontyjskie.

Ciągła się one na południe od Rzymu, wzdłuż wybrzeża morskiego, zajmując szmat kraju na 6 mil długi i na 1 1/2 szeroki. Początek tych bagien ukryty jest w pomroce dziejów odległej starożytności; Pliniusz podaje, że kiedyś miały tu być liczne miasta, które następnie przez wojny były zniszczone i upadły ostatecznie skutkiem zgubnego klimatu okolicy.

W każdym razie już w czasach starożytnych bagna Pontyjskie były plamą pięknej Italii i już wówczas usiłowano się ich pozbyć. Appiusz Klaudyusz, twórca słynnego traktu, noszącego jego imię, poraz pierwszy powziął na wielką skalę obmyślany plan osuszenia tych bagnisk; jego następcy ponawiali to przedsięwzięcie. Oryginalny projekt miał Cezar, chciał bowiem tedy skierować koryto Tybru, lecz nagła śmierć nie pozwoliła mu nawet się zabrać do wykonania projektu. Cesarze rzymscy też budowali tu liczne kanały, lecz ciągle wojny i zaburzenia niszczyły pracę rozpoczętą, tamując osiągnięcie jakichkolwiek rezultatów. Także los spotykał plany, podejmowane w wiekach średnich przez papieży. Nawet nauka czasów najnowszych nie mogła poradzić sobie z temi bagnami.

Edw. S. (Strumpf) Bagna pontyjskie. Wszechświat 1898, 17, 776 (4 XII)

Pierwsze zwierzęta germ-free

Zapomocą nader złożonych przyrządów udało się pp. Nuttall i Thierfelder hodować świnki morskie, wydobyte w czasie odpowiednim zapomocą cięcia cesarskiego, bez obecności bakterij w przewodzie pokarmowym. Okazało się, wbrew przypuszczeniu Pasteura, że zwierzęta w podobnych warunkach bardzo dobrze żyć mogą. Również okazało się, że część przynajmniej związków aromatycznych w moczu (zgodnie z poprzednimi badaniami Baumanna) nie jest wytworem bakterij. Eksperymenty z jajami ptaków okazały się niemożliwymi, gdyż te są zarażane w przewodach płciowych matki jeszcze przed utworzeniem skorupy wapiennej.

Jan S (Sosnowski) Życie zwierząt ssących bez bakterij w przewodzie pokarmowym. Wszechświat 1898, 17, 814 (18 XII)

Początki fizjologii roślin

Podobnie, jak wszystkie inne nauki, fizjologia roślin jest dzieckiem wciąż rozwijających się potrzeb życiowych. Jak podstawą chemii i fizyki jest przemysł, tak też fizjologia roślin wyrosła na fundamencie, zbudowanym z materiału, którego dostarczyło doświadczenie, zdobyte przy uprawie pól, lasów

i ogrodów. Gdyby nawet nie można było historycznie wykazać tego pochodzenia fizjologii roślin od praktyki życiowej, to w każdym razie pewnym świadectwem prawdziwości twierdzenia powyższego może być część naszej terminologii. Takie wyrażenia, jak : rosnąć, kwitnąć, owocować, szczepić, takie nazwy, jak : liść, pień, korzeń i t. d., nie zostały wynalezione przez botaników, lecz wytworzyły się w praktyce życiowej, a do nauki przeszły z ust ludu.

Pierwsze zaczątki fizjologii roślin znajdujemy u myślicieli greckich, osobliwie zaś Arystotelesa i Teofrasta. Pojęcia tych mędrców nie posiadały jednak podstaw istotnych i dopiero w naszym okresie rozwoju metod indukcyjnych musiały zostać założone nowe. podwaliny nauki o życiu roślinnym.

Żołęciem nauki fizjologii roślin w ogóle, w szczególności zaś fizjologii fizycznej, jest Anglik Stefan Hales w początku XVIII stulecia, gdy tymczasem początki fizjologii chemicznej roślin przypisać należy Holendrowi, Ingenhousowi. Następnie, w połowie bieżącego stulecia, fizjologią roślin uprawiali badacze Francuscy, przede wszystkim zaś mieszkańcy Szwajcarii, Teodor Saussure. Obecnie mają udział w postępie tej dziedziny nauki wszystkie narody cywilizowane.

Charakterystyczną oznaką współczesnego okresu rozwoju nauk przyrodniczych, obfitującego w niesłychanie świetne rezultaty, jest indukcyjna metoda badań oraz zasada podziału pracy. Wiele tysiącleci musiało upłynąć, zanim człowiek doszedł do świadomości tego, że doświadczenie jest podstawą wszechpoznania; a duch ludzki w swojej ułomności, pomimo pojedynczych geniuszów, może dojść do rozwiązania największych zagadnień nauki jedynie na drodze współdziałania wielu sił, w odosobnieniu pracy oddanych.

Co do podziału pracy, to zaznaczył się on w botanice przede wszystkim przez wyróżnienie botaniki opisowej oraz najogólniej pojętego kierunku morfologiczno-fizjologicznego; ten ostatni, doszedłszy do pewnego stopnia umocnienia, stał się poniekąd antytezą kierunku opisowego. W epokowym swym dziele p. t. „Zasady botaniki naukowej”, wydanem w pięćdziesięciolecie wieku naszego, Schleiden zwrócił się z następującymi słowami do systematyków : Minęły już czasy, kiedy uważano za botanika tego, kto znał 6 000 nazw roślin, a za wielkiego botanika — tego, kto ich 10 000 po-

siadał; tak zwana wówczas botanika systematyczna została też wyparta na właściwe swe miejsce — pomocnicy prawdziwej nauki”.

Systematycy zaczęli się jednak odstrzeliwać. Jeden z wybitniejszych przedstawicieli tego kierunku tak wołał do mędzów „prawdziwej nauki”: „Gdyby zebrać wszystko, co pozytywne dali nam dotychczas fizjologowie roślinni, nie wystarczyłoby to zapewne nawet do zapełnienia łupiny orzecha!” Właściwie powiedziawszy, mylili się w tym sporze obie strony, a przyczyną było to, że zamało miano wiadomości w ogóle, oraz zbyt mało wglądano we wzajemną zależność i związek rzeczy. Jak to bywa zazwyczaj, podział pracy spowodował narazie tylko rozdzielenie blisko spokrewnionych dziedzin i dopiero dalszym skutkiem zastosowania powyższej zasady było znów tak naturalne ich połączenie.

J. Wiesner. Stosunek fizjologii roślin do innych nauk. Wszechświat 1898, 17, 817 (25 XII)

Problemy z paranauką

Zdawałoby się, że każdy umysłowo nieupośledzony człowiek, patrząc chociażby tylko na wspaniałe zastosowanie wiedzy przyrodniczej, powinien z całą ufnością przyjmować wyniki badań naukowych, powinien oceniać ważność dociekań uczonych, którzy, ożywieni szczytną ideą, pracują dla dobra ludzkości. Niestety jednak i w naszych jeszcze czasach nawet wśród t. zw. wykształconych wyniki nauki zaufania bynajmniej nie budzą; przeciwnie wielki znajdują u nas posłuch rzeczy, które nauka odrzuca; wierzymy w rozmaite przepowiednie, uczęszczamy na seanse hipnotyczne, a w pismach codziennych nierzadko można wyczytać, z jakim zadowoleniem zaznaczają się wszelkie odkrycia lub wynalazki, dokonane nie przez uczzonego. Z całą naiwnością sądzą ci „wykształceni”, że uprzednie badania naukowe znaczenia tu nie miały i radzi są, że pozomą bezpłodność teorii mogą wykazać. Zagadnienie o końcu świata, o przypuszczalnym spotkaniu ziemi z kometą, jest właśnie jednym z tych pytań, na których tle snują ludzie najfantastyczniejsze poglądy, ignorując ściśle badania.

m. Gór. — D-r Marcin Ernst: „O końcu świata i kometach. Z powodu przepowiedni końca świata na r. 1899.” Wszechświat 1898, 17, 796 (11 XII)

ROZMAITOŚCI

Wymienniki ciepła w ciele ssaków morskich. Optymalna temperatura (t) dla pracy nerwów i mięśni ssaków łożyskowych wynosi około 37°C, natomiast tworzenie i przechowywanie plemników wymaga t około 3°C niższej. Warunki te są spełnione u większości ssaków dzięki temu, że jądra mieszczą się w mosznie, poza jamą brzuszną, zaś tętnica doprowadzająca krew do jąder jest opleciona siecią żylną, w której płynie krew ostudzona w sieci podskórnej moszny. Istnieje więc układ przeciwprądów zapewniający, że t jąder jest niższa od t wnętrza ciała. Metabolizm tkanek płodu ssaka jest zwykle ok. 2 razy intensywniejszy od metabolizmu ciała matki, a wskutek tego płód jest od jej ciała nieco cieplejszy, zaś jak wiemy, np. z badań Mieczysława Lecyka, procesy rozwojowe płodu ulegają łatwo zaburzeniom wskutek przegrzania. Zapobiega im oddawanie w łożysku ciepła krwi płynącej z płodu do krwi matki, która studzi się w skórze brzucha wyraźnie cieplejszej u ciężarnych samic od skóry okrywającej inne partie ciała.

Ssaki morskie mają kształty opływowe, a pod ich skórą leży u większości gatunków gruba warstwa tłuszczu. Pomimo to można było oczekiwać, że położone w głębi ciała

jądra ich samców, jak i macice ich ciężarnych samic zachowują t nieco niższą od t innych narządów. Stało się to bardzo prawdopodobne po zbadaniu niektórych szczegółów budowy układu naczyniowego zwłok ssaków morskich znalezionych na wybrzeżach lub uwikłanych w sieci rybackie, a mianowicie delfina zwyczajnego i niektórych fok. Ostatnio zostało to potwierdzone bezpośrednimi pomiarami t tych zwierząt.

W płaszczyźnie dzielącej płetwę grzbietową delfina na stronę prawą i lewą biegną tętnice zaopatrujące powierzchnię płetwy, oplecione siecią żylną. Ten układ przeciwprądów może zapewnić zaopatrzenie tkanek płetwy w krew bez utraty ciepła. Ponadto płytko pod skórą płetwy grzbietowej znajduje się druga sieć żylna, będąca alternatywną drogą krwi powracającej do serca. Biegnie w niej krew oziębiona z powierzchni płetwy. Regulacja przepływu krwi żyłnej przez te dwie drogi zapewnia zwierzęciu utrzymanie optymalnej t wnętrza ciała. Ponadto istnieje jeszcze jedna możliwość modyfikowania t wewnętrznej. Krew żylna z sieci podskórnej płetwy grzbietowej może płynąć do serca bezpośrednio, lub też kierować się do żył biegnących do

tylnej części jamy brzusznej, gdzie mieści się układ przeciwpławowy, w którym chłodna krew wracająca z płetwy grzbietowej dostaje się do sieci żyłnej splecionej z siecią tętniczą prowadzącą u samca krew do jąder.

W płetwie ogonowej delfina naczynia krwionośne są ułożone bardzo podobnie. Odmienność jest jedynie przebieg tętnic podskórnych tworzących dwie warstwy, grzbietową i brzuszna. Część krwi ostudzonej w płetwie ogonowej kieruje się u samca również do leżącego w sąsiedztwie jąder układu przeciwpławowego.

Taka budowa naczyń krwionośnych istotnie zapewnia utrzymanie t jąder niższej od t pozostałych narządów wewnętrznych delfina. Udało się to stwierdzić dzięki temu, że jelito delfina na pewnym odcinku przebiega blisko jąder. Tresowanym delfinom wprowadzano do jelita grubego serie mierników t , zapisywanej w aparacie przytwierdzonym do ciała zwierzęcia. Okazało się, że t jelita jest wysoka bezpośrednio za odbytem, ale nieco głębiej, w sąsiedztwie jąder jest na krótkim odcinku wyraźnie niższa. Różnica między mierzonymi t powiększa się po energicznym pływaniu zwierząt. T mięśni się wówczas podnosi, a t odcinka chłodzonego opada.

U samic delfinów istnieją bardzo podobne wymienniki ciepła ochraniające przed przegrzaniem macicę. U młodych niedojrzałych samic są one słabo wykształcone, rozwijają się bardzo silnie podczas ciąży, zaś po porodzie się redukują.

Foki nie mają płetw grzbietowych, zaś chłodzenie ich wnętrza ciała zapewniają powierzchnie płetw kończyn tylnych. Wymienniki ciepła samców i samic ochraniające narządy rozrodcze fok są inaczej zbudowane niż wymienniki ciepła waleni, mają one bowiem raczej budowę zatok żylnych niż sieci. Zatoki te otaczają układ rozrodczy, izolując go od otaczających mięśni. Wahanie t wewnętrznej fok bywają bardzo znaczne. U nurkujących fok stwierdzono obniżenie t okolicy nerek o 10°C .

American Scientist 1998, 86 (5): 440-447

H.S.

Nagrody nienobliwe. Słowo „noble” oznacza: szlachetny, godny. Przeciwnieństwem „noble” jest „ignoble”. Przez analogię przeciwieństwem nagrody Nobla mogłaby być nagroda Ignobla. I tak się też stało, od ośmiu lat w Uniwersytecie Harvarda wręczane są corocznie nagrody Ig Nobla. Tegoroczna ceremonia była sponsorowana przez czasopismo *The Annals of Improbable Research* (Roczniki Badań Nieprawdopodobnych) i wspierana przez Harvard Computer Society, Harvard-Radcliffe Science Fiction Association, Marca Abrahamsa, wydawcę książki „The Best of Annals of Improbable Research” (W.H. Freeman, ISBN 0716730944, 14.95 USD) i firmę Manco, wytwórcę taśmy izolacyjnej, z której wykonano strój ochronny przeciw niedźwiedziom (nagroda Ig Nobla z zakresu bezpieczeństwa pracy). Odbyła się ona 8 października 1998 w Sanders Theater Uniwersytetu Harvarda. Uczestniczyło w niej około 1200 osób, wśród których znajdowało się czterech laureatów prawdziwej nagrody Nobla. Uroczystość można było śledzić w Internecie.

Nagrody Ig Nobla są przyznawane za badania, „których nie można lub nie należy powtórzyć”.

W poszczególnych kategoriach laureatami zostali:

BEZPIECZEŃSTWO PRACY: Troy Hurtubise z North Bay, Ontario, za skonstruowanie i osobiste wypróbowanie ubioru ochronnego przeciw niedźwiedziom grizzli

BIOLOGIA: Peter Fong z Gettysburg College, Gettysburg, Pennsylvania, za zasługi w uszczęśliwianiu małż przez podawanie im prozaku, opisane w publikacji: *Wywołanie i nasilenie porodu u małż paznokciowych Sphaerium striatinum przez selektywne inhibitory wychwyty serotoniny* [P.F. Fong, P.T. Huminski, L.M. D'urso: Induction and Potentiation of Parturition in Fingernail Clams (Sphaerium striatinum) by Selective Serotonin Re-Uptake Inhibitors (SSRIs), Journal of Experimental Zoology, vol. 280, 1998, pp. 260-64.]

POKÓJ: Premier Indii, Shri Atal Bihari Vajpayee i premier Pakistanu, Nawaz Sharif, za agresywnie pokojowe wybuchy bomb atomowych

CHEMIA: Jacques Benveniste, Francja, za swe homeopatyczne odkrycie, że woda nie tylko posiada pamięć, ale że informacje tam zawarte można transmitować przez telefon i internet. Praca: *Transatlantycki transfer cyfrowego sygnału antygenowego przez łącza telefoniczne* [J. Benveniste, P. Jurgens, W. Hsueh, J. Aissa: Transatlantic Transfer of Digitized Antigen Signal by Telephone Link. Journal of Allergy and Clinical Immunology – Program and abstracts of papers to be presented during scientific sessions AAAAI/AAI.CIS Joint Meeting February 21-26, 1997.] NB: Benveniste już był laureatem Nagrody Ig Nobla z dziedziny chemii w 1991 r.

POPULARYZACJA OSIĄGNIĘĆ NAUKI: Dolores Krieger, Professor Emerita, New York University, „za demonstrację zalet dotknięcia terapeutycznego, metody za pomocą której pielęgniarka manipuluje pola energetyczne cierpiących pacjentów przez staranne unikanie kontaktu fizycznego z nimi”

STATYSTYKA: Jerald Bain z Szpitala Mt. Sinai w Toronto i Kerry Siminoski z Uniwersytetu Alberta za ich starannie wyważony raport: *Zależności między wzrostem, długością penisa i wielkością stopy*. [J. Bain, K. Siminoski: Relationship Among Height, Penile Length, and Foot Size. Annals of Sex Research, vol. 6, no. 3, 1993, pp. 231-5.]

FIZYKA: Deepak Chopra z The Chopra Center for Well Being, La Jolla, California, za swoją unikalną interpretację zastosowania fizyki kwantowej do życia, wolności i pogoni za satysfakcją ekonomiczną [książki: „Quantum Healing”, „Ageless Body, Timeless Mind”, itp. oraz www.chopra.com]

EKONOMIA: Richard Seed z Chicago za swe starania ożywienia ekonomii światowej przez klonowanie siebie samego i innych istot ludzkich

MEDYCYNĄ: Pacjent Y i jego lekarze, Caroline Mills, Meirion Llewelyn, David Kelly i Peter Holt z Royal Gwent Hospital, w Newport, Walias, za ostrzegające doniesienie medyczne: *Człowiek, który ukłuł się w palec i śmierdziął ropą przez 5 lat*. [Caroline Mills, Meirion Llewelyn, David Kelly i Peter Holt: A Man Who Pricked His Finger and Smelled Putrid for 5 Years. The Lancet, vol. 348, November 9, 1996, p. 1282.]

LITERATURA: Dr. Mara Sidoli z Washington, DC, za jej odkrywczą pracę *Pierdzenie jako obrona przed niewystawionym lękiem* [M. Sidoli: Farting as a Defence Against Unspeakable Dread. Journal of Analytical Psychology, vol. 41, no. 2, 1996, pp. 165-78.]

J. Latini

FELIETON

Obecna rola nauki w Polsce i świecie

Nauka przeobraziła świat i ludzkość, a stało się to stosunkowo niedawno. Właściwie dopiero od czasów Oświecenia można mówić o nauce jako o systemie posługującym się określoną, weryfikowalną metodą badań, pozwalającym coraz efektywniej sterować otaczającą nas rzeczywistością.

Nauka okazała się tak skutecznym narzędziem przekształcania świata, że zainteresowanie nią od końca XVIII wieku szybko zaczynało wzrastać (jeszcze kiedy Lavoisier prosił o odroczenie terminu zgilotynowania ze względu na kończenie doświadczeń, usłyszał odpowiedź: „Rewolucja nie potrzebuje uczonych”). Okazało się też, że nauka musi rozwijać się swobodnie. Próby narzucania nauce ideologii okazały się katastrofalne i dla nauki, i dla społeczeństwa. Potworne zniewolenie nauki przez „naukową filozofię marksistowską”, które nastąpiło w okresie stalinowskim w Rosji sowieckiej, spowodowało wyniszczenie gospodarcze i moralne olbrzymiego i zasobnego kraju, czego skutki do dzisiaj nie zostały naprawione.

Nie ulega obecnie dla światłych rządów, że nakłady na naukę są najlepszą inwestycją i najbogatsze kraje przeznaczają na nią największe proporcjonalnie fundusze. Powoduje to powstawanie rozziwu cywilizacyjnego między państwami bogatymi i ubogimi (biedna Polska z mizernym 0,49% dość mizernego, mimo wszystko, GNP), chociaż należy zauważyć, że nauka jest traktowana jako dobro uniwersalne i jej osiągnięciami mogą cieszyć się również te kraje, w których wielkich odkryć nie było, lub dokonano ich bardzo niewiele. Na przykład, w stosunkowo ubogiej Polsce w okresie międzywojennym powstał Instytut Radowy, mimo tego że rad i w ogóle promieniotwórczość odkryli we Francji uczeni, będący obywatelami francuskimi (choć Maria Skłodowska-Curie urodziła się jako poddana rosyjska w Warszawie). Kraje trzeciego świata korzystają ze szczepionek i leków odkrytych, a często i produkowanych, w bogatych krajach Zachodu.

Zrozumienie znaczenia nauki dla rozwoju społeczeństwa spowodowało znaczny rozwój samej nauki, który obecnie przybrał charakter lawinowy. Chociaż czasy nowożytne to już pół tysiąca lat, liczba aktualnie żyjących uczonych jest wyższa niż wszystkich ich poprzedników, którzy już spoczywają na cmentarzach.

Dwie wielkie domeny nauki to poznawanie świata i wykorzystanie tej wiedzy dla potrzeb optymalnego rozwoju gatunku ludzkiego, oraz wyrobienie pewnego systemu myślenia, zwanego myśleniem naukowym, u jak największej części ogółu (jak dawniej łącznie nazywano społeczeństwo). Myślenie naukowe jest podstawą skutecznego działania. Jego wytworzeniu służyć powinien system edukacyjny. Myślenie naukowe nie ma nic wspólnego z tzw. materialistycznym światopoglądem. Dotyczy ono zagadnienia, na jakiej podstawie podejmować decyzje dotyczące naszej przyszłości. W skład myślenia naukowego wchodzi stosowanie zasad logiki formalnej, wraz z zasadą racji dostatecznej i brzytwy Ockhama, a także świadomość konieczności zdobywania wiedzy przez eksperyment, który aby był wartościowy musi mieć odpowiednią grupę kontrolną, oraz ocena rzeczywistego prawdopodobieństwa zachodzących zdarzeń, których przebieg chcielibyśmy kontrolować. Tak, na przykład, podejmując naukową decyzję co do przydzielenia funduszy na walkę z AIDS i z wypadkowością na szosach powinno się porównać szanse utraty życia w wyniku wypadku drogowego (kilka tysięcy zgonów rocznie) i zakażenia wirusem HIV i proporcjonalnie do tych szans rozdzielić środki. Podejmując walkę z narkotykami zalegalizowanymi warto uświadomić sobie, że liczba zgonów związanych z nałogiem palenia tytoniu pięciokrotnie przewyższa liczbę zgonów związanych z alkoholizmem i odpowiednio rozdzielić środki na kampanię antyalkoholową i antynikotynową, chociaż czynnikiem modyfikującym powinno tu być i zagrożenie społeczne (rodziny pijaków są znacznie bardziej nieszczęśliwe, niż rodziny palaczy).

Jak wspominałem, nauka jest uniwersalna, a jej wyniki są w zasadzie udostępniane wszędzie tam, gdzie mogą być zastosowane dla dobra ludzkości (restrykcjami są objęte jedynie wyniki badań naukowych związane z zastosowaniami militarnymi). Stąd rola nauki w Polsce nie różni się od jej roli na świecie. Jej praktycznym celem jest optymalizacja życia ludzkości. Bieda polega jedynie na tym, że nie wiemy dokładnie, do jakich celów dążyć. Czy optymalizacja życia w Polsce ma, na przykład, polegać na dążeniu do ograniczenia rozrodczości i wychowywania mniej liczebnego potomstwa, mającego duże szanse na rozwój w warunkach dobrobytu, czy na maksymalizacji rozrodczości, z założeniem, że pozwalamy wolnej grze genów kształtować przyszłe społeczeństwo, godząc się, że jego część będzie obciążona chorobami wrodzonymi, defektami fizycznymi i psychicznymi? Czy może optymalizacja miałaby polegać na ingerencji w procesy dziedziczności, połączonej z wstępną eliminacją jednostek nieprzystosowanych i ciężko upośledzonych, zanim uczyni to dobór naturalny? A może należałoby kodować „lepszyc” ludzi, wprowadzając do zarodków geny odpowiedzialne np. za wysoki rozwój inteligencji bądź naturalną oporność na raka? A może wreszcie zredukować przypadkowość do minimum i optymalną skuteczność przyszłego społeczeństwa (zapewne totalitarnego) oprzeć na już istniejących, wybranych modelach, powielanych następnie przez klonowanie?

Te pytania sugerują, że jak na razie nauka może się znaleźć w sytuacji ucznia czamoksiężnika: dysponuje ogromną mocą, nie wiedząc, w jaki sposób jej użyć. Stąd mówi się często, że nauka to sprawa zbyt poważna, aby móc ją powierzyć samym uczonym. Ale czy powierzyć ją politykom? Patrząc na przeszłość i teraźniejszość polskiego życia politycznego wolalibyśmy już, aby decydowali raczej uczeni.

Współczesna nauka zaczyna, w wyniku wygenerowanego przez nią postępu metod badawczych, sięgać w obszary, które poprzednio próbowała badać filozofia. Trzeba sobie powiedzieć, że zarówno w dziedzinie kosmologii, jak i badania działania mózgu, wielkie koncepcje filozoficzne trafiały zawsze jak kula w płot i dopiero nauka pozwoliła nam na pewien postęp. Nauka zaczyna też stawiać pytania uprzednio zarezerwowane dla filozofii i religii. Fizycy pytają o początek i koniec wszechświata, biolodzy molekularni o istotę życia, neurobiolodzy o naturę świadomości.

Przed nauką stoi jeszcze jedno wyzwanie, na które zwrócił ostatnio uwagę Edward Osborne Wilson: próba znalezienia wspólnego wzorca rozwoju i działania podstawowych dla naszego myślenia dziedzin tak odrębnych jak nauka, sztuka, nauki społeczne i ekologia.

Konkludując, rola nauki w Polsce i świecie jest wszechogarniająca: nauka to nie tylko badania naukowe, ale także sposób myślenia i sposób na życie. Do pewnego etapu społeczeństwa mogły się rozwijać bez nauki. Etap ten mamy od kilkunastu dziesiątków lat za sobą i nie mamy już do niego powrotu, chyba że globalna katastrofa zniszczy wszystko, co nam obecnie drogie i wręci w epokę barbarzyństwa.

Wypowiedź w związku z inauguracją II Festiwalu Nauki w Warszawie, 18 września 1998

Jerzy Vetulani

Redaktor Naczelny czasopisma *Wszechświat*

OBRAZKI MAZOWIECKIE

SPIŻARNIA POD ŚNIEGIEM

Wyrzuciłem za okno w nadleśnictwie dwa kawałki poświęconego placaka dla gawronów. Przyleciał pierwszy gawron i zaczął odpędzać nadlatujących za nim konkurentów. Zakopał pod śniegiem kawałki placaka, zagrzebał i wyrównał. Potem zakopał kawałek w liście nad rowkiem i nie zagrzebał (!), tylko głęboko wcisnął. Postępował tu psychologicznie, całkiem po ludzku rozumując, że jeżeli dziura nie jest zasypana i wyrównana to nic tam nie powinno być. Rzeczywiście, żaden gawron tam nie zaglądał, a na żer przyleciało siedem, a potem jeszcze jeden gawron i dwie kawki.

GRUDNIOWE PARY

Gawrony już zaczęły dobierać się w pary. Na topolach koło szkoły jedynki siedzi kilkanaście gawronów na gałęziach od najwyższych do niższych. Między nimi są cztery

pary, jak w lutym, a jest koniec grudnia. Ptaki dobierają się w pary, bo jest dobra pogoda i nie ma śniegu. W nocy o godzinie pierwszej widziałem też pojedynczą sowę nad ulicą Kaczę na gruszy u fotografa.

CZYŻYKI I SZCZYGLY

Spore stadko czyżyków zatrzymało się koło Dolinki Osikowej. Szukały czegoś na szosie posypanej przed gołoledzią piaskiem z solą. Wypłoszył je przejeżdżający samochód, przeleciały na przydrożne wierzby, potem pofrunęły w kierunku portu lotniczego.

Pod Karwaczem widać stadko szczygłów, aż dziesięć ptaków. Przez ostatnie lata było ich zawsze pięć lub sześć. Przelatują na osty, przeglądają ich główki, lecą dalej. Przy karmniku mało sikor. Śniegu tylko ślady, odwilż.

Zbigniew Polakowski

RECENZJE

Julian C. Lee: *The Amphibians and Reptiles of the Yucatán Peninsula*. Ithaca and London 1996, Cornell University Press, s. XII + 500, cena \$ 175, ISBN 0-8014-2450-X

W ostatnich latach ukazały się liczne monografie będące podsumowaniem wieloletnich badań i obserwacji herpetofauny różnych rejonów geograficznych. Do takich publikacji należy omawiana książka, poświęcona płazom i gadom półwyspu Jukatan obejmującego północną Gwatemalę, Belize i południowo-wschodni Meksyk.

Książka jest podzielona na 8 rozdziałów. Pierwszy z nich stanowi wprowadzenie, w którym autor kreśli granice półwyspu przyjęte w tekście, krótko charakteryzuje obszar (240 000 km²) wskazując na wysoki stopień endemizmu wśród roślin i zwierząt zamieszkujących ten obszar. Podaje też wskazówki, jak korzystać z książki oraz omawia układ zamieszczonych opisów gatunków.

W rozdziale 2 omówione jest środowisko półwyspu (fizjografia, klimat i vegetacja). Podkreśla tu autor, że trudno jest podać klasyfikację vegetacji półwyspu, która adekwatnie odzwierciedlałaby złożoną mozaikę, jaką stanowi ona na półwyspie. Zmienia się od złożonych strukturalnie mezofitycznych lasów południowego El Petén (Gwatemala) i południowego Belize, do stopniowo kserofitycznego skarłowaciałego lasu iglastego przy północnym krańcu półwyspu. Autor wyróżnia tropikalny las deszczowy, las górski,

tropikalny las zawsze zielony, tropikalny las zrzucający liście i las ciernisty.

W rozdziale 3 scharakteryzowano habitaty płazów i gadów na półwyspie. Wyróżniono wśród nich tereny wybrzeża, rolnicze, słodkowodne, leśne i sawanny. Takie zestawienie świadczy już o ogromnym zróżnicowaniu środowiska dla płazów i gadów.

W rozdziale 4 krótko omówiono skład herpetofauny tu żyjącej, a w 5 przedstawiono historię badań herpetologicznych na półwyspie.

Zasadniczą część książki stanowi rozdział 6 i 7. Rozdział 6 zawiera przegląd systematycznych płazów. Na półwyspie żyją przedstawiciele 43 gatunków należących do 19 rodzajów i 9 rodzin. Poszczególne grupy płazów omówione są według tego samego schematu. Najpierw zamieszczono klucz do oznaczania rzędów, a następnie autor omawia kolejno rzędy *Gymnophiona*, *Caudata* i *Anura*. Zamieszczono krótką charakterystykę rzędu, ewentualnie klucz do oznaczania rodzin w obrębie rzędu, charakterystykę rodziny, klucze do oznaczania rodzajów, charakterystykę rodzaju i klucze do oznaczania gatunków. Dla każdego gatunku podano nazwę łacińską z nazwiskiem autora i danymi odnoszącymi do opisu i typowej miejscowości, nazwy zwyczajowe, opis gatunku, gatunki podobne, biologię, etymologię nazwy, ewentualne podgatunki, uwagi (np. odnośnie do roz-

mieszczenia czy stanowiska systematycznego) oraz dane z literatury dotyczące miejscowości, gdzie gatunek był znajdowany. Na mapce ukazano rozmieszczenie każdego gatunku na półwyspie. Klucze do oznaczania poszczególnych jednostek podane są w języku angielskim i hiszpańskim, a dla płazów bezogonowych zamieszczono również klucze do oznaczania kijanek.

Według podobnego schematu omówione są w rozdziale 7 gady (kolejno krokodyle, żółwie, jaszczurki i węże). Półwysp zamieszkuje 140 gatunków gadów należących do 84 rodzajów z 24 rodzin.

Rozdział 8 poświęcony jest etnoherpetologii na półwyspie Jukatan. Autor zajmuje się miejscem płazów i gadów w życiu i kulturze Majów. Wspomina o wykorzystaniu płazów i gadów jako źródeł pokarmu, a także używaniu tych zwierząt w medycynie (np. krew niektórych żółwi według wierzeń leczyła pewne schorzenia i infekcje). Dużo miejsca zajmują opisy ataków krokodyli na ludzi i ukaszenia węży. Osobne zagadnienie to płazy i gady w religii i mitologii Majów. O dużym znaczeniu w tych wierzeniach, np. węży, świadczą liczne rysunki i rzeźby, na których ukazano ich podobizny.

W zakończeniu książki podano zestawienie dokładnych danych geograficznych dotyczących miejscowości wymienionych w przeglądzie gatunków, słownik wielu terminów morfologicznych i ekologicznych, obszerną bibliografię oraz indeks przedmiotowy i taksonomiczny.

Książka jest bogato ilustrowana. Na ponad 200 barwnych fotografiach przedstawiono niektóre biotopy oraz omawiane gatunki. Dają one czytelnikowi obraz zarówno zróżnicowanego środowiska, jak i różnorodność przedstawicieli herpetofauny. Na wielu rysunkach ukazano różne szczegóły budowy czy układu łusek u jaszczurek i węży. Na mapach przedstawiono rozmieszczenie wszystkich gatunków. Obszerna bibliografia pozwala czytelnikowi odszukać prace źródłowe, aby poszerzyć swoją wiedzę o tej herpetofaunie. Niewątpliwie jest to najobszerniejsza monografia herpetofauny tego rejonu świata, a na pewno wiele informacji dotyczących biologii czy ekologii różnych gatunków może być z powodzeniem wykorzystanych przy opracowywaniu płazów i gadów nie tylko Ameryki Środkowej. Przy opisach gatunków istotne są dyskusje o gatunkach pokrewnych – ułatwia to czytelnikowi unikanie pomyłek przy oznaczaniu. W wielu miejscach autor wskazuje na degradację środowiska. Książka jest kopalnią informacji o płazach i gadach półwyspu Jukatan zarówno jeśli idzie o ich biologię, jak i systematykę, ekologię czy rozmieszczenie. Herpetolodzy zajmujący się innymi częściami Ameryki z pewnością będą również do niej sięgać.

Antoni Żyłka

Patrick Taylor: *Die schönsten Zwiebel- und Knollenpflanzen für den Garten*. Deutsche Ausgabe. Aus dem Englischen von Maria Gurlitt-Sartori, Stuttgart 1996, Verlag Eugen Ulmer, s. 255, ISBN 3-8001-6608-9

Kwitnące rośliny cebulowe i kłączowe należą do roślin ozdobnych o bardzo wszechstronnym zastosowaniu. Mogą rosnąć na różnorodnych siedliskach oznaczając się bardzo zróżnicowanym pokrojem. Ich wielkość sięga od 5 cm dla miniaturowego krokusa *Crocus minimus* do 3,6 m w przypadku lilii olbrzymiej *Cardiocrinum giganteum*. Wiele roślin cebulowych i kłączowych oznacza się także pięknym ulistnieniem. Próbe przedstawienia najpiękniejszych roślin cebulowych i kłączowych podjął angielski autor książek ogrodniczo-botanicznych i fotograf roślin – Patrick Taylor. Rezultatem jego pracy jest książka zatytułowana *Najpiękniejsze rośliny cebulowe i kłączowe dla ogrodów*.

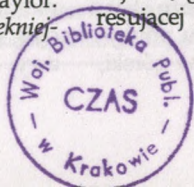
W swojej książce P. Taylor przedstawił ponad 200 gatunków i odmian roślin cebulowych, bulwiastych i kłączowych, które – jego zdaniem – należą do najpiękniejszych. Oczywiście wybór tych roślin jest subiektywnym wyborem autora. P. Taylor zwraca przy tym szczególną uwagę nie tylko na opis roślin, ale także na sposoby ich uprawy, szczególne wymagania, a także możliwości ich zastosowania w ogrodnictwie. Praca składa się z następujących najważniejszych części: „Portrety poszczególnych roślin cebulowych i kłączowych”; „Rośliny cebulowe i kłączowe dla różnych siedlisk”; „Rośliny cebulowe i kłączowe ze szczególnymi wymaganiami”; „Strefy odporności na niskie temperatury” oraz skorowidza nazw roślin omawianych w książce. Niektóre rośliny omawiane przez P. Taylora mogą być w Europie Środkowej uprawiane jedynie w pojemnikach, gdyż nie wytrzymują surowych zim.

Największą uwagę przywiązuje autor do tak popularnych roślin cebulowych, bulwiastych i kłączowych jak: czosnki, zawilce, konwalie, krokusy, dalie, szachownice, śnieżyczki, kosaćce, lilie, narcyzy, tulipany, mieczyki. Wymienia on jednak zawsze tylko najciekawsze i najpiękniejsze odmiany i gatunki. Przykładowo w uprawie zawilców (*Anemone*) poleca uprawę zawilca greckiego *A. blanda*, zwłaszcza odmiany „White Splendour”, zawilca apenińskiego *A. appennina*, mieszańca *A. × lipsiensis* (skrzyżowanie *A. nemorosa* × *A. ranunculoides*), a także wielkokwiatowych odmian zawilca gajowego *A. nemorosa* i zawilca żółtego *A. ranunculoides*. W przypadku popularnych tulipanów jego szczególnym zainteresowaniem cieszą się tulipany botaniczne. Do najpiękniejszych należą – zdaniem P. Taylora – kwitnący w czerwcu, łatwo rozsiewający się tulipan Sprengera *Tulipa sprengeri*, a także tulipan leśny występujący w Europie na obszarach z łagodnym klimatem *T. sylvestris* oraz tulipan późny *T. tarda*. P. Taylor zaleca uprawę tulipanów botanicznych, które często się same rozsiewają, podczas gdy „nowoczesne” odmiany są najczęściej sterylne i łatwo stają się ofiarą chorób i szkodników. Do ulubionych roślin cebulowych autora należą także fritillarie, nazywane szachownicami. Wyróżniają się one obecnie dużą ilością gatunków i odmian ogrodowych. Do najpiękniejszych należą wysokie gatunki: szachownica cesarska korona *Fritillaria imperialis*, szachownica perska *F. persica*, a zwłaszcza odmiana „Adiyaman” oraz *F. raddeana* i szachownica kamczacka *F. camschatcensis*. Także mniejsze formy szachownic zasługują na uwagę miłośników roślin.

W kwietniu (lub nieco wcześniej) kwitnie szczególnie dużo roślin cebulowych i kłączowych, które wnoszą atmosferę wiosny do naszych ogrodów i domów. Należą tutaj – obok omówionych zawilców – zimowit wiosenny *Bulbocodium vernalis*, kwitnące niebiesko śnieżniki (*Chionodoxa*), żółte raniki (*Eranthis*), psie zęby *Erythronium*, m.in. wiele ciekawych gatunków i odmian amerykańskich, białe śnieżyczki (*Galanthus*), śnieżyca wiosenna *Leucojum vernalis*, puszczenia *Puschkinia scilloides*, rzadka jeszcze w Europie sangwinaria kanadyjska *Sanguinaria canadensis*, zwłaszcza „Plena”, kilka gatunków cebulic (m.in. *Scilla siberica*). Wiele gatunków roślin cebulowych i kłączowych jest nadal w Polsce i w Europie mało znanych. Należą tutaj m.in. gatunki ozdobnych czosnków, pajęcznice, złotnica żółta *Asphodeline lutea*, pięknie kwitnące kamasje, zwane liliami prerii, kwitnące późnym latem krokosmie i galtonie, długo kwitnące trytoimy (*Kniphofia*), czy wreszcie cieniulubne rośliny leśne pochodzące z Ameryki Północnej trójlisty (*Trillium*), należące do najpiękniejszych roślin leśnych.

Książka P. Taylora zasługuje na uwagę polskich czytelników. Zawiera wiele ciekawych informacji, przydatnych nawet dla dobrych znawców omawianych tutaj roślin. Wydaje się godne polecenia szybkie przetłumaczenie tej interesującej książki na język polski.

Eugeniusz Kościński





ZIMOWY LAS. Fot. Jerzy Płotkowiak



GEPARD *Acinonyx jubatus* w Wassenaar Wildlife Breeding Centre (WWBC) w Holandii. Fot. Tomasz Marcinów