

WSZECHŚWIAT

PISMO PRZYRODNICZE

Tom 113 Nr 7–9

Lipiec – Sierpień – Wrzesień 2012



*Markery molekularne
w ekotoksykologii*

Ubarwienie płazów i węży

*Chemiczne datowanie
Całunu Turyńskiego*

Kofeina i amfetaminy

Łowy u zwierząt

Sagowce

Mazury

ISSN 0043-9592



9 770043 959009 >

Dzioborożec czerwodzioby (*Tockus erythrorhynchus*). Park Narodowy Pilanesberg, RPA. Fot. Witold Bryszewski.



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)

Treść zeszytu 7–9 (2583–2585)

ARTYKUŁY

Magdalena Mikowska, Renata Świergosz-Kowalewska, Ewa Śliwińska, Ocena różnorodności genetycznej przy pomocy markerów molekularnych – zastosowanie w ekotoksykologii	171
Karolina A. Budzik, Zróżnicowanie i rola ubarwienia płazów	176
Stanisław Bury, Dlaczego niektóre węże są czarne?	180
Irena Choczyńska, Chemiczne datowanie całunu turyńskiego	185
Agnieszka Homa, Pionier na wydmach	191
Anna Górską, Kofeina i amfetaminy – łączyć czy nie łączyć?	193
Jerzy Andrzej Chmurzyński, O łowach – niemal wszystko	197
Eugene A. Beyers, Anna Pacyna, Sagowce	210

ARTYKUŁY INFORMACYJNE

Przemysław Barszcz, Głosy ptaków, zapach lasu	219
---	-----

DROBIAZGI

Bogactwo florystyczne pasma Policy, Kamil Szczepka	222
Wielorybnictwo – historia i dzień dzisiejszy, Marcin Napierała	223
Chorowite jaszczurki, Krzysztof Dudek	225
Powrót sokoła wędrownego, Zbigniew Bonczar, Maria Rościszewska	225

WSZECHŚWIAT PRZED 100 LATY

J. Vetulani, Wszechświat przed 100 laty	227
---	-----

WSPOMNIENIA Z PODRÓŻY

Mniej znana Andaluzja – Park Narodowy Doñana (Tomasz Rewicz, Tomasz Mamos)	233
Park Narodowy Mago (Krzysztof R. Mazurski)	237

OBRAZKI

Mazurskie przydrożne aleje i kapliczki (Maria Olszowska)	241
Na tropie cudu natury (Maria Olszowska)	243

RECENZJE KSIĄŻEK

Yves de Chazournes: Arctica. Exploring the poles. (Ryszard Ochrya)	247
Fabian Gottlieb Thaddeus von Bellingshausen: Dwukrotne poszukiwania w Południowym Lodowatym Oceanie i pływanie naokoło świata w latach 1819, 20 i 21 (Ryszard Ochrya)	249
Marc Stanisławski: Salamanders and Newts of the World. Vol. 1: Salamanders and Newts of North Africa, Europe and Western Asia/Salamander und Molche Nordafrikas, Europas und Westasiens, TERRALOG 21 (Piotr Sura)	251
L. Lee Grismer: Lizards of Peninsular Malaysia, Singapore, and their Adjacent Archipelagos. Their Description, Distribution, and Natural History. (Piotr Sura)	251

Okladka:

Sokół wędrowny (*Falco peregrinus*). Fot. Cezary Korkosz.

Informujemy, że istnieje możliwość zakupu bieżących i archiwalnych numerów *Wszechświata* bezpośrednio w Redakcji lub poprzez dokonanie wpłaty przelewem na nasze konto, z zaznaczeniem, jakich numerów dotyczyła wpłata.

Cena zeszytu począwszy od nr 1–3 2012 r. wynosi 12 zł. Cena zeszytu z roku 2011 i z dwóch poprzednich lat wynosi 9 zł, zeszytów z lat 2000–2008 – 2 zł, pozostałych – 1 zł, w miarę posiadanych zapasów.

Redakcja nie dysponuje zeszytem nr 7–9, tom 104, zawierającym płytę CD z głosami ptaków.

Proponujemy również dokonanie prenumeraty Pisma Przyrodniczego *Wszechświat*, poprzez wpłatę 48 zł rocznie. W sprawach prenumeraty prosimy o kontakt z P. Aleksandrem Koralem, e-mail: biuro@ptpk.org

Polskie Towarzystwo Przyrodników im. Kopernika
Redakcja Pisma Przyrodniczego *Wszechświat*
31-118 Kraków, ul. Podwale 1
Kredyt Bank I Oddział Kraków
nr konta 811500 11421220 60339745 0000

Ten numer *Wszechświata* powstał dzięki finansowej pomocy:

- Akademii Górniczo-Hutniczej
- Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego
 - Polskiej Akademii Umiejętności
 - Open Society Foundations



Global Drug Policy program

Rada Redakcyjna
Przewodniczący: Irena Nalepa
Z-cy Przewodniczącej: Ryszard Tadeusiewicz, Jerzy Vetulani
Sekretarz Rady: Stanisław Knutelski
Członkowie: Wincenty Kilarski, Michał Kozakiewicz, Elżbieta Pyza, Marek Sanak, January Weiner, Bronisław W. Wołoszyn

Komitety redakcyjne
Redaktor Naczelny: Maria Śmiałowska
Z-ca Redaktora Naczelnego: Barbara Płytycz
Sekretarz Redakcji: Alicja Firlejczyk
Członek Redakcji: Barbara Morawska-Nowak

Adres Redakcji
Redakcja Pisma Przyrodniczego *Wszechświat*
31-118 Kraków, ul. Podwale 1, tel. 12 422 29 24
**e-mail: wszechswiat.smialo@onet.pl,
www.wszechswiat.ptpk.org**

Wydawca
Polskie Towarzystwo Przyrodników im. Kopernika, Kraków, ul. Podwale 1

Projekt i skład
Artur Brożonowicz, www.frontart.pl

Druk
Drukarnia Printgraph, tel. 14 663 07 50, www.printgraph.pl

Nakład 700 egz.



PISMO POLSKIEGO TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA

WYDAWANE PRZY WSPÓŁDZIAŁE: AKADEMII GÓRNICZO-HUTNICZEJ,
MINISTERSTWA NAUKI I SZKOLNICTWA WYŻSZEGO, POLSKIEJ AKADEMII UMIEJĘTNOŚCI

TOM 113
ROK 130

LIPIEC – SIERPIEŃ – WRZESIEŃ 2012

ZESZYT 7–9
2583–2585

OCENA RÓŻNORODNOŚCI GENETYCZNEJ PRZY POMOCY MARKERÓW MOLEKULARNYCH – ZASTOSOWANIE W EKOTOKSYKOLOGII

Magdalena Mikowska, Renata Świergosz-Kowalewska, Ewa Śliwińska (Kraków)

W jakim celu i jakimi metodami badamy zmienność genetyczną organizmów i populacji ?

Ochrona różnorodności biologicznej na poziomie genomowym zyskała w ostatnich latach szczególne zainteresowanie badaczy. Szerokie spektrum czynników, które mogą modyfikować różnorodność genetyczną populacji (np. izolacja naturalna czy antropogeniczna, zanieczyszczenia, oddziaływanie gatunków inwazyjnych) daje ku temu szczególne uzasadnienie. Pomimo braku przesłanek świadczących o wpływie poziomu różnorodności genetycznej na komponenty dostosowania (przeżywalność, sukces reprodukcyjny), można spodziewać się, że niższy poziom heterozygotyczności w danej populacji świadczy o zwiększonej depresji inbredowej, co może prowadzić w sposób bezpośredni do jego zmniejszenia. Poznanie istoty tego zjawiska oraz czynników mających negatywny wpływ na różnorodność genetyczną jest bardzo ważne dla ochrony, przetrwania i prawidłowego rozwoju populacji zagrożonych z różnych przyczyn.

Badania różnorodności genetycznej dotyczą najczęściej gatunków zagrożonych, endemicznych, czy tzw. „keystone species”, których obecność warunkuje prawidłowe funkcjonowanie ekosystemów. Coraz częściej badacze decydują się na ocenę zmienności

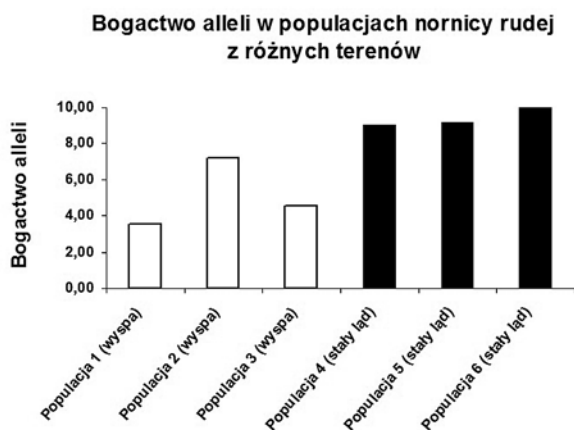
genetycznej pod kątem oceny skutków działania konkretnych czynników środowiskowych, np. chemicznych czy fizycznych. Takie badania prowadzi się zarówno na populacjach dziko żyjących, jak również populacji hodowanych w laboratoriach. Przedmiotem badań stają się więc pospolite gatunki mo-



Ryc. 1. Nornica ruda (*Myodes* [= *Clethrionomys*] *glareolus*).
Fot. K. Chrzęściak.

delowe, będące reprezentantami danego ekosystemu, np. mysz zaroślowa (*Apodemus sylvaticus*, Rząd: *Rodentia* – gryzonie), nornica ruda (*Myodes* [= *Clethrionomys*] *glareolus*, Rząd: *Rodentia* – gryzonie) – (Ryc. 1).

Czynniki, których wpływ bada się najczęściej to metale ciężkie, pestycydy, węglowodory aromatyczne, dioksyne, natomiast fizyczne to promieniowanie jonizujące czy temperatura. W przypadku czynników chemicznych np. metali ciężkich czy czynników fizycznych np. promieniowania pierwiastków radioaktywnych wiadomo, że mogą one zwiększać częstość mutacji, a co za tym idzie zwiększać zmienność genetyczną w narażonych populacjach. Nie można jednak wykluczyć odwrotnego mechanizmu ich działania – silne narażenie może prowadzić do selekcji i drastycznego zmniejszenia liczebności populacji (a więc także jej puli genowej – tzw. efekt szyjki od butelki, ang. *bottleneck effect*), a zatem do spadku poziomu różnorodności genetycznej. Niższa różnorodność genetyczna w małych i izolowanych populacjach jest wśród badaczy znanym zjawiskiem (Ryc. 2).



Ryc. 2. Wykres prezentujący bogactwo alleli (jeden z parametrów opisujących poziom zmienności genetycznej) w populacjach zamieszkujących tereny wyspowe i tereny na otwartym lądzie. Widoczne jest niższe bogactwo alleli u zwierząt wyspowych (reprezentujących małe i izolowane populacje) w porównaniu do zwierząt ze stałego lądu. Dane uzyskane przy pomocy badań markerami mikrosatelitarnymi (M. Mikowska, R. Świergosz-Kowalewska, dane niepublikowane).

Sposób oddziaływania czynników chemicznych i fizycznych na strukturę genetyczną organizmu i populacji jest niezwykle złożony, co utrudnia często stworzenie takiego układu eksperymentalnego (zarówno w laboratorium jak i w warunkach naturalnych), który pozwoliłby na przetestowanie postawionych hipotez badawczych. Nie jest to jednak jedyna trudność, z którą spotykamy się w przypadku badań różnorodności genetycznej. Kolejnym, kluczowym punktem tego rodzaju badań jest wybór odpowiedniego narzędzia, czyli w tym przypadku, markera molekularnego. To on, właściwie dobrany, pozwoli na uzyskanie wiarygodnych danych pozwalających na odrzucenie lub przyjęcie testowanych hipotez.

Czym są markery molekularne? Otóż markery molekularne to cechy DNA, RNA i białek pozwalające na identyfikację osobników lub badanie cech genetycznych całych populacji. W ostatnich latach ich spektrum i łatwość wykorzystywania rośnie w bardzo szybkim tempie, zarówno w naukach biologicznych jak i medycynie. Markery molekularne wkraczając do laboratoriów praktycznie wszystkich dziedzin biologii, nie omijając również ekologii, w której stanowią doskonałe narzędzie do badania pokrewieństw między osobnikami czy struktury populacji. Nie dziwi więc fakt zastosowania ich do oceny wpływu różnych czynników środowiskowych (np. pH, zasolenia, temperatury) na różnorodność genetyczną populacji. Wiele markerów stosowanych w biochemii, medycynie czy ekologii zostało z powodzeniem zaadaptowanych w badaniach ekotoksykologicznych do oceny wpływu różnych substancji toksycznych (metali ciężkich, związków organicznych i nieorganicznych) na różnorodność genetyczną narażonych populacji.

Dzięki szybkiemu rozwojowi technik molekularnych w ostatnich kilku dekadach dysponujemy dzisiaj wieloma markerami, spośród których możemy wybrać te, które posłużą nam najlepiej w naszych badaniach. Takich możliwości nie mieli badacze u początków rozwoju biologii molekularnej w latach 80. XX wieku. Obecnie w grupie markerów molekularnych można znaleźć narzędzia bardziej uniwersalne, których zastosowanie nie ogranicza się do jednego gatunku lub rodzaju oraz bardziej specyficzne dla danego gatunku, wymagające wiedzy na temat badanego genomu. Decyzja, o wyborze najbardziej odpowiedniego markera będzie zależała od postawionych pytań badawczych, jak również od informacji, jakimi dysponujemy w przypadku badanego organizmu. W tym ostatnim przypadku analizy molekularne poprzedza faza zbierania informacji w oparciu o genetyczne bazy danych (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>) oraz wyniki innych badaczy pracujących na interesującym nas gatunku. Jeśli możemy bazować na tych informacjach, wybór i opracowanie metod badawczych staje się łatwiejsze. Znacznie dłużej trwa natomiast faza przygotowań w przypadku badań nad organizmami, których genom nie jest poznany. Znacząco też wzrastają koszty tego typu badań. Tak bywa właśnie w przypadku wielu badań ekotoksykologicznych, kiedy nie mamy do czynienia z gatunkiem modelowym, dla którego już wcześniej opisano i wykorzystywano z sukcesem odpowiednie markery molekularne. Wybór metody badawczej, czyli markera molekularnego, będzie więc zależał od wielu czynników: obiektu badań oraz dostępnych informacji o jego genomie, rodzaju czynnika stresowego (np. skażenia) i sposobie jego oddziaływania.

Obecnie możemy wybierać spośród wielu markerów bazujących na różnym materiale genetycznym: DNA jądrowym, chloroplastowym, mitochondrialnym. Istnieją wśród nich markery kodominujące (dające możliwość odróżnienia homozygot od heterozygot) i dominujące. Jednakże nie zawsze dla badaczy najważniejsze jest to, czy metoda jest najnowocześniejsza, bardziej liczy się wiarygodność wyniku, a także koszt i nakład pracy pozwalający uzyskać jak najwięcej informacji na temat danej populacji. W badaniach ekotoksykologicznych czy monitoringowych głównym celem często jest szybkie sprawdzenie jak kształtuje się poziom różnorodności genetycznej w zależności od zanieczyszczenia określonego na podstawie emisji, indeksu toksyczności czy stężenia metali w tkankach organizmów. Dlatego też naukowcy decydują się czasami na zastosowanie metod, które przez niektórych traktowane są jako przestarzałe i mniej wiarygodne, ale pozwalają na uzyskanie ogólnej informacji o badanej populacji szybko i niskim kosztem. Zalety i wady wybranych metod molekularnych, wraz z przykładami zastosowań w badaniach, zostały omówione w następnym podrozdziale.

Wybrane techniki molekularne w ekotoksykologii

Badania zmienności genetycznej, zanim weszły w dynamiczny rozwój pod koniec XX w., zdominowane były niemal całkowicie przez metodę wykorzystującą allozymy. Allozymy to różne formy białka kodowane przez różne allele tego samego genu. Ich rozróżnienie polega na przeprowadzeniu elektroforezy i rozdzieleniu produktów o różnej mobilności elektroforetycznej. Markery te są kodominujące, co pozwala na obliczenie heterozygotyczności i homozygotyczności w badanej populacji. Ich efektywność w stosunku do kosztu analizy jest zadowalająca, pomimo, że pozwalają wykryć tylko około 1/3 substytucji (zmiany sekwencji DNA dotyczące jednego nukleotydu). Ponieważ jest to metoda stosunkowo szybka i prosta, allozymy w dalszym ciągu pozostają w użyciu, ale nie tak powszechnie jak to było w przeszłości, kiedy niedostępne były inne metody. Metoda badania allozymów zajmuje również swoje miejsce na liście użytecznych biomarkerów stosowanych w ekotoksykologii. Jako przykład posłużyć mogą badania prowadzone na dżdżownicy *Dendrobaena octaedra* (Rząd: *Haplontaxida*) w gradiencie skażenia w okolicach dwóch hut cynku w Polsce i w Szwecji. Autorzy badając zmienność genetyczną tego gatunku przy pomocy dziesięciu enzymów, tylko w przypadku zmienności dwóch z nich (esterazy i dysmutazy nadtlenkowej) stwierdzili słabą korelację z indeksem

toksyczności. Pomimo widocznych zmian w zagęszczeniu populacji, nie udało się dowieść silnej zależności pomiędzy skażeniem środowiska (rtęć, kadm, miedź) a zmiennością genetyczną w populacjach dżdżownic.

Z chwilą upowszechnienia łańcuchowej reakcji polimerazy (ang. *PCR – polymerase chain reaction*) w latach 90. XX wieku, pojawiły się metody bazujące na amplifikacji konkretnych fragmentów genomu, takie jak RAPD, ISSR czy polimorfizm rejonów mikrosatelitarnych. Losowo amplifikowany polimorficzny DNA (RAPD, ang. *Random Amplified Polymorphic DNA*) to metoda, która opiera się na reakcji PCR. Jest to metoda dosyć tania i możliwa do zastosowania przy zupełnym braku danych dotyczących genomu badanego organizmu. W tej reakcji starterami są krótkie (10 par zasad) fragmenty o losowej sekwencji. Długość jądrowego DNA pozwala założyć, że w sekwencji znajdzie się co najmniej kilka, a nawet kilkanaście fragmentów komplementarnych do naszego startera. Rozdzielając produkty tej reakcji na żelu możemy określić zarówno ich liczbę jak i rozmiar. Porównanie takich profili dla kilku osobników tego samego gatunku i stwierdzenie różnic (powstały różne produkty) oznacza, że w badanych fragmentach DNA doszło do zmian spowodowanych np. mutacjami. RAPD ma również kilka poważnych wad. Jest markerem dominującym (nie można odróżnić heterozygoty od homozygot). Ponadto, nie można określić jakie fragmenty zostały namnożone w reakcji (czy był to rejon kodujący, czy niekodujący?). Kolejną wadą tej metody jest to, że bardzo trudno jest uzyskać porównywalne wyniki pracując w różnych laboratoriach i na różnym sprzęcie.

Jednym z przykładów zastosowania RAPD w badaniach ekotoksykologicznych jest badanie wpływu zanieczyszczenia wody morskiej przez hutę ołowiu na zmienność genetyczną u dwóch gatunków organizmów wodnych: *Leander intermedius* (Rząd: *Decapoda* – dziesięcionogi) i *Platynympha longicaudata* (Rząd: *Isopoda* – równonogi). W pracy stwierdzono, że w przypadku *Leander intermedius* różnorodność genetyczna w populacjach z terenów zanieczyszczonych była niższa tylko w porównaniu do jednej z populacji referencyjnych, natomiast zmienność w populacjach *Platynympha longicaudata* okazała się niższa w populacjach z terenów skażonych w porównaniu z wszystkimi populacjami z terenów referencyjnych. Wyniki te sugerować mogą wpływ zanieczyszczenia na zmienność genetyczną w tych populacjach, aczkolwiek aby to potwierdzić, warto byłoby zastosować inne markery molekularne.

Innym dominującym markerem molekularnym jest polimorfizm sekwencji międzymikrosatelitarnej,

ISSR (ang. *Inter-Simple Sequence Repeats*). W metodzie tej stosuje się startery o długości 16–18 pz, o sekwencjach bardzo licznie występujących w genomie, dające od 10 do 60 produktów o długości 200–2000 par zasad. Stosowane startery mogą być niezakotwiczone, albo zakotwiczone na końcu 3' lub 5'. Kotwica „anchor” w postaci 1–3 par zasad komplementarnych do sekwencji mikrosatelitarnej daje gwarancję przyłączenia do specyficznego mikrosatelitarnego fragmentu DNA. Stosowane startery zawierające sekwencje powtórzone ([AG], [GA], [CT], [TC], [AC], [CA]) wykazują wysoki poziom polimorfizmu. Identyfikacja produktów następuje na podstawie ich rozmiaru, dlatego do ich rozdziału stosuje się bardzo czułe metody takie jak np. elektroforeza kapilarowa lub na żelu poliakrylamidowym. Powszechne, w tego rodzaju badaniach, jest stosowanie wielu par starterów, co pozwala na uzyskanie bardziej wiarygodnej informacji. W związku z tym, że marker ten jest dominujący, analiza polega na porównywaniu profilu prążków uwidocznionych na żelach elektroforetycznych poszczególnych osobników. Niewątpliwą zaletą metody ISSR jest uniwersalny charakter starterów, dzięki czemu mogą być one używane w przypadku gatunków roślin i zwierząt, dla których nie opisano jeszcze starterów dla fragmentów mikrosatelitarnych. Metoda ta służy do analiz filogenetycznych, a także tych dotyczących poziomu zmienności genetycznej. Przykładem zastosowania tej metody w ekotoksykologii są badania nad gatunkiem *Talitrus saltator* (zmieraczek plażowy, Rząd: *Amphipoda* – obunogi) w miejscu skażenia metalami (rtęć, kadm, miedź). Autorzy badań stwierdzili najniższą zmienność genetyczną w populacjach gdzie stężenie rtęci było najwyższe. Nie stwierdzono takich zależności między zmiennością a stężeniem pozostałych metali, kadmu i miedzi. Użycie w tym wypadku markerów ISSR podyktowane było brakiem informacji na temat genomu badanego gatunku.

Kolejną, ale już specyficzną grupą markerów są „mikrosatelity” – tandemowe powtórzenia prostych sekwencji (2–4 par zasad) w genomie, nie kodujące żadnej z cech, posiadające wysoki stopień polimorfizmu oraz dziedziczące się zgodnie z prawami Mendla. Polimorfizm tych fragmentów jest tak wielki, że poziom heterozygotyczności w *loci* mikrosatelitarnych wynosi przeciętnie 80%, natomiast częstość mutacji w takich *loci* szacuje się na około 0,001 w *locus* na pokolenie. Cechy te czynią owe fragmenty bardzo dobrymi markerami molekularnymi. Charakterystyczne dla tych markerów jest to, że są specyficzne dla gatunku, a u każdego osobnika liczba takich powtórzeń w określonym *locus* może być różna. Każdy osobnik

diploidalny posiada po 2 kopie takich fragmentów, a w każdej z nich liczba powtórzeń może być odmienna, co dodatkowo zwiększa polimorfizm. Ogromne możliwości markerów mikrosatelitarnych zachęcają do coraz częstszych badań nad ich strukturą i opracowaniami dla nowych gatunków. Zrozumienie procesów powstawania nowych alleli w *loci* mikrosatelitarnych jest konieczne do ulepszania narzędzi statystycznych i właściwego wnioskowania.

Zalety markerów mikrosatelitarnych zachęcają do ich stosowania, niemniej jednak metoda ta ma pewne ograniczenia. Aby praca z mikrosatelitami była w ogóle możliwa, do stworzenia par starterów dla tych fragmentów konieczna jest znajomość sekwencji konkretnych *loci*. Niestety jest to niewralgiczny punkt tej metody, zwłaszcza z punktu widzenia ekotoksykologa, który poszukuje raczej gotowego „narzędzia” pracy. Jeżeli nawet znane są takie sekwencje, należy liczyć się z tym, że dopracowanie starterów i sprawdzenie czy produkty reakcji są polimorficzne może zabrać dużo czasu i pochłonąć sporo środków finansowych.

Startery mikrosatelitarne znakuje się fluorescencyjnie, a produkty reakcji identyfikuje przy pomocy elektroforezy kapilarowej na podstawie długości, czyli tak naprawdę liczby powtórzeń krótkich fragmentów. Analiza danych uzyskanych dzięki tej metodzie pozwala ocenić ile alleli występuje w konkretnym *locus*, ile spośród nich jest allelami występującymi tylko i wyłącznie w konkretnej populacji (tzw. allele prywatne), jaka jest heterozygotyczność. Uzyskane parametry pozwalają ocenić poziom zmienności w badanych populacjach, a także wyciągać nieco dalej idące wnioski (np. historia populacji – efekt „szyjki od butelki”). Zastosowanie markerów mikrosatelitarnych w ekologii populacyjnej zwiększyło możliwości badania struktury genetycznej populacji, pokrewieństw, zmienności genetycznej i filogenezy populacji. Oprócz stosowania markerów mikrosatelitarnych do badania różnorodności w populacjach gatunków zagrożonych jak np. ryś, markery te stosuje się z powodzeniem dla określenia zmienności w populacjach narażonych na zanieczyszczenia. Dobrym przykładem mogą być badania zmienności genetycznej w populacjach myszy zaroślowej bytujących w pobliżu huty metali nieżelaznych, gdzie użyto 10 *loci* mikrosatelitarnych. Skażenie potwierdzone było wysokim poziomem metali w glebie, malejącym ze wzrastającym dystansem od huty. Badania pokazały ogólnie wysoki poziom zmienności wewnątrzpopulacyjnej we wszystkich populacjach, pokazały też zróżnicowanie genetyczne pomiędzy populacjami z terenów bardziej i mniej skażonych. Nie wykryto

jednak bezpośredniego wpływu skażenia na poziom zmienności genetycznej. Metoda markerów mikrosatelitarnych została również użyta do określenia zmienności genetycznej w populacjach nornicy rudej z obszarów położonych w okolicach hut cynku i ołowiu na Śląsku (dane niepublikowane). Wyniki pokazały, iż poziom zmienności populacji skażonych niższy był w porównaniu z populacjami czystymi tylko w wypadku jednej populacji. Prawdopodobnie czynnikiem odpowiedzialnym była, obok zanieczyszczenia, izolacja (obszar ten otoczony jest terenami przemysłowymi i szerokimi jezdniami).

Sekwencjonowanie nowej generacji – perspektywy zastosowania w ekotoksykologii

Wydawać by się mogło, że w dziedzinie technik molekularnych nauka osiągnęła już prawie wszystko, jednakże naukowcy w dalszym ciągu poszukują lepszych, szybszych i tańszych rozwiązań. Sekwencjonowanie metodą Sangera przez wiele lat było metodą powszechnie stosowaną w wielu laboratoriach na świecie. Jednak wydajność tej metody (koszty i pracochłonność) w pewnym momencie przestała być dla badaczy wystarczająca. To stało się motorem nowych poszukiwań, dzięki którym rozwinęły się nowoczesne techniki sekwencjonowania nazywane „sekwencjonowaniem nowej generacji” (ang. *new generation sequencing*). Metody te (454, Ion Torrent, SOLID, Illumina, PacBio) pozwalają na sekwencjonowanie tysięcy sekwencji jednocześnie, dzięki czemu uzyskuje się ogromną ilość danych w krótkim czasie i kosztem niższym, niż w przypadku metody Sangera. Dzięki temu rozwijają się badania na gatunkach, których genom nie był dotychczas zsekwencjonowany, a więc również badania z zakresu ekotoksykologii. Zastosowanie sekwencjonowania wielkoskalowego stwarza ogromne możliwości na przykład w badaniach lokalnych adaptacji organizmów do skażonego środowiska. Dobrym przykładem mogą być badania nad rośliną *Arabidopsis lyrata* (Rząd: *Brassicales* – kapustowce) na glebach bogatych w metale w Stanach Zjednoczonych. Autorzy dzięki sekwencjonowaniu nowej generacji (Illumina) uzyskali sekwencje wielu osobników z gleb czystych i bogatych w metale. Na podstawie uzyskanych wyników, wytypowali miejsca polimorficzne, które mogłyby odpowiadać za przystosowanie tych roślin do gleb o wyższej zawartości

metali. Na liście znalazły się między innymi geny odpowiadające za detoksyfikację i transport metali, co może sugerować lokalną adaptację tego gatunku. W badaniach europejskiego podgatunku tej rośliny, zsekwencjonowanie trzech *loci* pozwoliło stwierdzić równoległe zróżnicowanie w jednym z *loci*, natomiast w dwóch pozostałych pokazało inny polimorfizm, co sugerować może ewolucję zbieżną. Nowoczesne metody sekwencjonowania są, również z sukcesem wykorzystywane w przypadku kręgowców, np. u różnych gatunków ryb. Dobrym przykładem jest gatunek *Perca fluviatilis*, (Rząd: *Perciformes* – okoniokształtne) dla której przeprowadzono analizę transkryptomu z prób wątroby, zsekwencjonowanego dzięki metodzie 454. Naukowcy wykazali, iż wraz z podwyższonym stężeniem metali w tej tkance zmniejszał się poziom transkrypcji wielu genów związanych z syntezą białek, układem odpornościowym i metabolizmem.

Podsumowanie

Badania zmienności genetycznej, jako jednego z typów badań bioróżnorodności, stały się bardzo powszechne. Wybór odpowiedniego narzędzia badań jest bardzo istotny. Zastosowanie markerów mikrosatelitarnych wymaga może nieco większego nakładu pracy i wyższych nakładów finansowych, ale daje z pewnością niewspółmierne korzyści w porównaniu do zastosowania opisywanych wcześniej markerów dominujących, RAPD czy ISSR. Stosowanie markerów mikrosatelitarnych bazujących na poznanej sekwencji DNA danego gatunku nie tylko dostarcza więcej informacji, ale również pozwala na porównanie wyników uzyskanych tą samą metodą przez innych badaczy. Zastosowanie szybkich i prostych metod np. RAPD i ISSR jest natomiast uzasadnione w przypadku, kiedy mamy do czynienia z gatunkami o nieznanym genomie. Jednakże autorzy podczas analizowania wyników i formułowaniu wniosków pamiętać muszą o ograniczeniach związanych z tymi metodami. Konieczność zachowania ostrożności w tej kwestii leży również po stronie czytelnika. Duże nadzieje wiążą badacze z wykorzystaniem sekwencjonowania nowej generacji. Wydaje się, że, zakres jego użycia zależy głównie od inwencji naukowca, gdyż metoda ta niesie ze sobą ogromne możliwości, a jej popularność będzie wciąż rosnąć, również w badaniach ekotoksykologicznych.

ZRÓŻNICOWANIE I ROLA UBARWIENIA PŁAZÓW

Karolina A. Budzik (Kraków)

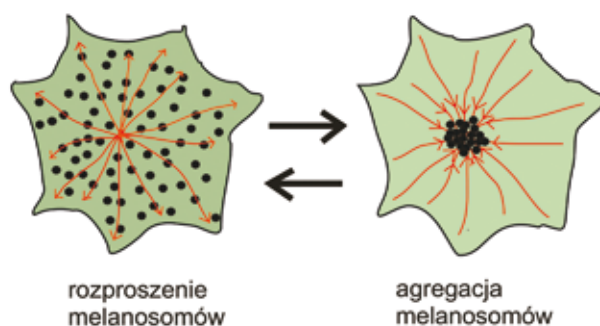
Rozmaitość barw roślin i zwierząt dostarcza nam wielu pozytywnych wrażeń wizualnych. Ponadto, sposób ubarwienia, to często ważna cecha taksonomiczna, umożliwiająca identyfikację gatunku. W świecie zwierząt ubarwienie ciała jest niejednokrotnie fizjologiczną adaptacją do zamieszkiwanego środowiska. Niewątpliwie stanowi także jeden ze sposobów komunikacji z otoczeniem. Dzięki kolorom, uzyskanie wstępnych, a czasem i jedynych informacji na temat obserwowanego osobnika nie wymaga bezpośredniego z nim kontaktu. Umożliwia natomiast ściągnięcie oczekiwanej uwagi lub uniknięcie niebezpiecznej sytuacji, która mogłaby zaważyć nawet na życiu zwierzęcia.

Płazy to kręgowce występujące na wszystkich kontynentach poza Antarktydą.

Największa liczba gatunków, spośród ponad 6800, zamieszkuje wilgotne lasy równikowe Ameryki Południowej i Afryki. W tych rejonach świata można zaobserwować także największe zróżnicowanie ich ubarwienia. Jednak również nasza rodzima batrachofauna, licząca 18 gatunków, zasługuje pod tym względem na uwagę.

Wyjątkowość ubarwienia płazów wyraża się zarówno w różnorodności barw (od białej, poprzez żółtą, czerwoną i zieloną po niebieską, granatową i czarną) i wzorów (np. pręgi, plamy), jak i w ich topografii. Morfologiczne podłoże ubarwienia stanowią komórki pigmentowe zwane chromatoforami, zlokalizowane w większości w skórze właściwej. Tuż pod naskórkiem położone są ksantofory, które syntetyzują i akumulują czerwone, pomarańczowe i żółte barwniki. Obecne w pigmentach pterydyny i karotenoidy są magazynowane odpowiednio w pterysomach lub w kroplach tłuszczu. Poniżej ksantoforów znajdują się irydofoxy (guanofory). Powierzchnia ich organeli komórkowych odpowiednio odbija lub załamuje światło, dzięki znajdującym się w nich krystalicznym związkom purynowym (guanina). Trzeci rodzaj chromatoforów – melanofory, akumulują ciemny barwnik (melaninę) w postaci granул (melanosomów). Odpowiadają one za ciemnienie i jaśnienie skóry płazów. Wyróżnia się dwa rodzaje melanoforów różniących się lokalizacją, morfologią i funkcją. Melanofory znajdujące się w skórze właściwej położone są pod

guanoforami i kształtem przypominają gwiazdę. Ich funkcją jest tzw. fizjologiczna zmiana koloru. Proces ten odbywa się w odpowiedzi na bodźce hormonalne, na skutek przemieszczania melanosomów przy udziale cytoszkieletu (Ryc. 1). Hormon przysadkowy –



Ryc. 1. Rozpraszanie się i skupianie melanosomów w melanoforze.

intermedyna (MSH) wpływa na rozpraszanie się ziaren pigmentu, powodując ciemnienie skóry. Natomiast na agregację melaniny prowadzącą do jaśnienia wpływa hormon szyszynki – melatonina. Hormony działają antagonistycznie. Obydwa związki łączą się z receptorami błonowymi komórek pigmentowych, powodując wewnątrzkomórkową reakcję kaskadową. Drugim rodzajem melanoforów są wydłużone komórki położone w naskórku. Odpowiadają one za tzw. morfologiczną zmianę koloru, związaną z kolorem tła na którym osobnik przebywa przez dłuższy czas. W przypadku ciemnego tła zmiana odbywa się poprzez syntezę i transport melaniny do pobliskich komórkach naskórka. Adaptacja do jasnego tła wynika z utraty melaniny w komórkach. Morfologiczna zmiana koloru wymaga zdecydowanie dłuższego okresu czasu niż zmiana fizjologiczna.

Frekwencja chromatoforów, ich rozmieszczenie i wzajemne oddziaływanie skutkują charakterystycznym dla gatunku wzorem barwnym. Bezpośredni wpływ na ubarwienie mają zawierające pigmenty ksantofory i melanofory, natomiast guanofory pełnią funkcje pośrednie, odpowiadając za barwy strukturalne. Przykładowo, przenikające do skóry płaza białe światło odbijając się od kryształów obecnych w guanoforach, zmienia się w światło niebieskie.

Wówczas, jeżeli w wyższych warstwach skóry nie znajdują się komórki zawierające barwniki, dla obserwatora płaz będzie miał barwę niebieską. Natomiast jeżeli powyżej guanoforów znajdują się ksantofory z żółtym pigmentem, dla obserwatora płaz będzie miał barwę zieloną (nastąpi nałożenie się barwy niebieskiej z żółtą).



Ryc. 2. *Hyperolius viridiflavus*. Fot. Martin Pickergill.

Wspomniana we wstępie fizjologiczna rola ubarwienia jest związana przede wszystkim w termoregulacją. Na przykład u północnoamerykańskiej żaby zielonej *Rana clamitans* powierzchnia ciała wystawiona na bezpośrednie promieniowanie słoneczne jest koloru jasnozielonego. Reszta ciała znajdująca się w cieniu lub pod wodą ma wówczas kolor brązowy lub ciemnooliwkowy. Zróżnicowanie ubarwienia zdaje się odzwierciedlać ochronę organizmu przed zbytnim promieniowaniem świetlnym i jego konsekwencjami. Ciekawym przykładem jest także afrykański *Hyperolius viridiflavus*, który na czas pory suchej może znacząco zwiększyć liczbę irydoforów. Wówczas szkodliwe dla płaza związki azotowe są częściowo gromadzone w postaci osmotycznie obojętnych i nietoksycznych puryn. Dzięki temu stężenie mocznika w organizmie nie może wzrosnąć do poziomu zagrażającemu jego życiu. Irydofory mogą także, podobnie jak u *Rana clamitans* wpływać na zdolności termoregulacyjne.

Komunikacyjną rolę ubarwienia ciała jest umożliwienie zwierzęciu ukrycia się lub zaprezentowania.

Ubarwienie osobnika mające na celu jego ukrycie nosi nazwę ubarwienia kryptycznego (mimetycznego). Stanowi ono jedną z form ochrony przed drapieżnikami, wyrażającą się poprzez upodobnienie do zajmowanego siedliska pod względem barwy i desenia. Ten rodzaj strategii można zaobserwować np. u azjatyckiego *Theloderma corticale* czy u wspo-



Ryc. 3. *Bufo bufo*. Fot. Karolina A. Budzik.

mnianego wcześniej *Hyperolius viridiflavus* (Ryc. 2). Warto zaznaczyć, że jest to gatunek o prawdopodobnie największym zróżnicowaniu ubarwienia spośród wszystkich kręgowców. W jego obrębie wyróżnia się liczne podgatunki, znacznie różniące się wyglądem



Ryc. 4. *Salamandra salamandra*. Fot. Karolina A. Budzik.

i przy tym nie zawsze mimetyczne. Z polskich płazów, ubarwienie kryptyczne występuje np. u żab zielonych *Pelophylax esculentus complex* i u ropu-



Ryc. 5. *Dendrobates auratus*. Fot. Karolina A. Budzik.

chy szarej *Bufo bufo*. Wspomniana ropucha poza okresem godowym zamieszkuje między innymi łąki, pola uprawne, sady i ogrody. Ziemisty kolor ciała łatwo upodabnia ją do otoczenia (Ryc. 3). Ten sposób ochrony jest też najwcześniej stosowanym przez płazy w ich rozwoju osobniczym. Większość kijanek

i larw, nie mogąc aktywnie bronić się przed wrogami, w ten sposób „ukrywa się” przed nimi. Za przykład może tu posłużyć larwa naszej salamandry płamistej *Salamandra salamandra*. Rozwijając się w strumieniach, na ich piaszczystym dnie wśród liści i kamieni jest często trudna do zauważenia dzięki barwnemu kamuflażowi (Ryc. 4).

Ubarwienie mające na celu zwrócenie uwagi ma zwykle znaczenie ostrzegawcze lub godowe. Pierwsze – ostrzegawcze (aposematyczne) ma ostrzegać drapieżniki o trujących właściwościach osobnika, który odróżnia się od środowiska w jaskrawy, kontrastowy sposób. Najlepiej poznaną rodziną toksycznych płazów są drzewołazy, występujące w większości w wilgotnych lasach Ameryki Południowej. *Dendrobates auratus* (Ryc. 5) czy *Dendrobates mysteriosus* (Ryc. 6) nie ukrywają się przed drapieżnikami. Ich wrogowie łatwo zapamiętują, że są dla nich niejadalne. Wkrótce po schwytaniu płaza, zawarte w jego skórze alkaloidy powodują podrażnienie, co skutkuje zazwyczaj jego uwolnieniem. Intensywnie żółte zabarwienie ciała płaza beznogiego *Schistometopum thomense* (Ryc. 7) z afrykańskiej wyspy Sao Tome, wydaje się także pełnić rolę odstrasżającą. Jednakże



Ryc. 6. *Dendrobates mysteriosus*. Fot. Claudia Koch.

w tym rzędzie płazów dotychczas nie zidentyfikowano trujących właściwości skóry osobników. Z krajowych gatunków typowo aposematyczne ubarwienie występuje u dorosłych osobników salamandry plamistej *Salamandra salamandra*. Na uwagę w tym względzie zasługują również nasze kumaki: kumak nizinny *Bombina bombina* i kumak górski *Bombina variegata*.



Ryc. 7. *Schistometopum thomense*. Fot. Gonzalo Mucientes.

ta. Barwa spodu ich ciała pełni funkcje odstraszające, natomiast strona grzbietowa jest mimetyczna. To ciekawy przykład obrony przed drapieżnikami poprzez łączenie dwóch form ubarwienia.



Ryc. 8. *Ambystoma maculatum* poza okresem godowym. Fot. Todd Pierson.

Drugi rodzaj ubarwienia mający na celu zwrócenie uwagi, to ubarwienie godowe. Polega ono na unaocznieniu dobrej kondycji samca, poprzez intensywność zabarwienia całego lub określonego rejonu ciała w porze godowej. Tylko zdrowe osobniki mogą pozwolić sobie na zainwestowanie w kosztowną zmianę ubarwienia. Wymaga ono bowiem wydatku energetycznego związanego z wytworzeniem odpowiedniego koloru ciała (zintensyfikowanie barwy lub pojawienie

się nowej). Ponadto, zwiększa ryzyko bycia zauważonym nie tylko przez samice swojego gatunku, ale i przez drapieżniki. Nie należy mylić ubarwienia godowego z ubarwieniem związanym z dymorfizmem płciowym, które także jest spotykane u płazów. Dymorfizm dotyczy stałych różnic w ubarwieniu samca i samicy, np. u *Bufo canorus* z Ameryki Północnej. Zmianę zabarwienia ciała w porze godowej można zaobserwować natomiast między innymi u północnoamerykańskiej ambystomy plamistej *Ambystoma maculatum*. Zwykle matowo-jasne plamy na grzbiecie samców (Ryc. 8) nabierają w tym czasie intensywnie żółtego zabarwienia (Ryc. 9). Przykładem gatunku, który zmienia zabarwienie całego ciała jest nasza krajowa żaba moczarowa *Rana arvalis*. Na go-



Ryc. 9. *Ambystoma maculatum* w szacie godowej. Fot. Todd Pierson.

dowisku samce przybierają błękitną barwę, na skutek silnego uwodnienia organizmu wynikającego z podniesienia poziomu limfy. Widok masowych godów tego gatunku na długo pozostaje w pamięci.

Za ubarwienie płazów morfologicznie odpowiada zwarte w ich skórze chromatofory, których liczba i rozmieszczenie są uwarunkowane genetycznie. Jednak na charakterystyczny wygląd wpływa także środowisko, do którego każdy osobnik przystosowuje się indywidualnie. U płazów barwa ciała pełni głównie funkcje aposematyczne i kryptyczne. Ponadto u wielu gatunków znacząco wiąże się z porą godową (ubarwienie godowe samców).



DLACZEGO NIEKTÓRE WĘŻE SĄ CZARNE?

Stanisław Bury (Kraków)

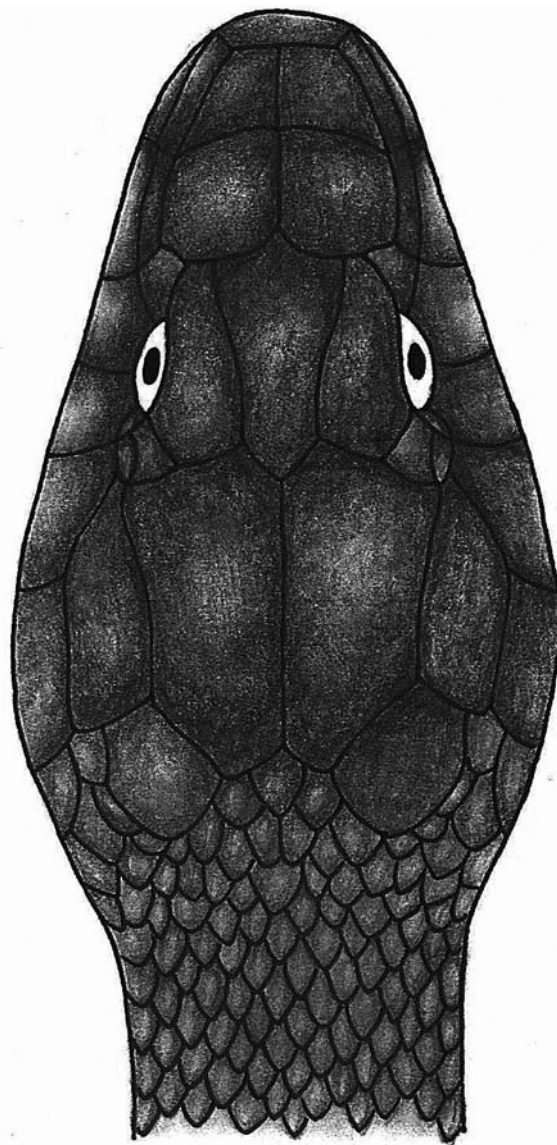
Wstęp

Ubarwienie jest jedną z cech zwierząt, która zawsze przyciągała uwagę ludzi. Każdy kiedyś obserwował kolorowe motyle, czarno-żółte salamandry, widział w telewizji lub zna z opowiadań czarną panterę czy jaskrawe węże koralowe. Ubarwienie nie powstało jednak po to, aby zwracać naszą uwagę, ale w wyniku długotrwałego procesu ewolucji pod wpływem działania doboru naturalnego. Kolor i barwny deseń zwierzęcia wiąże się z rozmaitymi elementami jego życia. Może mieć znaczenie w interakcjach społecznych pomiędzy osobnikami, np. być oznaką pozycji w hierarchii, może ułatwiać drapieżnikom dyskretnie podejść do ofiary, a z kolei ofierze pozostać niezauważoną. U zwierząt zmiennocieplnych ponadto może mieć wpływ na mechanizmy termoregulacyjne. Zatem ubarwienie jakim dysponuje osobnik, w wielu przypadkach jest swego rodzaju ewolucyjnym kompromisem – wypadkową różnokierunkowej presji doboru naturalnego.

Zmienność i polimorfizm

Ubarwienie zwierząt może być bardzo zróżnicowane nawet wewnątrz tego samego gatunku. U większości z nich trudno bowiem spotkać dwa osobniki, które będą posiadać identyczny deseń – układ plam, pasów, a także odcień barw grzbietu, itd. Co prawda u części gatunków wszystkie osobniki wydają się być takie same pod względem ubarwienia, ale jeśli dobrze się przyjrzeć można znaleźć pewne drobne różnice, np. w położeniu plam względem siebie czy kontraście pomiędzy barwnym wzorem a tłem. W niektórych przypadkach duże podobieństwo pomiędzy osobnikami w populacji jest korzystne, zdarza się nawet, że kilka występujących sympatrycznie gatunków jest do siebie bardzo podobnych. Klasycznym przykładem jest zjawisko mimikry u węży koralowych (*Micrurus* sp.). Ciało tych węży pokrywają charakterystyczne naprzemiennie ułożone poprzeczne pasy o kontrastowym, jaskrawym kolorze. W ten sposób koralówki sygnalizują, że są niebezpieczne i lepiej zostawić je w spokoju. W konsekwencji większość drapieżników widząc kolorowego, jaskrawego węża woli nie ryzykować ukąszenia i nie atakuje. Sytuację tę „wykorzystały” zupełnie niegroźne węże mleczne (rodzaj *Lampropeltis*), swoimi barwami upodabniając się do

gatunków jadowitych, tym samym zabezpieczając się przed atakami drapieżnych zwierząt. Wzajemne podobieństwo mogą wykazywać też same gatunki niebezpieczne. W tym przypadku drapieżniki szybciej uczą się, że jaskrawego węża lepiej zostawić w spokoju i dzięki temu mniejszy procent osobników z obu (lub więcej) podobnych gatunków ginie. Czasem jednak duża zmienność pomiędzy osobnikami może okazać



Ryc. 1. Ubarwienie głowy zaskrońca zwyczajnego (*Natrix natrix*) formy melanistycznej.

się korzystniejsza. Można bowiem wyobrazić sobie sytuację w której drapieżniki uczą się polowania na określony typ ofiar, które rozpoznają i wykrywają na podstawie koloru ciała. Jeśli w populacji każdy

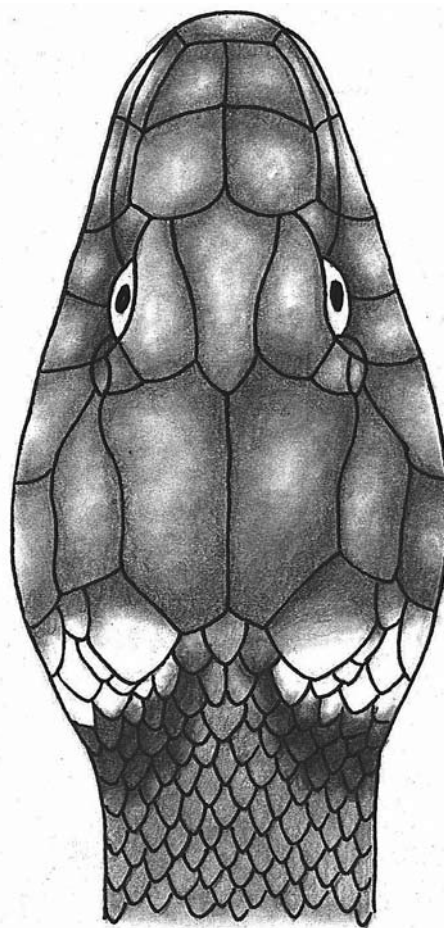
osobnik jest inny, utrudnia to drapieżnikowi rozpoznanie ofiary i nauczanie się „na kogo” można polować.

Polimorfizm cech, czyli wielopostaciowość – sytuacja gdy w populacji istnieje obok siebie kilka znacznie odmiennych form danej cechy jest szeroko rozpowszechniona w świecie zwierząt. Przykładów tego zjawiska nie trzeba daleko szukać, możemy je bowiem zaobserwować u krajowych gatunków gadów, np. u żmii zygzakowatej. Większość żmij z jakimi się spotykamy w czasie letnich wycieczek jest szara lub brązowa z charakterystycznym zygzakiem na grzbiecie. Wszystkie są od siebie w pewnym stopniu różne, jedne są jaśniejsze, inne ciemniejsze, u niektórych zygzak jest czarny i kontrastowy, u pozostałych nieco słabiej odcinający się od tła. Widzimy więc, że każda żmija jest inna, a ta prosta obserwacja potwierdza, że cechy, jak np. ubarwienie, wykazują pewną zmienność. Zauważyć można jeszcze jedno – osobniki nie dzielą się tylko na szare i brunatne, ani na takie u których wstęga jest czarna lub brązowa, a zatem nie dość, że wszystkie żmije różnią się od siebie to zmienność ich ubarwienia ma charakter ciągły, gdyż zarówno podstawowa barwa ciała, jak i barwa wzoru wykazują różne natężenie u różnych osobników. Czasem w populacji pojawia się wariant cechy znacznie odbiegający od „typowej” zmienności, napotykamy bowiem też takie żmije, które określa się mianem melanistycznych, są całe czarne, a zygzak jest u nich niewidoczny. Jeśli taka nowa, nietypowa mutacja poważnie zmniejsza dostosowanie osobnika, dobór naturalny może ją szybko wyeliminować. Może się jednak okazać, że taki odstający od reszty osobnik przeżywa i osiąga wyższy sukces reprodukcyjny niż pozostałe – wtedy mutacja zaczyna się rozprzestrzeniać, niekiedy wypierając formę typową. Może być też tak jak w przypadku melanistycznych żmij, mianowicie nowy wariant cechy nie jest ani zbyt faworyzowany ani całkiem eliminowany przez dobór, ale utrzymuje się na określonym poziomie. W takim układzie mamy do czynienia ze zjawiskiem polimorfizmu, czyli sytuacją kiedy w populacji oprócz form typowych, nazywanych dzikimi, występują także formy nieciągłe, nie mieszczące się w normalnym zakresie zmienności cechy. Przyjmuje się, że formę można uznać za polimorficzną, jeśli jej frekwencja w populacji wynosi co najmniej 1 %.

Skąd bierze się melanizm?

Pierwszym pytaniem dotyczącym barw ciała zwierząt jakie przychodzi na myśl jest jego fizjologiczne i molekularne podłoże. Podczas gdy u ssaków w powstawaniu ubarwienia biorą udział komórki zwane

melanocytami, produkujące dwa typy barwników – eumelaninę odpowiadającą za barwę czarną i brązową oraz feomelaninę odpowiadającą za barwę czerwoną i żółtą, u gadów sytuacja jest nieco bardziej złożona, bowiem mamy tu do czynienia z trzema różnymi typami barwników ulokowanych w określonych typach chromatoforów, czyli komórek barwnikowych. Są to melanofory z melaninami, ksantofory produkujące barwnik żółty i czerwony oraz irydofory odbijające i załamujące światło, dzięki czemu skóra niektórych gadów ma w słońcu charakterystyczny tęczyowy połysk. Melaniny, których nadmiar jest bezpośrednią



Ryc.2. Ubarwienie głowy zaskronca zwyczajnego (*Natrix natrix*) formy typowej.

przyczyną melanizmu są pochodnymi aminokwasu tyrozyny, która ulega w organizmie serii przemian, głównie z udziałem enzymu tyrozynazy. Poziom tyrozynazy jest z kolei regulowany przez hormon melanotropowy (MSH). Receptor tego hormonu jest kodowany przez gen *Mclr* (*melanocortin-1-receptor*), którego mutacje są częstą przyczyną melanizmu zwierząt (w tym prawdopodobnie także u gadów). Wykształcenie ubarwienia jest zatem złożonym procesem, na który składa się funkcjonowanie wielu genów, pomiędzy którymi dochodzi do oddziaływań

epistatycznych, czyli sytuacji gdy efekt ekspresji jednego genu wpływa na funkcjonowanie innych genów. Przykładowo mutacja w locus odpowiedzialnym za syntezę tyrozynazy prowadzi do amelanizmu, gdyż przerwana zostaje synteza melaniny, w której enzym ten bierze udział i nawet jeśli sekwencje pozostałych genów pozostają niezmienione to ubarwienie nie zostanie wykształcone. Można więc oczekiwać, że również inne geny mogą być odpowiedzialne za powstanie melanizmu. Znane są takie sytuacje u innych grup zwierząt, a wśród węży analogicznym przykładem może być amelanizm u boa dusicieli, znane są bowiem dwie recesywne mutacje genów z różnych loci powodujące to zaburzenie. W konsekwencji krzyżując dwie homozygoty recesywne, każdą pod względem innego locus otrzymamy potomstwo ubarwione normalnie, heterozygotyczne w obu loci. W przypadku gadów wiedza na temat genetycznego podłoża ubarwienia jest niestety w dalszym ciągu niepełna. Nieco informacji dostarczają selekcje w hodowlach terrarystycznych, w których uzyskując nowe odmiany barwne, a następnie krzyżując je ze sobą, uzyskuje się informacje o dziedziczeniu barw i zależnościach pomiędzy poszczególnymi loci. Zauważono na przykład, że ciemne, szare lub czarne ubarwienie może wiązać się również z zaburzeniami syntezy barwników ksantoforowych, odpowiadających za kolory czerwony i żółty. Wtedy ich brak uwydatnia barwę melanin. Należy jednak zaznaczyć, że takie sytuacje rzadko mają miejsce w naturze.

Melanizm w populacjach naturalnych

W sytuacji gdy dochodzi do mutacji powodującej melanizm, zwierzę jest praktycznie w całości czarne, a zatem funkcje typowego ubarwienia zostają zaburzone. Osobnik taki nie ma specyficznej kombinacji barw i wzorów, wobec czego nie jest już w stanie upodobnić się do otoczenia ani nie może jaskrawymi barwami zasygnalizować, że nie jest bezbronny i lepiej go nie atakować itd. Zatem w wyniku działania drapieżników mutacja taka może szybko zniknąć z puli genowej populacji. W wielu populacjach, melanizm się jednak utrzymuje i to niekiedy ze znaczną frekwencją, np. w przypadku żmii zygzakowatej jest to zjawisko obserwowane w bardzo wielu rejonach, m.in. w całych Bieszczadach. Muszą zatem istnieć jakieś mechanizmy, dzięki którym ten typ polimorfizmu nie zanika. Można się domyślać, że skoro polimorficzna forma cechy powoduje obniżenie dostosowania względem tej cechy w stosunku do dzikiej formy, to aby nie została ona wyeliminowana z populacji ten negatywny efekt musi być czymś zbalansowany.

Innymi słowy nowa mutacja powinna wykazywać jakieś korzyści, które przynajmniej częściowo rekompensują jej szkodliwe konsekwencje. W przypadku melanizmu u gadów, które są zmienneocieplne można oczekiwać, że czarna barwa ze względu na swoje fizyczne właściwości będzie ułatwiać nagrzewanie się i gromadzenie ciepła. Możemy zatem mówić o skutkach plejotropowych melanizmu, ponieważ zmodyfikowany jest nie tylko kolor ciała, ale pośrednio także zdolności termoregulacyjne.



Ryc.3. Melanistyczny osobnik żmii zygzakowatej (*Vipera berus*). Zygzak jest niewidoczny.

Badania testujące hipotezy na temat antydrapieżniczych i termoregulacyjnych funkcji ubarwienia prowadzono na żmijach zygzakowatych, porównując grupy czarnych i typowych żmij. W eksperymentach terenowych z zastosowaniem sztucznych modeli węży okazy czarne częściej były atakowane przez drapieżniki niż typowe, co potwierdziło ochronne właściwości zygzakowatego ubarwienia i brak takich właściwości u okazów czarnych. Potwierdzone także zostały przypuszczenia o korzyściach płynących z posiadania czarnej barwy. W tym przypadku węże trzymane w kontrolowanych warunkach i eksponowano na identyczne warunki nasłonecznienia. Pomiarzy temperatury ciała wykazały, że osobniki ciemniejsze nagrzewają się szybciej i osiągają nieco wyższą temperaturę ciała niż typowe.

Wspomniane obserwacje poczyniono wykorzystując osobniki dorosłe. Należy pamiętać, że zróżnicowanie pomiędzy osobnikami ze względu na wiek pociąga za sobą różnorodne konsekwencje i ubarwienie może, w zależności od wieku, pełnić nieco inne funkcje, a zatem inne będą także skutki melanizmu. Rozwój zwierzęcia kojarzony jest przede wszystkim ze zmianami w zakresie budowy i funkcjonowania organizmu. W rzeczywistości jednak jest to proces znacznie wykraczający poza ten schemat i wiąże się również ze zmianami na poziomie behawioralnych

i ekologicznych właściwości osobnika. Wraz ze wzrostem zwierzęcia zmienia się bowiem jego pozycja w zależnościach troficznych ekosystemu, a to skutkować może modyfikacjami niektórych elementów strategii życiowej. Przykładem może być rodzimy zaskrońiec zwyczajny. Dieta osobników młodych różni się bowiem nieco od diety dorosłych. Inne są także zagrożenia z jakimi stykają się zaskrońce w różnym wieku, przy czym spektrum wrogów naturalnych zagrażających młodym węzom jest większe niż w przypadku zaskrońców dorosłych. Można stąd wnioskować, że młode węże będą dysponować adaptacjami zabezpieczającymi przed nadmierną presją ze strony drapieżców. Okazuje się, że ubarwienie jest jednym z takich przystosowań, co pokazały badania przeprowadzone w Szwecji przez Thomasa Madsena nad wspomnianym zaskrońcem zwyczajnym. Porównując grupę świeżo wylęgłych zaskrońców z osobnikami wyrosniętymi Madsen dostrzegł różnice w wyrazistości wzorów i natężeniu barw. Młode są na ogół bardziej kontrastowe, dotyczy to zwłaszcza plam zaskroniowych, które są jasne i wyraźne, a ponadto grzbiet zwykle pokryty jest białymi cętkami wyróżniającymi się na ciemnym tle. Dojrzałe zaskrońce mają zasadniczo taki sam deseń, jednak barwy z wiekiem blakną, co szczególnie jest widoczne u dużych, starych samic, których plamy zaskroniowe mogą być zupełnie poszarzałe. Różnice te skłoniły szwedzkiego herpetologa do wykonania prostej manipulacji odkrywającej ich znaczenie. W ramach eksperymentu wykonano kilkadziesiąt plastikowych modeli małych węży o typowych barwach i tyle samo modeli czarnych. Następnie umieszczono je na określonej powierzchni badawczej i obserwowano reakcje drapieżników. Zauważono, że modele typowe są rzadziej atakowane przez drapieżne ptaki niż czarne (melanistyczne). Autor na tej podstawie zasugerował, że jaskrawsze ubarwienie młodych ma charakter aposematyczny, tj. zniechęcający drapieżniki do ataku, a żółty lub pomarańczowy kolor plam w tylnej części głowy ma kojarzyć się z trudnymi do połknięcia i nieprzyjemnymi w smaku owadami. Jednocześnie dowiedziono, że mutacja powodująca melanizm upośledza obronne mechanizmy bazujące na ubarwieniu jakimi dysponuje zwierzę, czyniąc je podatnym na częstsze ataki drapieżników. W przypadku zaskrońca zwyczajnego dane zebrane w Dolinie Sanu w Bieszczadach, jedynym miejscu w Polsce gdzie notowano występowanie czarnej formy tego gatunku, pokazują, że najmniejsze osobniki wykazujące nietypowo ciemne ubarwienie mieszczą się w przedziale długości 40–50 cm – takie rozmiary zaskrońce osiągają zwykle między 2 a 4 rokiem życia, nie stwierdzano natomiast melanistycznych młodych

w najniższych klasach wiekowych. Podobne obserwacje poczyniono u tego gatunku na bałtyckiej wyspie Gotlandii oraz u innego rodzimego węża – żmii zygzakowatej, u której wybarwienie się zachodzi zwykle między 2 a 3 rokiem życia. Stwierdzenia melanizmu u tych gatunków pośród młodych są bardzo rzadkie i dotyczą jedynie pojedynczych osobników. W tej sytuacji nasuwa się pytanie dlaczego melanizm u tych węży ujawnia się dopiero z wiekiem? Zważywszy na przewidywane korzyści termoregulacyjne, można by się spodziewać czarnych osobników we wszystkich klasach wieku. Badania przeprowadzone na amerykańskich węzach z rodzaju *Thamnophis*, zasiedlających wyspy na jeziorze Erie, krewniaków znanego nam zaskrońca, rzuciły nieco światła na ten problem. Otóż w badaniach tych zwrócono uwagę na potencjalne efekty termoregulacyjne wpływające, jak zakładano, z właściwości czarnej barwy ciała. Pomiar temperatury ciała osiąganą przez zwierzę oraz szybkości nagrzewania się w zależności od barwy i wieku (przełożonego na rozmiar) pokazały, że oba parametry nie różnią się w istotny sposób pomiędzy obiema formami, ale jedynie u młodych węży. Dorosłe wykazują pewne różnice, jednak tylko w wysokości osiąganą temperatury, co może nieść korzyści związane z reprodukcją, zwłaszcza u osiągających większe rozmiary samic. Zatem opóźniona ekspresja melanizmu może wiązać się ze wspomnianym już faktem braku termoregulacyjnych korzyści u osobników młodych. W tej sytuacji podwyższona presja drapieżnicza nie jest w żadnym stopniu rekompensowana i przez to cecha nie rozprzestrzenia się w populacji. Takim tokiem wnioskowania można pokusić się o wyjaśnienie tego zjawiska u żmii i zaskrońca, ale dlaczego w takim razie u *Thamnophis* melanizm występuje również u osobników młodych? Odpowiedź na to pytanie w świetle powyższych wniosków wymaga nieco zastanowienia. Należy pamiętać, że dobór nie jest jedynym czynnikiem ewolucji kształtującym zmienność cechy. W niewielkich, a na dodatek wyspowych, jak w omawianym przypadku, populacjach frekwencja genów często jest kształtowana przez czynniki losowe, np. dryf genetyczny. Ponadto można przypuszczać, że na małych wyspach na jeziorze Erie zamieszkiwanych przez te węże żyje niewiele drapieżników, wobec czego czarne młode nie są eliminowane, a to, że w ogóle występują wynika ze specyficznego podłoża genetycznego z jakim mamy do czynienia w tej konkretnej populacji, warunkującego melanizm ujawniony od wczesnych etapów rozwoju. Pewnym potwierdzeniem tego założenia są wyniki opisywanego już eksperymentu z użyciem sztucznych modeli węży, u *Thamnophis* nie

stwierdzono bowiem różnic w częstości ataków drapieżników na modele czarne i typowe. Oznacza to, że brak jest presji selekcyjnej na melanizm spowodowanej drapieżnictwem lub jest ona bardzo słaba. Można spekulować czy to wyjaśnienie jest wystarczające w odniesieniu do żmii zygzakowatej i zaskrońca. Być może za ubarwienie osobników młodych odpowiadają inne geny niż u osobników dorosłych i mutacje tych genów niosą ze sobą pleiotropowe efekty obniżające dostosowanie, a drapieżniki i termoregulacja mają drugorzędne znaczenie?

Badania nad melanizmem prowadzono także na azjatyckim położe *Elaphe quadrivirgata* na wyspie Yakushima, gdzie od lat obserwowane są czarne formy tych węży.

Populacja położów zamieszkująca wyspę cechuje się mniejszymi rozmiarami ciała niż węże pochodzące z kontynentu. Ponadto u tego gatunku, podobnie jak u północnoamerykańskich *Thamnophis sirtalis*, melanizm występuje także u młodych osobników, co umożliwiło określenie różnic w zdolnościach termoregulacyjnych pomiędzy formami barwnymi z uwzględnieniem wieku. Podobnie jak u innych gatunków stwierdzono, że czarne osobniki czerpią korzyści termiczne płynące z właściwości tej barwy. Natomiast mając na uwadze wcześniejsze rozważania na temat innych gatunków dość zaskakujące wydają się wyniki, zgodnie z którymi, największe różnice obserwuje się u osobników młodych, a nie, jak można by oczekiwać, u dorosłych. Kolejnym aspektem, który wyróżnia *Elaphe quadrivirgata* jest brak różnic we frekwencji melanizmu u obu płci. U żmij i *Thamnophis* bowiem melanizm jest częstszy u samic. Autor prac nad azjatyckim położem sugeruje, że może to wynikać z jajorodności tego gatunku (żmija zygzakowata i *Thamnophis sirtalis* to gatunki żyworodne), która nie narzuca tak dużych wydatków energetycznych na samice jak żyworodność. W tej sytuacji nasuwa się pytanie o zróżnicowane skutki melanizmu w zależności od płci. Gatunkiem, na którym opierano próby odpowiedzi na to pytanie jest, po raz kolejny, żmija zygzakowata. Pierwsze obserwacje poczynione przez dwóch badaczy Andrena i Nilsona na początku lat osiemdziesiątych w Szwecji skupiały się na samcach, a ich wynikiem było stwierdzenie, że melanistyczne samce są cięższe od typowo ubarwionych, co jest korzystne w walkach godowych. Kilka lat później ukazała się praca innego herpetologa Andersa Forsmana, która, wydawało by się, że temu zaprzecza. Mianowicie pomiary wykonane na żmijach z wysp archipelagu Stockholm nie wykazały istotnych różnic w masie

ani długości ciała pomiędzy samcami obu form. Być może jednak założenia Andrena i Nilsona wcale nie zostało obalone, ale na wyspach jest zbyt mało pokarmu, aby zostało ono zrealizowane. Czarne osobniki ze względu na szybszy metabolizm mogą bowiem wymagać obfitszych zasobów pokarmowych, aby w pełni skorzystać na swoich właściwościach. Rok po opublikowaniu pracy Forsmana ukazał się kolejny artykuł wspomnianego już Thomasa Madsena. Przedstawione zostały w nim rezultaty kilkuletnich badań nad wyspową populacją żmii zygzakowatej w warunkach zmiennej dostępności pokarmu, który stanowiły gryzonie. Około połowa samców w tej populacji należała do formy melanistycznej. W pierwszych sezonach badań stwierdzono, że długość ciała czarnych samców była istotnie większa niż u normalnych, a zagęszczenie odławianych gryzoni było wysokie. W kolejnym sezonie natomiast odnotowano spadek zagęszczenia gryzoni, czyli bazy pokarmowej dla żmij. Konsekwencje takiego stanu rzeczy dla węży zauważono już po roku. Większość odłowionych samców była wychudzona, a wielkość populacji spadła o połowę. Wielkość samców odłowionych ponownie, a oznakowanych w poprzednich sezonach była istotnie mniejsza od samców odłowionych po raz pierwszy. Wskazuje to na wyższą śmiertelność dużych samców w okresie spadku dostępności pokarmu, przy czym należy pamiętać, że większe rozmiary ciała cechowały formę melanistyczną. Można zatem wnioskować, że dostępność pokarmu może być ważnym czynnikiem wpływającym na frekwencję melanizmu, a także na jego efekty u osobnika. Jakie są w takim razie konsekwencje melanizmu dla samic? Żmije nie składają jaj, ale rodzą żywe młode. W początkowych etapach ciąży przyjmują jeszcze pokarm, ale potem zupełnie przestają polować i całą energię skupiają na rozwoju zarodków. Poród następuje późnym latem lub jesienią. Jest to dla samic bardzo wyczerpujący proces i zdarza się, że samica ginie po porodzie. Przypadki takie nie należą do rzadkości i mają miejsce najczęściej wówczas, gdy warunki pogodowe utrudniają żerowanie, a pod koniec sezonu spadki temperatury są zjawiskiem częstym i normalnym, działającym na niekorzyść samic. Melanistyczne samice przeważają jednak nad typowymi w wykorzystaniu energii słonecznej, dzięki czemu śmiertelność *post partum* jest u nich mniejsza. Węże jajorodne są w lepszej sytuacji, bowiem składają jaja wczesnym latem, a zatem mają jeszcze sporo czasu na uzupełnienie zapasów energetycznych, przez co różnice pomiędzy czarnymi i normalnymi samicami w przeżywalności mogą się zacierać.

Największe trudności w wyjaśnianiu zjawiska melanizmu nastroczają węże morskie. Wiosłogony (rodzaj *Laticauda*) to szczególny rodzaj węży morskich, gdyż jako jedyne potrafią poruszać się po lądzie, na którym składają jaja, podczas gdy pozostałe morskie węże są żyworodne i wiodą całkowicie wodny tryb życia. Badania rozpoczęte w 2002 roku wykazały, że spośród dwóch objętych obserwacjami gatunków, tylko u jednego – wiosłogona pospolitego (*Laticauda laticauda*) występują formy melanistyczne. Zauważono także, że węże ciemnieją wraz z wiekiem. Dla ułatwienia podzielono je na trzy kategorie: pręgowane (typowe ubarwienie), ciemne (wariant pośredni) i czarne. Wśród świeżo wyklutych osobników praktycznie wszystkie miały pręgowany grzbiet, tylko jeden wąż został zaklasyfikowany jako ciemny. Młode, ale już nieco starsze wiosłogony także w zdecydowanej większości miały typową barwę ciała. Natomiast wśród dojrzałych płciowo węży zaczęły się wyodrębniać ciemne i czarne formy, z przewagą tych pierwszych, przy czym barwa brzusznej strony ciała zawsze pozostawała jasna. U dorosłych samic frekwencja melanizmu okazała się wyższa niż u samców, jednak w tym przypadku zaproponowano inne wyjaśnienie niż u zmij. Mianowicie samce osiągają dojrzałość płciową przy mniejszych rozmiarach ciała, w więc szybciej niż samice. Skutkiem tego wśród samców więcej jest osobników dorosłych niż u samic, u których okres juwenilny trwa dłużej. Wyższa frekwencja melanizmu u dorosłych samic wynika

zatem z mniejszej proporcji tych samic, które są dojrzałe. Pozostaje pytanie dlaczego melanizm u tych węży w ogóle utrzymuje się w populacji? Być może nie się ze sobą spodziewane korzyści termoregulacyjne? W morzu jednak barwa nie ma wpływu na temperaturę organizmu. Wiosłogony za to spędzają część życia na lądzie, ale nawet wtedy czarna barwa na nic się nie przyda, ponieważ wiosłogony pospolite prowadzą nocny tryb życia. Drugi badany gatunek *Laticauda saintgironsi* jest natomiast często obserwowany podczas wygrzewania się w słońcu, ale u niego nie stwierdzono okazów melanistycznych. Wy tłumaczenie to można zatem odrzucić. U zwierząt morskich kontrast pomiędzy ciemnym zabarwieniem grzbietu, a jasną brzuszną stroną ciała może mieć znaczenie anty-drapieżnicze. Jednak frekwencja węży z ciemnym grzbietem była niewielka, ponadto u *L. saintgironsi* w ogóle takich osobników nie stwierdzono, więc to wyjaśnienie także wydaje się mało prawdopodobne. Wreszcie czarne zabarwienie może chronić przed szkodliwymi skutkami promieniowania słonecznego, ale i ten argument wydaje się mało realny, ponieważ jak wspomniano, wiosłogon pospolity jest gatunkiem nocnym i jest znacznie mniej narażony na promieniowanie słoneczne niż monomorficzny *L. saintgironsi*. Przy braku zadowalających wyjaśnień autorzy zasugerowali, że polimorfizm u wiosłogonów może mieć charakter przypadkowy i nie wymaga objaśniania w kontekście adaptacyjnym.

■ Stanisław Bury jest studentem Biologii na Uniwersytecie Jagiellońskim. E-mail: stanislaw.bury@gmail.com.

CHEMICZNE DATOWANIE CAŁUNU TURYSKIEGO

Irena Choczyńska (Kraków)

Całun Turyński jest lnianym płótnem o rozmiarach 434 cm długości i 110 cm szerokości, na którym znajduje się podwójny wizerunek ludzkiego ciała w kolorze sepii. Są to sylwetki mężczyzny, widzianego od przodu i od tyłu, skierowane głowami do siebie. Postać z Całunu nosi wyraźne ślady bicia, biczowania, noszenia korony cierniowej i ukrzyżowania.

Obraz na tkaninie jest skutkiem działania dwóch niezależnych od siebie procesów: w wyniku jednego powstał „odcisk”, a drugiego – „wizerunek” postaci.

„Odcisk”, tworzący na tkaninie ciemniejsze plamy, jest wynikiem kontaktu materiału z martwym ciałem poranionego człowieka. Najnowsze techniki badawcze pozwoliły na identyfikację wielu związków obecnych w płynach fizjologicznych, między innymi

ludzkich globulin i albumin, produktów rozpadu hemoglobiny, a także zwiększone ilości bilirubiny, które pojawiają się w osoczu męzonego człowieka. Analizy hematologii sądowej wykazały, że skazaniec miał grupę krwi AB.

O ile sposób powstania „odcisku” nie budzi wątpliwości, na temat pojawienia się „wizerunku” nie ma żadnej wiarygodnej hipotezy. Jest on wynikiem rozpadu celulozy lnu, który zaszedł wyłącznie na powierzchni włókien, na głębokości do 40 µm. Do zagadkowych cech „wizerunku” należy: jego negatywny charakter, brak konturów, brak struktury kierunkowej, termostabilność, pozory trójwymiarowości oraz brak wpływu ciężaru ciała na proces jego powstawania. Znana jest kolejność zachodzących

zjawisk: najpierw powstał „odcisk”, a potem „wizerunek”, gdyż nie pojawił się on na płótnie pod plamami krwi.

Źródła historyczne pozwalają na odtworzenie dziejów Całunu Turyńskiego od połowy XIV wieku, kiedy pojawił się w Lirey, we Francji, jako własność Gotfryda de Charny. Od tego czasu czczony jest przez chrześcijan jako płótno pogrzebowe Chrystusa.

Zainteresowanie naukowców Całunem rozpoczęło się w 1898 roku, kiedy Secondo Pio wykonał pierwsze zdjęcie tkaniny, i stwierdził, że obraz na niej jest negatywem. W 1978 r. w „Science” ukazał się artykuł, w którym B. Culliton określiła Całun Turyński „wyzwaniem nauki XX wieku”. W ciągu kilkudziesięciu lat, które minęły od tego czasu, Całun poddano badaniom z zakresu historii i historii sztuki, technologii produkcji tkanin, antropologii, medycyny sądowej, analizy chemicznej, palinologii, biochemii, numerycznej obróbki obrazu, numizmatyki i wielu innych. Mimo iż zyskał on już miano najlepiej przebadanego obiektu archeologicznego, w dalszym ciągu kryje w sobie wiele tajemnic.

Jedno z najbardziej intrygujących pytań dotyczy czasu powstania Całunu. Analiza radiowęglowa próbek przeprowadzona w 1988 r. wskazuje na średniowieczne pochodzenie relikwii, ale po badaniach z 2005 r., w których zastosowano test Wiesnera na obecność ligniny, wątpliwości co do jej wieku pojawiły się na nowo.

Chronometria radiowęglowa

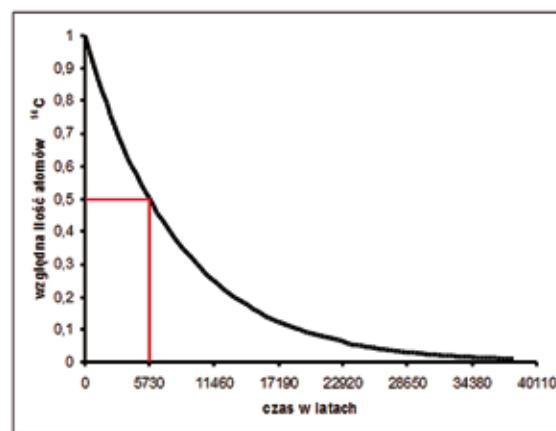
Chronometria radiowęglowa opiera się na analizie zawartości w badanych próbkach izotopu węgla ^{14}C . Izotop ten wytwarzany jest podczas reakcji jądrowych zachodzących w atmosferze. Gdy cząstki promieniowania kosmicznego obdarzone dużą energią zderzają się z atomami ziemskiej atmosfery, powstaje strumień neutronów. Neutrony z kolei zderzają się z atomami azotu, wybijają z ich jąder protony i wchodzą na ich miejsce. W ten sposób atomy azotu ^{14}N , posiadające 7 protonów i 7 neutronów, zamieniają się na atomy izotopu węgla ^{14}C , z 6 protonami i 8 neutronami w jądrze. O trwałości jądra atomowego decyduje stosunek liczby neutronów do liczby protonów. W przypadku izotopu ^{14}C stosunek ten jest za duży, dlatego jądra atomowe ulegają samorzutnemu rozpadowi. W wyniku przemiany β powstają na nowo atomy azotu ^{14}N i strumień elektronów.

Szybkość rozpadu jest w każdej chwili wprost proporcjonalna do liczby jąder, które się jeszcze nie rozpadły, co można zapisać wzorem:

$$\frac{dN}{dt} = -kN$$

gdzie N to liczba jąder izotopu, a k – stała szybkości rozpadu.

W chronometrii istotne jest pojęcie czasu połowicznego rozpadu – τ . Jest to czas, po którym z N jąder ulegających rozpadowi pozostanie połowa. Dla węgla ^{14}C wynosi on około 5730 lat (Ryc. 1).



Ryc. 1. Prawo połowicznego rozpadu. Połowa atomów izotopu węgla ^{14}C rozpada się po upływie 5730 lat.

Węgiel w procesie fotosyntezy zostaje wbudowany w tkanki roślinne, które z kolei stają się pokarmem dla zwierząt. Dopóki organizm żyje, poziom ^{14}C w jego tkankach jest stały, gdyż węgiel w organizmie jest ciągle wymieniany na nowy. W martwych szczątkach organicznych ilość ^{14}C maleje zgodnie z prawem połowicznego rozpadu, i na tej podstawie można obliczyć ile minęło czasu od śmierci organizmu.

Istnieją trzy techniki oznaczeń radiowęglowych. Techniki konwencjonalne: GPC (*Gass Proportional Counter*) i LSC (*Liquid Scintillation Counter*) wykorzystują radioaktywność izotopu węgla ^{14}C . Pierwsza polega na zliczeniu cząstek β (elektronów), które powstają w wyniku rozpadu jąder atomowych, druga na rejestrowaniu przez fotopowielacze słabych błysków światła (scyntytacji) powodowanych przez wyrzucane z jąder cząstki β . Najnowsza technika to spektrometria mas z użyciem akceleratora – AMS (ang. *Akcelerator Mass Spektrometry*) wykorzystująca różnice w masach atomowych izotopów. Akcelerator wytwarza napięcie rzędu kilkuset tysięcy woltów, które przyspiesza jony. Pozwala to na oddzielenie jonów o różnych masach i ich zliczenie. Trudność pomiaru wynika z faktu, iż strumień jonów ^{14}C jest 10^{12} razy słabszy od strumienia ^{12}C .

W technikach konwencjonalnych liczy się rozpady jąder izotopu. Ponieważ jest ich bardzo mało, a czas połowicznego rozpadu wynosi 5730 lat, aby otrzymać wystarczającą liczbę zliczeń pomiar musi trwać

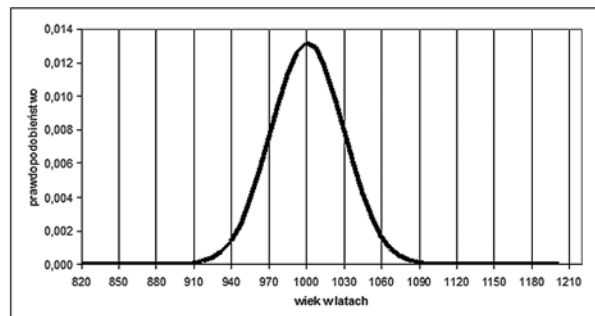
odpowiednio długo (1–2 doby), a próbka musi być odpowiednio duża – od 10 do 500 g. Pomiar techniką AMS jest znacznie krótszy i wymaga „poświęcenia” tysiąckrotnie mniejszej ilości materiału.

Niezależnie od stosowanej techniki kluczową kwestią dla uzyskania prawidłowego wyniku jest właściwe przygotowanie próbki do analizy. Polega ono przede wszystkim na usunięciu zanieczyszczeń zawierających węgiel, a więc mających wpływ na wynik datowania. Do odmłodzenia próbki mogą przyczynić się np. przerastające obiekt korzonki roślin lub osadzający się na nim pyłek kwiatowy. Postarzenie próbki jest najczęściej wynikiem wymiany węgla z otaczającymi obiekt starszymi osadami. Preparatyka próbek w laboratorium rozpoczyna się od mechanicznego usunięcia widocznych zanieczyszczeń za pomocą igieł preparacyjnych lub myjki ultradźwiękowej. Dalsze postępowanie zależy od rodzaju badanego materiału. Najczęściej stosuje się tzw. metodę AAA (Acid – Alkali – Acid), czyli płukanie kolejno w kwaśnym, zasadowym i kwaśnym roztworze. Pierwsza kąpiel w słabym kwasie usuwa węglany, które nie stanowią materiału próbki, kąpiel zasadowa – zanieczyszczenie humusem z gleby, kolejna kwaśna kąpiel – zaabsorbowany przez próbkę z atmosfery dwutlenek węgla. Następnie z próbek wydobywa się węgiel i doprowadza do postaci odpowiedniej dla stosowanej techniki (GPC – dwutlenek węgla, LSC – benzen, AMS – grafit).

Uzyskana data radiowęglowa zapisywana jest najczęściej w postaci wyrażenia: $\mu \pm \sigma$, gdzie μ jest zmierzonym wiekiem, a σ – odchyleniem standardowym. Taka konwencja podawania wyników jest konsekwencją faktu, iż każdy pomiar obarczony jest niepewnością pomiarową, wynikającą z losowości procesu zliczania cząstek. Gdybyśmy wykonali bardzo dużo datowań jednego obiektu, otrzymalibyśmy zbiór wyników mniej lub bardziej zbliżonych do rzeczywistego wieku. Przy założeniu, że na pomiary wpływają czynniki losowe i niezależne od siebie, możemy przyjąć, iż prawdopodobieństwo pojawienia się konkretnych wartości zgodne jest z rozkładem normalnym (Gausa) (Ryc. 2).

Rozkład normalny opisywany jest dwoma parametrami: wartością oczekiwaną i odchyleniem standardowym, które jest miarą zmienności, czyli rozrzutu wyników wokół wartości oczekiwanej. Przy czym 68% z nich znajduje się w granicach od $\mu - \sigma$ do $\mu + \sigma$, a 95% w granicach od $\mu - 2\sigma$ do $\mu + 2\sigma$. Możemy zatem powiedzieć, że rzeczywisty wiek badanego przedmiotu z 68% prawdopodobieństwem mieści się w przedziale $\mu \pm \sigma$, lub z 95% prawdopodobieństwem w przedziale $\mu \pm 2\sigma$. Im większą chcemy mieć

pewność, co do poprawności wyniku, tym większy musimy przyjąć przedział wieku.



Ryc. 2. Rozkład normalny prawdopodobieństwa (tzw. krzywa dzwonowa) dla przypadku gdy $\mu = 1000$, a $\sigma = 30$.

Podstawowym założeniem, na którym oparto metodę datowania radiowęglowego, było stałe stężenie ^{14}C w atmosferze. Tymczasem może się ono nieznacznie wahać, gdyż intensywność promieniowania kosmicznego podlega tzw. modulacji międzyplanetarnej. Jej przyczyną są zmiany aktywności Słońca, a także pola magnetycznego Ziemi, które osłania planetę przed strumieniem protonów. Innym zjawiskiem wpływającym na stężenie ^{14}C w atmosferze jest różna intensywność mieszania się wód oceanicznych, w których rozpuszczone są ogromne ilości dwutlenku węgla. Od czasów rewolucji przemysłowej na stężenie ^{14}C ma wpływ również czynnik antropogeniczny. Dwutlenek węgla pochodzący ze spalania paliw kopalnych (węgiel, ropy naftowej, gazu) nie zawiera niestabilnego izotopu węgla, gdyż uległ on już rozpadowi. Odwrotny efekt przynoszą wybuchy jądrowe przeprowadzane od lat pięćdziesiątych dwudziestego wieku.

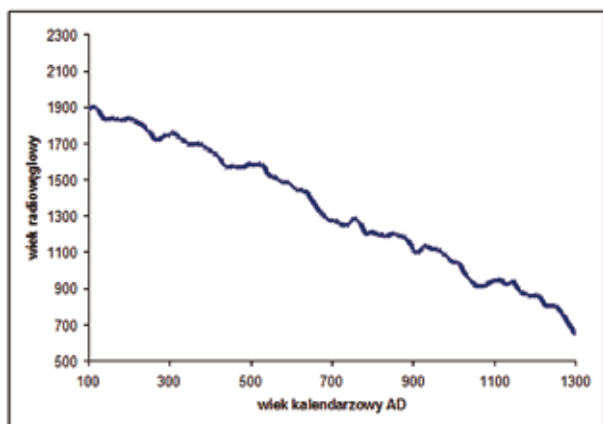
Zmiany stężenia ^{14}C w atmosferze sprawiają, iż pomiary wieku uzyskane metodą radiowęglową należy kalibrować, wykorzystując inne techniki datowania bezwzględne. Najlepiej nadaje się do tego dendrochronologia (Ryc. 3). Po pierwsze, umożliwia bardzo precyzyjne określenie wieku (do jednego roku), po drugie, drewno zawiera węgiel, a więc można go datować radiowęglowo. Każda zbadana próbka drewna daje dwa wyniki: wiek rzeczywisty (dendrochronologiczny) i wiek radiowęglowy (konwencjonalny). Krzywa kalibracyjna powstaje poprzez umieszczenie na osi X wieku rzeczywistego, a na osi Y wieku radiowęglowego (Ryc. 4).

Określenie wieku obiektu z wykorzystaniem krzywej kalibracyjnej nie jest prostym zadaniem. O ile dowolnemu punktowi na osi X (wiek kalendarzowy) odpowiada tylko jeden punkt na osi Y (wiek konwencjonalny), o tyle otrzymany wynik datowania radiowęglowego może wskazywać na kilka różnych dat wieku kalendarzowego. W wielu miejscach krzywej kalibracyjnej można znaleźć odcinki poziome,

tw. plateau, co oznacza, że przedmioty powstające w dłuższym okresie, będą miały ten sam wiek radiowęglowy (Ryc. 5).



Ryc. 3. Przekrój poprzeczny przez pień modrzewia z wyraźnie widocznymi słojami. Wielkość przyrostów w dużym stopniu zależy od temperatury i opadów w danym sezonie wegetacyjnym. Pojawiające się w przeszłości ekstremalne warunki pogodowe, obejmujące swoim zasięgiem duży obszar, pozostawiają swój ślad w postaci wyjątkowo wąskich lub szerokich słojów, dlatego pierścienie w pniach rosnących tam drzew układają się w charakterystyczne serie. Porównując drewno pochodzące z różnych okresów, i odnajdując w nim słoje z tzw. lat wskaźnikowych, można skonstruować „dendrochronologiczną skalę czasu”, obejmującą nawet kilka tysięcy lat. Fot. W. Różański.

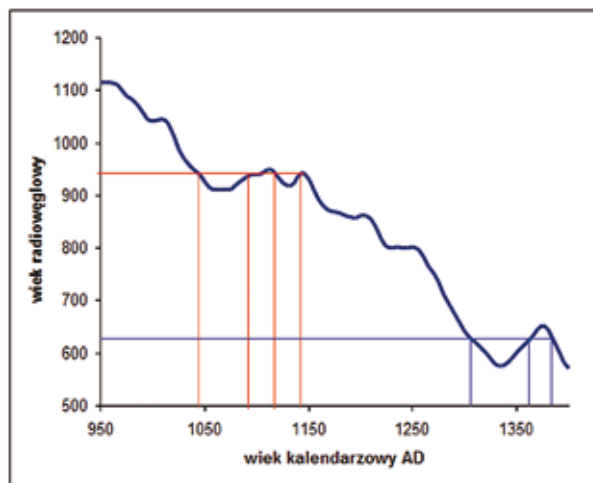


Ryc. 4. Dendrochronologiczna krzywa kalibracyjna dla okresu od 100 do 1300 lat n.e. Dane pochodzą ze strony <http://www.adamwalanus.pl/Kalib14C.html>.

Ponadto należy pamiętać, że wszystkie pomiary (również te, które służyły do utworzenia krzywej kalibracyjnej) są obarczone niepewnością pomiarową. Po kalibracji gęstość prawdopodobieństwa nie jest już opisana funkcją Gaussa i jest trudna do interpretacji. Prawdopodobieństwo może się „zagęszczać” w kilku miejscach przedziału, dlatego wiek kalibrowany zapisuje się podając jego granice, przyjmując pewien poziom prawdopodobieństwa – 68% lub 95%.

Test na obecność ligniny

Lignina (drzewnik) jest polimerem wielkocząsteczkowym (M_{cz} powyżej 10 000 j.m.a.), w którego skład wchodzi alkohole aromatyczne (Ryc. 6). Jej cząsteczki tworzą silnie rozgałęzione trójwymiarowe struktury, usieciowane wiązaniami eterowymi i kowalencyjnymi węgiel-węgiel. Lignifikacja



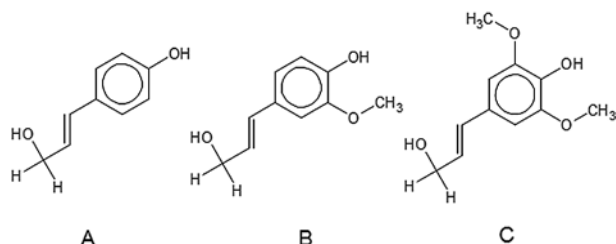
Ryc. 5. Przykłady niejednoznaczności kalibracji – jednej dacie radiowęglowej odpowiada kilka dat kalendarzowych.

rozpoczyna się wraz z zakończeniem wzrostu ściany pierwotnej. W trakcie tego procesu lignina, za pomocą wiązań chemicznych, łączy się z celulozą i innymi wielocukrami ściany komórkowej. Duże ilości drzewnika (15–35 % suchej masy) powstają w zdrewniałych tkankach roślin, nadając im sztywność i twardość. Najbardziej typowymi monomerycznymi produktami rozkładu ligniny są wanilina (ryc. 7) i kwas wanilinowy.

Test Wiesnera jest reakcją pozwalającą wykryć aldehydy aromatyczne zawarte w ligninie. Pod wpływem odczynnika Wiesnera (1 g 1,3,5-trihydroksybenzenu, 50 ml 99,8% etanolu, 50 ml stężonego HCl, 50 ml wody destylowanej) pojawia się czerwono-fioletowe zabarwienie badanego materiału, jeżeli zawiera on nawet niewielkie ilości ligniny.

Zaproponowana przez R. Rogersa metoda szacowania wieku tkanin jest oparta na modelu prognozującym chemiczne starzenie. Podstawą modelu jest równanie opisujące zależność szybkości reakcji chemicznej od temperatury (Równanie Arrheniusa). Pomysł pojawił się po obserwacji obecności ligniny w tkaninach starożytnych i średniowiecznych. Włókna płócien średniowiecznych, a także tkaniny holenderskiej (podszytej od spodu Całunu jako jego wzmocnienie), datowanej na lata 1532–1534, dają pozytywną próbę w teście Wiesnera. Próbkę papiirusowych Zwojów znad Morza Martwego i Całunu

Turyńskiego dają wynik negatywny, a więc nie zawierają ligniny.



Ryc. 6. Budowa alkoholi aromatycznych wchodzących w skład ligniny. A – alkohol kumarynowy, B – alkohol koniferylowy, C – alkohol synapilowy.

Datowanie Całunu Turyńskiego

Całun Turyński udostępniono po raz pierwszy do badań naukowych w 1969 r., a następnie w 1973 i 1978 r. Chociaż radiochronometria była już rozpowszechniona, nie podejmowano próby datowania Całunu, gdyż znane wtedy metody konwencjonalne wymagały zniszczenia dużego fragmentu tkaniny ($\approx 500 \text{ cm}^2$). Sytuacja zmieniła się wraz z rozwojem metody AMS, i w początkach lat 80. XX wieku podjęto starania w celu przeprowadzenia badań. 12 kwietnia 1988 r. pobrano próbki Całunu, wyniki datowania zostały ogłoszone na konferencji przez kardynała Ballestero 13 października 1988 r., a 16 lutego 1989 r. opublikowane w *Nature*. W projekcie wzięły udział trzy laboratoria AMS – z Arizony, Oxfordu i Zurychu, oraz British Museum, które dostarczyło próbek kontrolnych oraz przeprowadziło analizę statystyczną danych.

Fragment Całunu o wymiarach 10 x 70 mm wycięto nad miejscem gdzie wcześniej (w 1973 r.) pobrano płótno do badań. Uzyskano z niego trzy kawałki ważące ok. 50 mg każdy. Zostały one przekazane przedstawicielom laboratoriów (próbka 1) wraz z fragmentami tkanin, które miały stanowić próbki kontrolne (2, 3 i 4). Próbka 2 pochodziła z lnianego płótna odnalezionego w Nubii, której wiek oszacowano na podstawie wyhaftowanych wzorów i atramentowych napisów na XI–XII stulecie. Próbka 3 to len z egipskich zbiorów British Museum, który był wcześniej datowany metodą LSC. Uzyskano wtedy wynik 110 BC – 75 AD przyjmując 68% przedział ufności. Próbką 4 były nici usunięte z kapy św. Ludwika Andegaweńskiego. Dane historyczne i detale dekoracji wskazują, że powstała ona między 1290 a 1310 rokiem n.e.

Wszystkie próbki bardzo starannie oczyszczono, przy czym każde z laboratoriów stosowało własne procedury. Po wstępnym etapie polegającym na mechanicznym usunięciu obcego materiału, próbki

podzielono na 2, 3 lub 4 części, a każdą część poddano innym zabiegom chemicznym, między innymi kilku wariantom metody AAA i płukaniu w różnych detergentach. Oczyszczone próbki spalono z tlenkiem miedzi w zatopionych fiolkach, a powstający dwutlenek węgla zamieniono na grafitowe tarcze. Laboratoria z Arizony i Oxfordu przeprowadziły CO_2 do CO w obecności cynku, a następnie przez redukcję katalizowaną żelazem do grafitu. Laboratorium z Zurychu dokonało redukcji katalizowanej kobaltom w obecności wodoru.

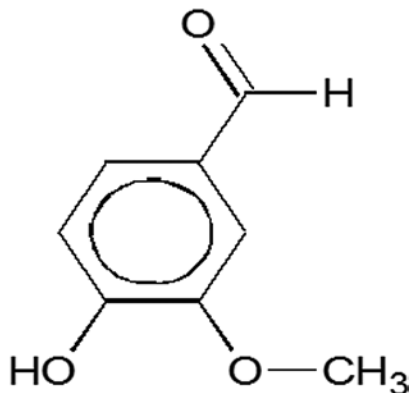
Każde laboratorium przeprowadziło od 3 do 5 niezależnych pomiarów dla każdej subpróbki tkaniny oraz próbek wzorcowych i ślepych, co trwało około miesiąca. Po skompletowaniu pomiarów laboratoria przesłały do British Museum wyniki – konwencjonalny wiek radiowęglowy w latach BP (przed 1950 rokiem) i związaną z nim niepewność pomiarową. Na ich podstawie obliczono dla każdej próbki średni wiek radiowęglowy oraz przedziały ufności, które następnie kalibrowano na wiek kalendarzowy (Tab. 1). Wiek próbek 2 i 4 jest zgodny z danymi historycznymi, a próbki 3 porównywalny z wynikiem otrzymanym metodą konwencjonalną. Ponieważ kalibrowany wiek Całunu Turyńskiego dla 95% przedziału ufności daje dwa zakresy (1262–1312 i 1353–1384), za ostateczny wynik datowania przyjęto okres 1260–1390 n.e., co wskazuje na jego średniowieczne pochodzenie.

Tab. 1. Wiek kalendarzowy obliczony na podstawie kalibracji średniego wieku radiowęglowego uzyskanego przez laboratoria w Arizonie, Oxfordzie i Zurychu. Na podstawie P.E. Damon et al., *Nature*, t. 337, 1989r.

Numer próbki	Wiek kalendarzowy
1	1262–1312, 1353–1384 n.e.
2	1026–1160 n.e.
3	9 p.n.e. – 78 n.e.
4	1263–1283 n.e.

Datowanie na podstawie obecności ligniny przeprowadzono w 2004 r. Probki pochodzące ze wszystkich obszarów Całunu i chroniącej go tkaniny, które R. Rogers poddał reakcji Wiesner’a, zostały pobrane w 1978 r. w ramach programu STURP (Projekt Badań Całunu Turyńskiego). Użyto w tym celu nieaktywne chemicznie taśmy adhezyjne, które przykładano do płótna za pomocą aplikatora umożliwiającego kontrolę nacisku na taśmę. Włókna lnu i różne cząstki, które przykleiły się do taśmy, były następnie usuwane przez płukanie w ksylenie. Lignina obecna w lnianym płótnie holenderskiego wykazała typową reakcję barwną, natomiast test dla włókien z Całunu dał wynik negatywny.

Problemem w ocenianiu wieku tkanin jest wykładniczy charakter równania na szybkość reakcji. Oznacza to, że wysokie temperatury, które pojawiły się w czasie przechowywania mają znacznie większy wpływ na tempo procesu, niż niskie. Gdyby Całun trzymany był w stałej temperaturze 25°C utrata 95% ligniny zajęłaby 1319 lat, w temperaturze 23°C – 1845 lat, a w 20°C – 3095 lat.



Ryc. 7. Budowa waniliny, jednego z produktów rozpadu ligniny.

Lignina z lnu, wyprodukowanego w 1260 r. (na co wskazuje analiza radiowęglowa), powinna zawierać jeszcze 37% ligniny i być łatwo wykrywalna. Pożar w 1532 r. przyspieszył reakcję i wpłynął na zmniejszenie ilości ligniny, ale ze względu na niskie przewodnictwo cieplne lnu efekt ten byłby różny w warstwach wierzchnich i głębszych złożonego płótna. Fakt, że żadna z próbek nie dała pozytywnego testu Wiesnera świadczy o tym, że tkanina nie powstała w czasach średniowiecznych.

Skąd rozbieżność wyników?

Radiocronometria po raz pierwszy została użyta do datowania obiektu archeologicznego ponad 60 lat temu i stale się rozwija. Opracowano nowe techniki pomiarowe, metody oczyszczania próbek, procedury analizy statystycznej danych i kalibracji wyników. Wykonano tysiące pomiarów różnych materiałów w kilkuset laboratoriach na całym świecie. Szacowanie wieku tkaniny na podstawie modelu opisującego proces starzenia się ligniny jest nowatorskim pomysłem, którego przydatność nie została jeszcze zweryfikowana. Nie można zatem traktować wyników datowania Całunu Turyńskiego, uzyskanych w obu badaniach, jako równoważnych – datowanie radiowęglowe ma nieporównywalnie większą wartość badawczą, i przez wiele osób zostało przyjęte jako rozstrzygające.

Z drugiej strony, znane są błędy w oznaczaniu wieku metodą ^{14}C wynoszące wiele setek, a nawet tysięcy lat (np. bandaże mumii z muzeum w Manchesterze okazały się o około 1000 lat młodsze od szkieletu). Test na obecność ligniny staje się więc przesłanką aby postawić pytanie, czy w przypadku datowania Całunu Turyńskiego również nie popełniono pomyłki.

Na czym miałyby polegać błąd analizy radiowęglowej? Duże wątpliwości budzi procedura pobierania próbek do badań. Fragment płótna został wycięty z jednego miejsca Całunu, a nie z różnych obszarów jak postulowali członkowie STURP-u. Był to pasek tkaniny o powierzchni 12,96 cm² z rogu relikwii, a więc miejsca, za które w czasie wystawień była ona podtrzymywana i narażona na uszkodzenia. Następnie pasek ten został pomniejszony do 7 cm² w celu usunięcia znajdujących się w nim szwów. Niewykluczone, iż miejsce to zostało naprawione przez uzupełnienie wytartych nici, gdy Całun poddano renowacji po pożarze w XVI wieku. Hipoteza ta została potwierdzona badaniami właściwości chemicznych i fizycznych próbek Całunu. R. Rogers odnalazł na nitkach pochodzących z obszaru datowanego radiowęglowo inkrustacje zawierające barwnik (alizarynę). Jej obecność może świadczyć o tym, że dokonano w tym miejscu naprawy relikwii, używając do tego celu barwionego lnu, aby lepiej pasował do starszego, oryginalnego materiału. Kolejnego argumentu dostarczyła spektrometria mas produktów pirolitycznego rozkładu włókien przeprowadzona w 1981 r. Na włóknach pochodzących z rejonu, który parę lat później datowano ^{14}C , wykryto pentozę (składnik gumy arabskiej). Nie stwierdzono obecności tego związku na włóknach z głównego obszaru płótna. Pojawiają się też niejasności co do masy próbki pobranej do analizy radiowęglowej. Ponieważ znany jest ciężar cm² tkaniny, można obliczyć ile powinien ważyć fragment o określonych wymiarach. Tymczasem masa próbki była znacznie większa, co wskazuje na inną gęstość płótna w tym miejscu.

Przedstawiona hipoteza nie uzyskała potwierdzenia w badaniach przeprowadzonych przez R. Freer-Waters i A. J. T. Jull w 2010 r. Analizowali oni skrawek tkaniny pobranej do chronometrii radiowęglowej i nie odnaleźli w nim śladów barwnika. Dyskusję utrudnia fakt, iż żadna z obecnie dostępnych próbek nie jest materiałem datowanym ^{14}C – w trakcie pomiaru ulega on całkowitemu zniszczeniu. Możemy mieć jednak nadzieję, że dalsze prace nad Całunem przybliżą nas do rozwiązania zagadki jego powstania.

PIONIER NA WYDMACH

Agnieszka Homa (Poznań)

Turzyca piaskowa

(*Carex arenaria*, L.)

Rząd: Wiechlinowce Poales

Rodzina: Ciborowate *Cyperaceae*

Wysokość: pęd do 30 cm

Długość kłaczy: 10–15 m

Kwiatostan: 4–16 kłosów, kwiaty rozdzielnopłciowe

Występowanie: wybrzeża oceaniczne i morskie od Portugalii po Zatokę Fińską (w tym wybrzeża pld. Skandynawii, Irlandii i Wysp Brytyjskich); w Polsce występuje w pasie przybrzeżnym oraz na nielicznych, izolowanych stanowiskach w głębi lądu

Siedlisko: wydmy białe i szare, skraje borów, wrzosowiska, karczowiska

Rozmnażanie: wegetatywnie poprzez kłacza, generatywnie poprzez nasiona

Owoc: orzeszek

Długość życia: kłacza przeżywają od 10 do 15 lat

Status: gatunek częściowo chroniony

Turzyca piaskowa (*Carex arenaria*) jest ważną rośliną pionierską uczestniczącą w utrwalaniu wydm. Charakteryzuje się liniowym typem wzrostu. Dobrze radzi sobie w trudnych warunkach panujących na wydmach, dzięki m. in. dwóm sposobom rozmnażania.



Ryc. 1. Wał wydmy szarej, za nim wzniesienia wydm białych – miejsce bytowania turzycy piaskowej. Fot. A. Homa 2011, Słowiński PN.

Występowanie

Rodzina ciborowatych (*Cyperaceae*), do której należy turzyca piaskowa, jest kosmopolityczna, obejmuje około 5500 gatunków zgrupowanych w 109 rodzajów. Ciborowate szczególnie często występują w strefie klimatu umiarkowanego. We florze polskiej rodzina ta liczy ponad 120 gatunków, przy czym największy rodzaj *Carex* (turzyca), reprezentowany jest u nas przez około 100 gatunków. Turzyca piaskowa (*Carex arenaria*) swym zasięgiem obejmuje wąski

pas począwszy od wybrzeży Portugalii na zachodzie, aż po Zatokę Fińską na wschodzie. Występuje także na wybrzeżach – Irlandii, Wysp Brytyjskich oraz w południowej i zachodniej Skandynawii. W Polsce *Carex arenaria* zasiedla dwa oddzielne regiony. Szczególnie obficie występuje nad Morzem Bałtyckim



Ryc. 2 a. Charakterystyczny dla turzycy piaskowej liniowy typ wzrostu – pędy oddalone w równych odstępach; wydma biała. Fot. A. Homa 2011, SPN.

w pasie przybrzeżnym, na białych i szarych wydmach (Ryc. 1, Ryc. 2a, b). Rzadziej można ją spotkać w głębi lądu, gdzie na nielicznych stanowiskach tworzy małe, izolowane populacje. Jak sama nazwa gatunkowa wskazuje, bylina (roślina wieloletnia) ta jest psammofitem, czyli żyje na piaskach. Możemy ją spotkać na wydmach, lecz także na skrajach lasów sosnowych, wrzosowiskach oraz karczowiskach. Jest objęta częściową ochroną gatunkową.



Ryc. 2 b. Turzycy piskowa porastająca wydmy szarą. Fot. A. Homa 2011, SPN.

Morfologia

Turzycy piskowa dorasta do 30 cm wysokości. Łodyga, jak na turzycę przystało, jest na przekroju poprzecznym trójkanciasta i brak na niej kolanek. Liście mają podobną długość do łodygi, są sztywne i rynienkowate, wypełnione krzemionką. Pochwy liściowe mają kolor brązowy. W sprzyjających warunkach na szczycie pędu znajduje się kłosokształtny kwiatostan złożony z 1 cm jajowatych kłosów (4–16) (Ryc. 3). Kwiaty *Carex arenaria* są rozdzielnopłciowe. W górnej



Ryc. 3. Kłosokształtny kwiatostan turzycy piskowej z kłosami męskimi i żeńskimi. Fot. A. Homa 2011.

części kwiatostanu znajdują się kwiaty męskie (zawierają po 3 pręciki), w dolnej żeńskie (słupki z 3 znamionami). Roślina ta kwitnie od maja do października. Owoc zwany orzeszkiem znajduje się wewnątrz spłaszczonego, stożkowatego pęcherzyka o długości 4–5 mm (Ryc. 4). Dolna część pęcherzyka jest oskrzydłona na brzegach, co stanowi przystosowanie do anemochorii (rozsiewanie przez wiatr).



Ryc. 4. Pęcherzyki turzycy piskowej zakończone charakterystycznym dzióbkiem, oskrzydłone w dolnej części na brzegach; wewnątrz znajduje się owoc zwany orzeszkiem. Fot. A. Homa 2011.

Typ wzrostu i strategia życiowa

Turzycy piskowa nazywana bywa „czerwonym perzem”. Czy słusznie? Należy do tego samego rzędu – wiechlinowców (*Poales*) i tak samo jak perz właściwy (*Elymus repens*) ma długie kłaczka, które mogą osiągać długość do 15 m. Obserwując ją w terenie, ma się wrażenie jakby została posadzona w równych odstępach przez człowieka (Ryc. 2 a, b). Co zatem na to wpływa? Gatunek ten jest przykładem niezwykle „sztywnego” zaprogramowania losu pąków. Na każde cztery ukorzenione węzły przypada jeden wytwarzający część nadziemną – liście i łodygę (w sprzyjających warunkach zakończoną kwiatostanem). Na głębokości 5–15 cm panują najlepsze warunki powietrzne, dlatego też na tej głębokości należy się spodziewać najdorodniejszych kłaczek, które mogą żyć od 10–15 lat.

Strategią życiową tej rośliny jest „partyzancki” typ wzrostu, który polega na tym, iż nowy przybysz wnika pojedynczymi kłaczami między inne rośliny (minimalizując tym samym kontakty międzyosobnicze), a następnie rozrasta się i wypiera zastałych tam konkurentów. Pomnażanie pędów przez klony turzycy piskowej doprowadza do utworzenia się w ciągu kilku lat dużych i zwartych płatów (jest to możliwe

dzięki podziałowi zasobów: wody, węglowodanów i związków mineralnych, pomiędzy genetycznie identycznymi jednostkami, tzw. rametami), w których jest ograniczone pojawienie się nowych gatunków. W efekcie ekspansji *Carex arenaria* większość gatunków wycofuje się z wcześniej zajmowanego arealu. Prawdopodobnie jest to spowodowane tym, że gatunek ten jest zdolny do wydzielania substancji allelopatycznych, szkodliwych dla innych roślin.

Turzyca piaszkowa jako stabilizator piasku

Na wydmach panują bardzo trudne warunki dla wzrostu roślin. Muszą się one borykać z niestabilnym podłożem (ziarna piasku przenoszone przez wiatr), niewielką ilością składników odżywczych, brakiem wody i często wysoką insolacją (nasłonecznieniem). Turzyca piaszkowa w głównej mierze musi się zmagać z permanentnym odwiewaniem lub zawiewaniem piasku. Dzięki zdolności do zmiany kierunku wzrostu kłączy i optymalizacji zagłębienia w podłożu jej kłącza rozrastają się równolegle do krzywizny terenu. Razem z piaskownicą zwyczajną (*Ammophila arenaria*) i wydmuchrzycą piaskową (*Elymus arenarius*) przyczynia się do akumulacji piasku i do jego stabilizacji za pomocą rozrastającej się „korzeniowej sieci”.

Dwa sposoby rozmnażania

Turzyca piaszkowa posiada mieszany system reprodukcyjny, tzn. że rozmnaża się w sposób wegetatywny i generatywny. Rozmnażanie wegetatywne – poprzez kłącza, umożliwia jej zasiedlanie w relatywnie krótkim czasie rozległych obszarów oraz przetrwanie niekorzystnych warunków środowiskowych (dzięki temu typowi rozmnażania otrzymujemy organizm klonalny, o tym samym genotypie). Natomiast rozmnażaniu generatywnemu – poprzez nasiona, zawdzięcza zachowanie zróżnicowania genetycznego i dyspersję na niewielkie odległości. Wykształcenie dwóch typów reprodukcji, sprawia że roślina ta ma duże znaczenie w procesie sukcesji.

Turzyca piaszkowa jako depurativum

Okazuje się, że turzyca piaszkowa oprócz istotnej roli wydmotwórczej ma również szerokie zastosowanie w medycynie. Jej kłącza są zasobne w aminokwasy, olejki eteryczne, saponiny, przyswajalną krzemionkę, garbniki i flawony. Jest to skuteczny środek czyszczący krew (depurativum), moczopędny, wzmacniający naczynia krwionośne oraz wspomagający gojenie ran. Zwiększa elastyczność i jędrność skóry.

mgr Agnieszka Homa, absolwentka Wydziału Biologii o specjalności ekologia i zarządzanie zasobami przyrody, UAM Poznań, E-mail: agnieszkah5@interia.pl.

KOFEINA I AMFETAMINY – ŁĄCZYĆ CZY NIE ŁĄCZYĆ?

Anna Górską (Kraków)

Amfetaminy, czyli D-amfetamina, metamfetamina (MET) oraz 3,4-metylenodioksymetametfetamina (MDMA, ekstaza), substancje psychoaktywne o silnym potencjale uzależniającym są często używane rekreacyjnie jako dopalacze. O ile jednak amfetamina (Dexadrine, Adderall) stosowana jest terapeutycznie w takich schorzeniach układu nerwowego jak ADHD lub narkolepsja, to jej dwie pochodne metylowe MDMA i MET wykazują działanie neurotoksyczne.

MET po raz pierwszy została zsyntetyzowana w 1893 roku z efedryny przez Nagayoshi Nagaia. Na szeroką skalę była stosowana przez żołnierzy w czasie II wojny światowej w celu zwiększenia koncentracji i zniesienia uczucia zmęczenia. Także w latach 50. XX w. znalazła zastosowanie w leczeniu otyłości, jednak szybko wykazano jej własności uzależniające i wycofano ją z użycia.

3,4-metylenodioksymetametfetamina (MDMA) potocznie znana jako *ekstazy* została po raz pierwszy

zsyntetyzowana i opatentowana w 1912 przez niemiecką firmę Merck KGaA. Jednak dopiero w 1930 r. prof. Gordon Alles opisał jej wpływ na ośrodkowy układ nerwowy (OUN). Zainteresowanie MDMA gwałtownie wzrosło w latach 70. XX w. wraz z pojawieniem się imprez „rave”. Użytkownicy MDMA wskazują na odmienny sposób działania *ekstazy* na samopoczucie w zależności od otoczenia w jakim się ją przyjmuje. Przyjmowana na imprezie dodaje energii, wyostreza zmysły, a rytmiczna muzyka pozwala wejść w trans. Stosowanie w spokojnym otoczeniu, w wyniku „zalania” mózgu serotoniną powoduje pojawienie się uczucia relaksu, potrzeby bliskości, zmiany percepcji, a także eliminuje uczucie lęku. Mimo to, MDMA była legalnie stosowana w psychoterapii, gdzie wykorzystywano jej pozytywny efekt na zachowanie. Stwierdzono jej skuteczność w leczeniu traumy, poprawy relacji międzyludzkich, zaburzeń lękowych, co szczególnie było korzystne

w przypadku pacjentów cierpiących na zespół stresu pourazowego (PTSD). Jednak w 1985 roku MDMA została zdelegalizowana, gdyż wykazano jej właściwości odurzające. Mimo to, do dnia dzisiejszego posiada zarówno swoich przeciwników i zwolenników wśród użytkowników, ale i terapeutów, którzy nadal prowadzą terapię z jej użyciem.

Przyjęcie MET i MDMA powoduje euforię, rozluźnia, daje wrażenie psychicznej lekkości, dodaje energii, całkowicie znosi uczucie głodu i potrzebę snu. Wielokrotne przyjęcie tych substancji prowadzi do psychoz, depresji, agresji, a także upośledzenia pamięci i wystąpienia epizodów lękowych.

Efekty stymulujące i nagradzające MET i MDMA są spowodowane aktywacją mezo limbicznych neuronów dopaminowych w polu brzusznej nakrywki (ang. *ventral tegmental area*, VTA), które mają swoje zakończenia w jądrze półleżącym przegrody (łac. *nucleus accumbens septi*, NAS). MET i MDMA wpływają na układy neuroprzekaźników: katecholaminy – dopamina (DA), noradrenalina (NA) oraz indolamina – serotonina (5-HT) powodując ich gwałtowny wyrzut oraz unieczynnienie systemów wychwytu i rozkładu. Toksyczne efekty MDMA i MET na mózg zostały udowodnione badaniami na gryzoniach i naczelnych, a na ludziach poprzez zastosowanie tomografii pozytonowej (PET). Farmakologiczny mechanizm działania amfetamin polega na gwałtownym wzroście zewnątrz- i wewnątrzkomórkowego poziomu DA, zewnątrzkomórkowego poziomu glutamianu (Glu) i wystąpieniu hipertermii, co prowadzi do powstania stresu oksydacyjnego, ekscytotoksyczności i zaburzenia funkcji mitochondriów. Toksyczne efekty wywołane nadużyciem MDMA i MET skierowane są głównie przeciwko neuronom dopaminowym i serotoninowym. U myszy pod wpływem MDMA ulegają degeneracji zakończenia neuronów DA w prążkowie (STR) i ciała tych komórek w substancji czarnej (SN) oraz neurony 5-HT. U szczurów toksyczne działanie MDMA jest skierowane głównie w stosunku do neuronów 5-HT, ale obserwuje się też degenerację neuronów DA. Główną rolę w tworzeniu nadmiaru wolnych rodników oraz związków chinonowych, a także w wystąpieniu efektów behawioralnych, takich jak zachowania stereotypowe, pobudzenie motoryczne przypisuje się gwałtownemu wyrzutowi DA oraz zahamowaniu aktywności monoaminooksydazy (MAO) pod wpływem obu pochodnych amfetaminy. Mimo iż MDMA jest toksyczna głównie w stosunku do neuronów 5-HT i długotrwałe przyjmowanie prowadzi do zmniejszenia puli 5-HT i jej metabolitu kwasu 5-hydroksyindolowego (5-HIAA) oraz obniżeniu aktywności hydroksylazy tryptofanowej w mózgu, to

jej toksyczne działanie na neurony 5-HT wywołane jest głównie przez produkcję wolnych rodników pochodzących z autooksydacji DA.

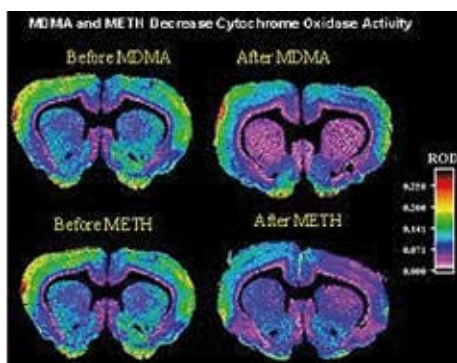
Stres oksydacyjny pod wpływem amfetamin – MET i MDMA

W wyniku przyłączenia do transportera dopaminowego (DAT) zlokalizowanego na błonie neuronalnej, amfetaminy wnikają do wnętrza neuronów dopaminowych, a następnie hamując aktywność pęcherzykowego transportera dla monoamin (VMAT2) powodują wyrzut DA z pęcherzyków do cytozolu. Myszy z obniżoną aktywnością VMAT2 do poziomu 5–10% wykazywały większą wrażliwość na toksyczne działanie MET, wyrażone spadkiem aktywności hydroksylazy tyrozynowej (TH) i DAT jako markerów neuronów dopaminowych i ich zakończeń, które prowadziły do zaostrzenia stresu oksydacyjnego oraz aktywacji astrocytów. Dodatkowo, w wyniku zaburzenia szlaku syntezy DA następuje gwałtowny wzrost produkcji jej prekursora, L-3,4-dihydroksyfenyloalaniny (L-DOPA). DA jest bardzo reaktywną cząsteczką, która na drodze rozkładu enzymatycznego z udziałem monoaminooksydazy (MAO-A) ulega przekształceniu do kwasu 3,4-dihydroksyfenylo-octowego (DOPAC) z wytworzeniem nadtlenu wodoru (H_2O_2). Zaburzenie prawidłowego metabolizmu DA przez MAO prowadzi do nadprodukcji H_2O_2 i w obecności jonów Fe^{2+} do reakcji Fentona, w wyniku której dochodzi do tworzenia rodnika hydroksylowego (OH). Powstające reaktywne formy tlenu zaburzają funkcje mitochondrialnego łańcucha oddechowego i wyciek z mitochondriów anionorodnika ponadtlenkowego. Wysokie stężenie DA w cytozolu powoduje jej gwałtowną autooksydację do silnie toksycznej dla neuronów 6-hydroksydopaminy (6-OHDA) oraz produkcji wolnych rodników i związków chinonowych.

W mechanizmie toksycznego działania MDMA stwierdzono ważną rolę DA. MDMA, podobnie jak MET, zwiększa stężenie DA w cytozolu w wyniku zahamowania aktywności MAO, co w konsekwencji prowadzi do powstania związków chinonowych i wolnych rodników. MDMA, ze względu na większe niż MET powinowactwo do transportera wychwytu zwrotnego serotoniny (SERT) wnika do neuronów serotoninowych i powoduje wyrzut 5-HT do szczeliny synaptycznej. Ponadto MDMA blokując transporter pęcherzykowy zwiększa cytozolową pulę 5-HT. Uwolnienie 5-HT stymuluje receptory $5-HT_{2A}$ zlokalizowane na postsynaptycznych neuronach dopaminowych powodując przyspieszenie syntezy i wyrzut DA do przestrzeni synaptycznej. Z kolei blokada DAT

przez MDMA uniemożliwia wychwyt zwrotny DA z przestrzeni synaptycznej pochodzącej z neuronów dopaminowych. Toksyczne efekty MDMA względem neuronów serotoninowych są głównie spowodowane wychwytem DA przez SERT do ich wnętrza i rozkładem DA za pomocą MAO-B do metabolitów kwasowych i H_2O_2 w neuronach serotoninowych. Eksperymenty z wykorzystaniem fluoksetyny – inhibitora wychwyty 5-HT oraz selegiliny – inhibitora MAO-B potwierdziły rolę prawidłowego funkcjonowania systemów wychwyty i rozkładu nadmiaru 5-HT jako konieczne do zahamowania toksycznych efektów MDMA (Ryc. 2).

MDMA i MET powodując stres oksydacyjny jako efekt nagromadzenia dużej ilości wolnych rodników i niewystarczającej efektywności systemów antyoksydacyjnych, prowadzą do zaburzenia funkcji mitochondriów i skierowania komórki na szlaki apoptozy. Stwierdzono zależny od dawki MDMA poziom komórek ulegających apoptozie w prążkowiu szczura (Ryc. 1).

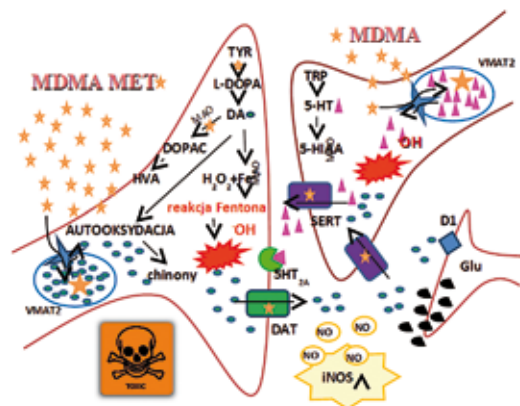


Ryc. 1. Hamowanie aktywności oksydazy cytochromowej przez MDMA i MET (B. K. Yamamoto, www.utoledo.edu).

Produkcja reaktywnych form azotu i wywołanie ekscytotoksyczności pod wpływem MET i MDMA

Wyrzut DA do przestrzeni synaptycznej aktywuje neurony glutaminianergiczne *via* receptor dopaminowy D1 powodując napływ jonów wapnia (Ca^{2+}) i tą drogą generując dodatkowe ilości wolnych rodników wewnątrz tych neuronów. Wzrost poziomu Ca^{2+} spowodowany aktywacją glicynowych receptorów NMDA przez uwolnienie Glu wpływa na zainicjowanie aktywności syntazy tlenku azotu (NOS), depolaryzację błony mitochondriów i gwałtowne obniżenie poziomu ATP w komórkach. W wyniku reakcji pomiędzy wytworzonym tlenkiem azotu (NO) a anionorodnikiem ponadtlenkowym dochodzi do produkcji nad-tlenoazotynu ($ONOO^-$), który poza hamowaniem II i III kompleksu mitochondrialnego powoduje nitrozylację reszt tyrozynowych. Wzrost wewnątrz-

komórkowego poziomu Ca^{2+} , produkcja wolnych rodników i rodników generowanych przez NO (RNS, ang. *reactive nitrogen species*), a także wyrzut dużych ilości Glu prowadzą do ekscytotoksyczności i inicjują wejście komórki na szlak apoptozy. W toku badań stwierdzono związek pomiędzy DA i Glu a neurotoksycznym mechanizmem działania amfetamin (Ryc. 2).



Ryc. 2. Mechanizm neurotoksycznego działania MDMA i MET na neurony dopaminowe i serotoninowe w mózgu.

Neuroprotekcyjny mechanizm działania kofeiny

Kofeina (KOF) jest słabiej działającym stymulantem niż amfetaminy. Już w latach 90. XX w. określono ją jako modelowy „drug of abuse” i zwrócono uwagę na możliwość jej nadużywania i uzależnienia. Mimo to, KOF jest najpopularniejszą i najczęściej spożywaną substancją należącą do grupy metyloksantyn. KOF w wyniku pobudzenia OUN znosi uczucie zmęczenia fizycznego i psychicznego oraz usprawnia myślenie. Poprzez pobudzenie ośrodków wegetatywnych przyspiesza przemianę materii, zmniejsza napięcie mięśni gładkich naczyń krwionośnych. Wysokie dawki KOF wywołują efekt depresyjny na zachowanie, zaburzają zdolności myślenia i uczenia się, a także działają anksjogenicznie i dysforycznie. Działanie KOF na organizm ludzki zależy od dawki. Niskie dawki (do 200 mg) powodują przyjemne uczucie pobudzenia, natomiast wysokie powodują niepokój, bezsenność i podniecenie.

W badaniach prowadzonych na szczurach udowodniono jej właściwości prokognitywne, a także antyoksydacyjne. Mechanizm działania KOF opiera się głównie na blokowaniu aktywności receptorów adenozynowych A1 i A_{2A} , co powoduje wystąpienie psychostymulujących efektów. Adenozyna jest związkiem endogennym, modulującym aktywność mózgowych układów neuroprzekaźnikowych, takich jak dopaminowy, noradrenergiczny, serotoninowy, glutaminianergiczny i GABA-ergiczny. Bierze udział w regulacji snu i czuwania, pamięci i uczeniu się.

Wykazano także jej rolę w osłabianiu objawów chorób neurodegeneracyjnych (choroba Parkinsona, Alzheimer, Huntingtona), depresji, epilepsji oraz zaburzeń lękowych. Uważa się, że regulacja aktywności receptorów adenozynowych może być nową terapią leczenia wielu schorzeń układu nerwowego.

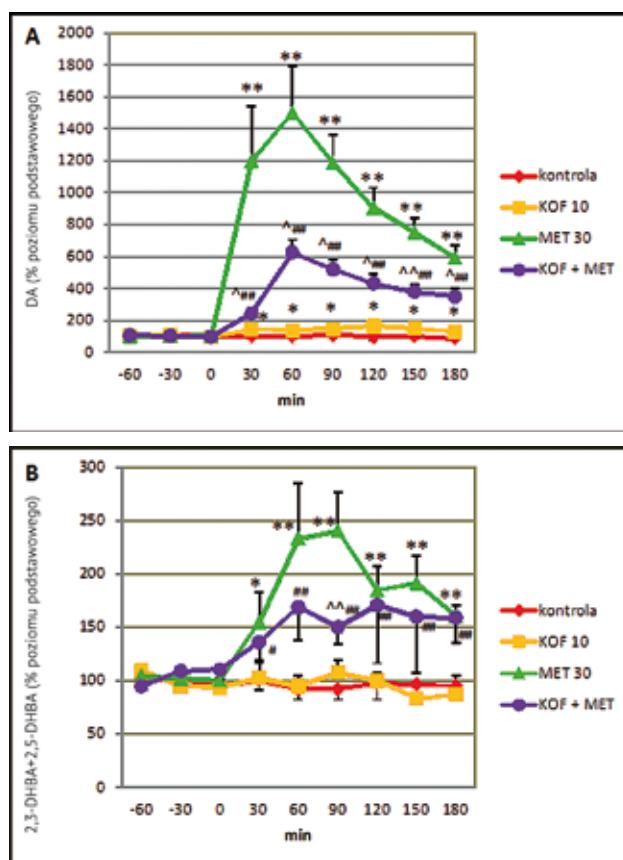
W ostatnich latach wśród użytkowników *ekstazy* wzrosła popularność stosowania jej z dodatkowym stymulantem jakim jest KOF w celu przedłużenia i zaostżenia euforyzujących efektów MDMA. Jed-



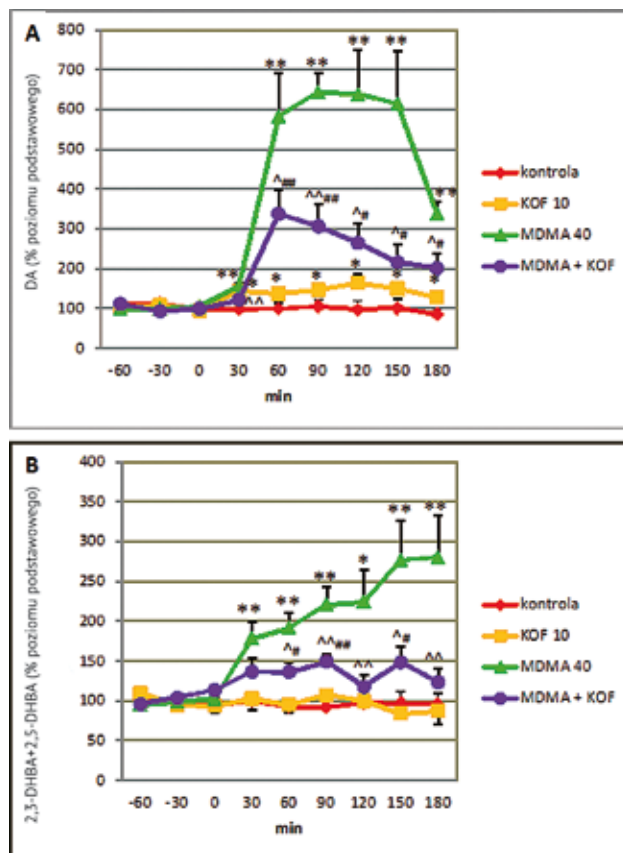
Ryc. 3. Mikrodializa prądkowia myszy.

nakże KOF, nawet w formie „energy drinka”, który zawiera podobną ilość KOF jak filiżanka kawy (80 mg/250 ml), niebezpiecznie podnosi ciśnienie krwi i temperaturę ciała, co może prowadzić do wystąpienia drgawek, śpiączki, a nawet śmierci. Potwierdzono to badaniami na szczurach, u których wykazano wzrost temperatury ciała po przyjęciu MDMA o 1–2 °C, a w połączeniu z KOF spowodowało jej dodatkowy wzrost o 2,5 °C.

W Instytucie Farmakologii PAN w Krakowie badałam efekty dwóch pochodnych amfetaminy, MDMA i MET oraz KOF na stres oksydacyjny w mózgu myszy wywołany przez te substancje. W badaniach tych mierzyłam poziom rodnika hydroksylowego, którego źródłem wydaje się być DA uwalniania w dużych ilościach z neuronów dopaminowych w prądkowiu myszy. Doświadczenia te przeprowadzono w modelu mikrodializy *in vivo*. Implantowano stereotaktycznie do prądkowia pionową kaniulę mikrodializacyjną. Po 24 godzinach od operacji monitorowano poziom DA uwalnianej do przestrzeni synaptycznej u swobodnie poruszającej się myszy (Ryc. 3).



Ryc. 4. Wpływ MET (30 mg/kg) i KOF (10 mg/kg) na poziom DA (A) i produkcję rodnika hydroksylowego (B) w prądkowiu myszy.



Ryc. 5. Wpływ MDMA (40 mg/kg) i KOF (10 mg/kg) na poziom DA (A) i produkcję rodnika hydroksylowego (B) w prądkowiu myszy.

Stwierdzono duży wyrzut DA po dootrzewnowym podaniu MET (Ryc. 4A) i MDMA (Ryc. 5A). W tym samym czasie mierzono także poziom produkcji rodnika hydroksylowego pochodzącego z procesów autooksydacji i metabolizmu DA (Ryc. 4B i 5B).

KOF nie wpływała na poziom DA oraz produkcję rodnika hydroksylowego. Jej łączne podanie z amfetaminami obniżało poziom uwalnianej DA, a także w znaczący sposób hamowało produkcję rodnika hydroksylowego (Ryc. 4B i 5B).

Nasze badania wykazały znaczącą rolę DA w generowaniu wolnych rodników pod wpływem MDMA i MET. W badaniach tych stwierdziliśmy ponadto, że KOF ma własności „zmiatacza” wolnych rodników i te jej własności mogą mieć istotną rolę w neuroprotekcyjnym mechanizmie substancji z grup metyloksantyn, które znalazły zastosowanie w terapii takich chorób neurodegeneracyjnych jak choroba Parkinsona, Alzheimer’a czy Huntingtona.

■ Anna Górska, studentka UJ. E-mail: anna.maria.gorska@gmail.com.

O ŁOWACH – NIEMAL WSZYSTKO

Jerzy Andrzej Chmurzyński (Warszawa)

O kim będzie mowa?

Wielu Czytelników pewnie pamięta ze szkoły ekologiczny podział organizmów żywych w kształcie piramidy: na producentów, konsumentów i reducentów. Wiemy też, że są konsumenci 1. stopnia (roślinożercy), 2. stopnia (drapieżcy roślinożerców) i wyższych stopni. Ilustruje to do pewnego stopnia wierszyk Rodocia (Mikołaja Biernackiego), którego w dzieciństwie uczyła mnie babka:

*Idylla małeńka taka:
Wróbel połyka robaka,
Wróbla kot dusi niecnota,
Pies chętnie rozdziera kota,
Psa wilk z lubością pożera,
Wilka zadławia pantera.
Panterę lew rwie na ćwierci,
Lwa – człowiek; a sam, po śmierci
Staje się łupem robaka.
Idylla małeńka taka*

– choć ściślej tekst ten dotyczy zabijania, a nie drapieżnictwa. Ale bo też, jak się okaże, wszelkie „uściślanie” zamiast wyjaśniać temat będzie go komplikować...

Ot – choćby sprawa drapieżnictwa. Wydaje się, że drapieżniki (drapieżcy) to to samo, co ‘drapieżne’. Ale nie: ssaki drapieżne (*Carnivora* [dosłownie: mięsożerne, łac.]) – to przecież tylko jeden z rzędów, do którego należą zwierzęta o drapieżnym trybie życia. Drapieżnikami są też niektórzy przedstawiciele rzędu torbaczy, czyli workowców (*Marsupialia*), zwłaszcza nielazów (*Dasyuridae*), jak diabeł tasmański (*Sarcophilus*

satanicus) i prawdopodobnie wymarły wilk workowaty czyli tasmański (*Thylacinus cynocephalus*). Wśród ptaków są dzienne drapieżne (*Falconiformes*), zwane też szponiastymi (*Accipitriformes*), a jeszcze innym rzędem ptasich drapieżników są nocne – z rzędu sówowatych (*Strigiformes*). Ale drapieżnikami nazywa się potocznie te gatunki, które żywią się świeżym mięsem lub padliną kręgowców. A przecież w istocie należałoby do nich zaliczyć także gatunki owadożerne i zjadające inne bezkręgowce, jak małże (np. ślimaki), skorupiaki czy pierścienice (np. dżdżownice). I znów – owady są zjadane nie tylko przez ssaki z rzędu owadożernych (*Insectivora*), ale też i przez wiele gatunków nietoperzy, z torbaczy przez drobniejsze niełazy, mrówkożery (*Myrmecobiidae*), krety workowate (*Notoryctidae*), jamraje (*Peramelidae*), a nawet przez najprymitywniejsze współczesne ssaki, stekowce (*Monotremata*) – zarówno dziobaka (*Ornithorhynchus anatinus*), jak zwłaszcza kolczatkowate (*Tachyglossidae*). Wtedy oczywiście wiele bezkręgowców jawi się nam jako drapieżniki w szerszym rozumieniu.

Ale też to nie są jedyne trudności, gdy się wchodzi w tę tematykę. Myliłby się ten, kto by sobie powiedział: „drapieżniki żywią się ciałami innych zwierząt, a więc są łowcami” – bowiem i wśród ludzi-myśliwych zdarzają się tacy, co polują tylko dla zaspokojenia swego popędu łowieckiego, a owoce łowów oddają innym. (Ryzykuję tu pogląd wielu antropologów, że człowiek jest jedynym urodzonym łowcą wśród wyższych naczelných, że – innymi słowy – ma instynkt łowiecki. Stąd by pochodziło porzekadło „Chłop żywemu nie przepuści” – tak często mające pokrycie w faktach...). Ptaki-ziarnojady karmią swe pisklęta

wyłącznie lub w znacznym stopniu owadami. Podobnie czynią nektarożerne „osy” – grzebaczowate (*Sphegidae* vel *Sphecidae*); inne zaś – nastecznikowate (*Pompilidae* vel *Psammocharidae*) – przynoszą dla swych larw wyłącznie pająki. Więc nie wszyscy **łowcy** są drapieżnikami! Aha – i trzeba pamiętać, że by znaleźć łowców, spośród drapieżników musimy pominąć padlinożerców.

Jednym słowem – zajmiemy się organizmami, które aktywnie polują na inne organizmy (jak zobaczymy, prócz zwierząt czyni to wiele pierwotniaków, *Protista*).

Co będzie przedmiotem naszego dalszego zainteresowania?

Spróbujemy odpowiedzieć na pytanie, „jak one to robią”? Zatem zapytamy o obyczaje łowieckie zwierząt-myśliwych: o ich zachowania kierowane instynktem pokarmowym i opieki nad potomstwem, a niekiedy także – w związku z rozrodem, jako przygotowanie do zalotów. Dla oszczędności miejsca pominiemy tu sprawy wyszukiwania obiektu łowów, na który to temat w jakiejś mierze odpowiedział jeden z moich poprzednich artykułów (zob. *Wszechświat*, 112, 2011 Nr 4-6 (2568-2570), ss. 95-105). Zostanie nam bardzo wiele innych wątków polowania. Bowiem – o ile łowy (polowanie) pojmowane wąsko oznacza chwytanie zwierzyny, to pojmowane szeroko: wszelkie działania prowadzące do tego celu, jak skradanie się, czatowanie, a także wytwarzanie sieci, budowanie pułapek, a nawet – kradzieże z wymuszeniem. Zobaczymy też, jak miodowody prowadzą zwierzę lub człowieka do barci, by pożywić się larwami z podebranego roju. Można by też wspomnieć o gromadzeniu zapasów, zdobytych w taki lub inny sposób.

Zacniemy od łowów indywidualnych.

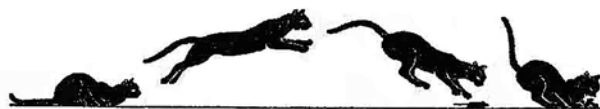
Łowy bezpośrednie określonego osobnika ofiary – na upatrzonego

Chyba najbardziej odpowiada naszej intuicji polowania (1) sytuacja, w której łowca widzi potencjalną ofiarę lub wyczuwa ją innym zmysłem w środowisku, rzuca się na nią i opanowuje; dalszy ciąg może być różny – unieruchomienie, zabicie, zjedzenie lub inne. Można to nazwać *polowaniem na upatrzonego*. W nim rozróżnia się zasadniczo dwie możliwe strategie behawioralne stanowiące popędowe działania poprzedzające, zwane apetycyjnym: (a) **aktywne poszukiwanie** lub (b) „siedzenie i czekanie”.

To pierwsze w najprostszym wypadku ma postać chodzenia, latania czy pływania tu i tam, aż się znajdzie

potencjalny łup. Tak postępują wiję-pareczniki (*Chilopoda*), jak nasz drewniak (*Lithobius forficatus*) i egzotyczne skolopendry (*Scolopendra* spp.), wiele owadów – np. biegaczowate (*Carabidae*; w Polsce ok. 500 gatunków) i trzyszcze (*Cicindela*; u nas 8 gatunków, z tego 3 pospolite), osy zwykłe (*Vespidae*) i grzebaczowate (*Sphegidae*); dokładniej omówiłem to w cytowanym artykule, na przykładzie łowów samicy taszczyka i nastecznikowate (*Pompilidae*), z kręgowców ryby nieplanktonowe, żaby, ropuchy, węże, jaszczurki, wiele ptaków i ssaków drapieżnych i owadożernych, jak kret czy nietoperze (u nas wszystkie spośród 25 gatunków są owadożerne). **Polowanie na upatrzonego** zwykle zachodzi pod wpływem jednego dominującego zmysłu: wzroku (większość owadów, wiję, pająki – „skakuny” i inne, wiele ryb, ptaki dzienne i większość dziennych i naziemnych ssaków owadożernych oraz drapieżnych), węchu, słuchu (sowy), zmysłu elektrycznego (płaszczki, rekiny), zmysłu wibracji (nartniki, poślizg), termiczne (grzechotniki, mokasyn *Agkistrodon* [wym. nosowo Aⁿkistrodon] *halys*); istotne jest tu wyodrębnienie ofiary – dlatego duża ławica ryb często uniemożliwia polów delfinom, rekinom czy marlinowi (*Makaira* sp.), podobnie tłum stada kopytnych lwu. Dla ułatwienia sobie polowania niektórzy drapieżcy obezwładniają ofiarę strachem – czy to przez ryk, czy też „fascynując” swymi oczami. Odmianą polowania na upatrzonego jest wydłubywanie ofiary – czy to spod mułu dennego (jak przez płaszczy i rekiny), czy pasożytów drzew (jak przez dzięcioły, kowalika, pełzacza, czy ziębę dzięciolową *Cactospiza* sp.) lub zewnętrznych pasożytów przez czyścicieli. Podobną rolę pełni wypłaszanie zwierzyny nogami z dna jeziora, stosowane przez wiele ptaków szczudłonogich (*Recurvirostridae*).

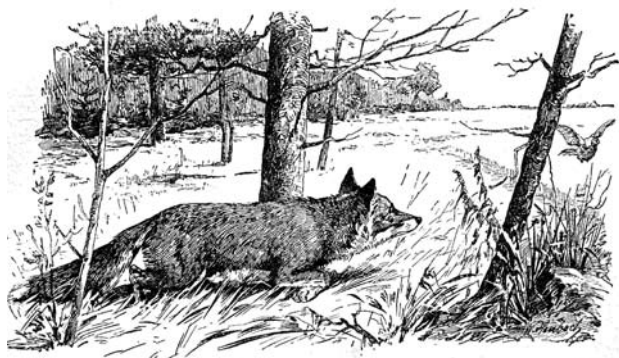
Podchodzenie czy podpływanie do zwierzyny (ale oczywiście nie jej wydłubywanie) często kończy się doskokiem do niej, zwanym **skokiem łowieckim**. Niemal każdy mógł go zaobserwować u kota (Ryc. 1), ale występuje także u wielu innych zwierząt, jak pająki skakuny (*Salticidae*).



Ryc. 1. Skok łowiecki kota (wg Demela, zmienione).

Skok łowiecki może być poprzedzony, następującym po wstępnym poszukiwaniu zwierzyny,

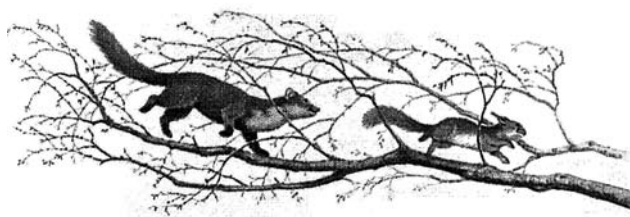
podkradaniem się, zwykle zwanym **czajeniem się**¹. Jest to podchodzenie, zbliżanie się chyłkiem, ukradkiem do czegoś dostrzeganego, jak potencjalnej ofiary – w ukryciu, np. za trawami, krzakami, po cichu. Tak poluje wiele drapieżnych: kotowate – od żbika i kota domowego po tygrysa, lwa czy geparda, tak też polują samotne psowate – jak zwłaszcza lis (Ryc. 2).



Ryc. 2. Czajenie się lisa polującego na bazylika (wg Heubacha).

Lwy, tygrysy, pantery, pumy oraz nasze rysie i żbiki są zdolne do wykonania zaledwie krótkiego biegu i kilku skoków; na więcej nie pozwala im „krótki oddech” (na który cierpiał też, jak pamiętamy, pan Zagłoba...). Zupełnie wyjątkowa jest zdolność geparda do dłuższego pościgu. Jeśli dodać do tego fakt, że prędkością biegu przewyższa on wiele antylop – nie zdziwimy się, że efektywność jego łowów wynosi aż ok. 50%.

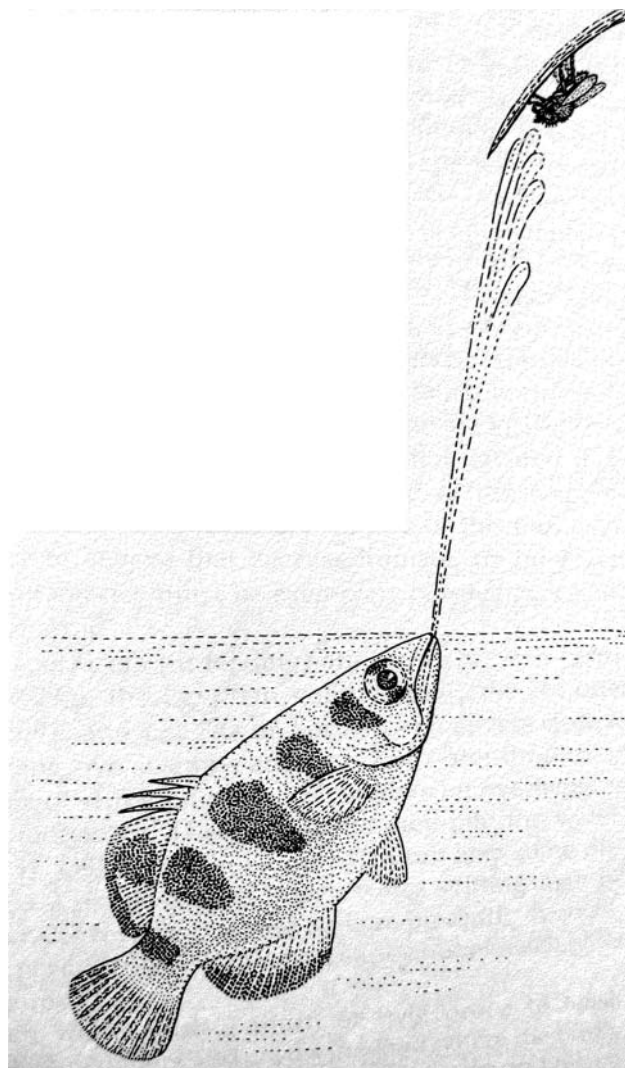
Podobne efekty daje wytrzymałość; wtedy mówimy o **polowaniu uporczywym** – inaczej **polowaniu na wyczerpanie**. Polega ono na nieprzerwanym ściganiu zwierzęcy, niekiedy przez wiele godzin, prowadząc do zapaści zwierzęcia – z powodu przegrzania mózgu (normalnie zwierzę ucieka na pewien dystans i siada, by ochłodzić – *recte*: by jego mózg ochłodził). Tak kuna pokonuje lżejszą i sprawniejszą wiewiórkę, która może wbiegać na wysokie, cienkie gałęzie drzew (Ryc. 3). (Uwaga: tak zwana ‘asymetryczna wojna na wyczerpanie’ jest zagadnieniem ekologii behawioralnej odnoszącym się do partnerów *wewnątrzgatunkowych*).



Ryc. 3. Polowanie uporczywe kuny leśnej na wiewiórkę (wg *Naszej przyrody*, zmienione).

Podobny charakter do polowania na upatrzonego ma **polowanie** indyjskiej ryby **strzelczyka pryskacza** (*Toxotes jaculatrix* s. *jaculator*), który płynąc pod powierzchnią wody wypatruje przelatującego lub siedzącego nad nią na gałązce owada, a zoczywszy go, strzela w jego kierunku kroplami wody, by po takim zestrzeleniu – zjeść. Długość takiego strzału dochodzi do ok. 1 m (Ryc. 4).

Swoistą formą aktywnego **polowania** jest także u **drapieżników dysponujących jadem** – przeważ-



Ryc. 4. Polująca ryba pryskacz (wg Alcocka, zmienione).

nie w aparacie gębowym. Ma to miejsce u wielu grup zwierzęcych, zwłaszcza u bezkręgowców (stawonogów), jak i niektórych kręgowców (tu szczególnie u jadowitych węży). Typowy sposób polowania polega na wysłedzeniu zdobyczy, dopadnięciu jej i wstrzyknięciu w jej ciało jadu, a następnie czekaniu – u wijów parczników (*Chilopoda*), jak skolopendra, a także u węży na śmierć ofiary, zaś u pajaków

¹ Językoznawcy polscy traktują ‘czajenie się’ także jako synonim ‘czatowania’. W naukach behawioralnych wygodnie jest „rozsunąć” te terminy znaczeniowo – tak ja to czynię w tym tekście.

(dysponujących jadami protolitycznymi, tzn. rozkładającymi białko) – na jej „**zewnętrzne strawienie**”, po czym pająk wypija „rozpuszczone” ciało ofiary, zawarte w pokrowcu zewnętrznego szkieletu. Tak postępują pająki skakuny, jak i pająki sieciowe, o których będzie mowa dalej. U tych form jad wprowadzany jest przez wydrażone jak strzykawki szczękoczułki (*chelicerae*), niegdyś zwane też szczękorożami. U zaleszczotków, maleńkich pajęczaków, które czasem można znaleźć w książkach, a które polują na owady, zwłaszcza na gryzki (*Psocoptera*, zwane też psotnikami i będącymi szkodnikami księgozbiórów) – rolę tę pełni następna para odnóży, nogogłaszczki, czyli szczękonoża lub szczękonóżki (*pedipalpi*). Znany wyjątkiem od tej anatomicznej tendencji do posiadania gruczołów jadowych w pobliżu aparatu gębowego są niedźwiadki czyli skorpiony (*Scorpionidae*) – mające gruczoł i kolec jadowy w ostatnim członie zaodwłoka, na tyle ruchliwym, by umożliwić jego zgięcie i zaatakowanie znajdującej się z przodu ofiary.

Pratchawce (*Protracheata*), zwane coraz częściej pazurnicami (*Onychophora* [z gr. *onyx* ‘pazur’ – dosłownie: ‘noszące pazury’]), do niedawna uznawane za jedną z najprymitywniejszych grup współczesnych stawonogów, mają inne przystosowanie łowieckie. Na brodawkach gębowych mają ujścia gruczołów ślinowych, produkujących **lepką wydzielinę, która może być wyrzucana do odległości** do 30 cm i służy do łapania zdobyczy – oblepiając i unieruchamiając ją. Ofiara jest wykrywana z odległości do 4 cm i badana czułkami. Na górnej stronie żuwaczek pratchawca uchodzą przewody ślinowe, których wydzielina jest wstrzykiwana podczas ukąszenia ofiary: ona dalej redukuje jej ruchliwość i zapoczątkowuje nadtrawianie jej tkanek.

Inna jest **rola żądeł błonówek – żądłówek** (*Hymenoptera-Aculeata*), jak wspomnianych już „os” grzebaczowatych i nastecznikowatych. Po upolowaniu zdobyczy (muchy, chrząszcza – ryjkowca, czyli słonika, gąsienicy lub pająka) samica (tylko one mają żądło, będące zmodyfikowanym pokładelkiem) prześzywa kilkakrotnie żądłem od strony brzusznej upolowanego owada, celując w węzły ruchowe jego układu nerwowego. W ten sposób **paraliżuje go**, by żywy (a więc świeży) mógł przez dłuższy czas być spożywany przez larwę osy. Jak już mówiliśmy, same te błonówki są nektarożerne.

Warto jeszcze wspomnieć o typowym dla niektórych ptaków **rabowaniu zdobyczy**. Tak mewa wyłudza z podszczękowej torby zdobytą przez pelikana rybę (Ryc. 5), albo wydrzyki odbierają w locie ryby innym ptakom, które je złowiły. W filmach

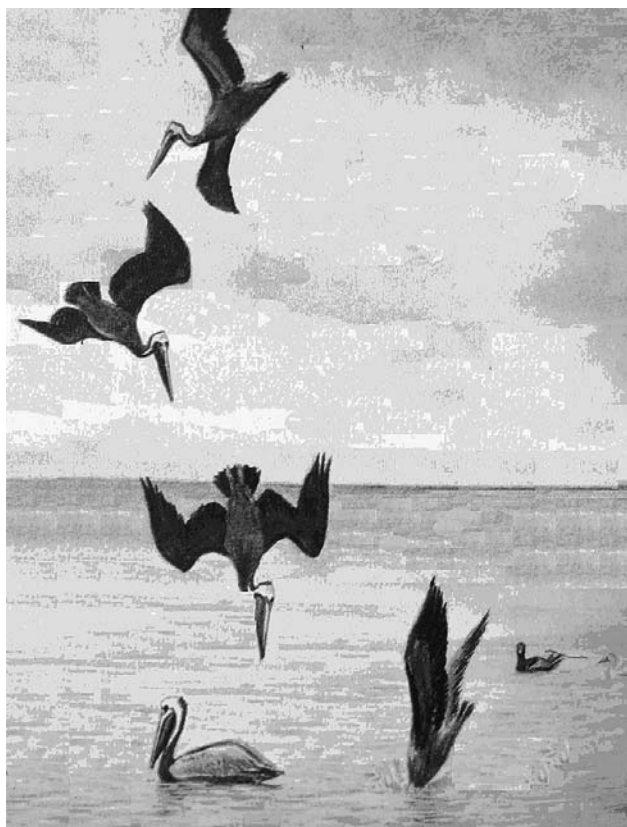
prezentowanych w telewizji można też było wielokrotnie widzieć sytuację rabowania lwom ledwie zdobytę łupę przez liczniejsze i bezczelne hieny. Takie zachowania nie są obce już bezkręgowcom. Oto mrówki miodowe (*Myrmecocystus mimicus*), żyjące na pustyni w USA, czatują na powracające z łupem do gniazd mrówki z innych gatunków i je obrabowują.



Ryc. 5. Rabowanie przez mewę zdobyczy pelikanowi (wg Demela, zmienił).

Bardziej bierną postać ma – „siedzenie i czekanie” (oczywiście nie musi to być dosłownie ‘siedzenie’; może być zawisanie w locie czy „stanie” ryby w miejscu bez ruchu). Tu mam na myśli inną odmianę łowów bezpośrednich i mimo wszystko aktywnych. Przeważnie polega na tym, że polujące – ale nie pierwszy raz – zwierzę udaje się na znany sobie teren łowiecki, **łowisko**. Nazwą tą określa się obszar na którym drapieżnik zwyczajowo odbywa łowy. Czasem może być broniony przed innymi osobnikami z tegoż gatunku – i wówczas stanowi **terytorium łowieckie**, częściej zwane **rewirem łowieckim**. Tak bywa u różnych gatunków zwierząt, zarówno owadów (jak ważki), jak u ssaków. Hieny zresztą nierzadko polują na terytorium sąsiedniej watahy, ale wtedy natychmiast po upolowaniu zwierzyny przeciągają ją do swego rewiru i dopiero tam zjadają; w innym wypadku dochodzi do krwawych walk, w których mogą nie tylko stracić łup, ale niektóre z nich wręcz – życie! (Niekiedy spotyka się w wypowiedziach nazywanie luźno „rewirem łowieckim” łowiska w ogóle, ale lepiej tego unikać ze względu na niejednoznaczność – i ewentualnie określać go mianem **arealu łowieckiego**). Teren łowiecki może jednak nie być broniony – jak jest np. u rysia europejskiego (*Lynx lynx*). U nas rysie żyją w Puszczy Białowieskiej, Kampinoskiej, w Bieszczadach, Gorcach, Beskidzie Sądeckim oraz w rejonie Babiej Góry. W Puszczy Białowieskiej szacuje się ich przeciętny obszar łowiecki na 250 km² (co odpowiada kołu o promieniu ok. 8,4 km). Ponieważ nie są to terytoria bronione, tereny te u różnych osobników mogą oczywiście się pokrywać.

Po osiągnięciu właściwego miejsca łowca może się „zasadzić” i **czatować** (czyhać – por. odsyłacz ¹ na s. 199), tzn. wyczekiwać nadejścia dotąd nieostrzeżanego osobnika potencjalnego łupu z zamiarem napaści. Określiśmy to mianem strategii **(b) siedzenia i czekania** (oczywiście nie musi to być dosłownie ‘siedzenie’).



Ryc. 6. Lot nurkowy („pikowanie”) pelikana brunatnego (wg Duponta, zmienione).

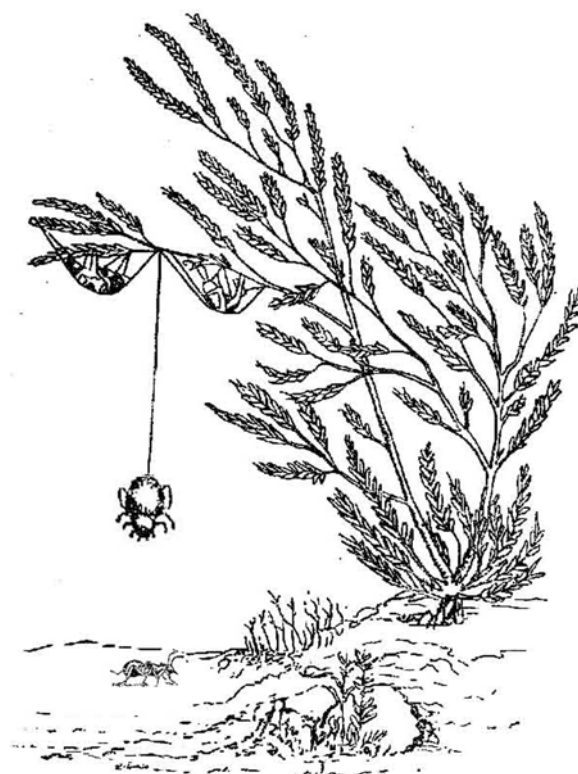
Tak **czatuje** np. irbis, czyli lampart śnieżny (*Felis uncia*) na koziorożce syberyjskie (*Capra ibex sibirica*); z ptaków strategię „siedź i czekaj” [ang. *sit and wait*] stosuje dzierzba srokosz (*Lanius collurio*) – znana z tego, że nadliczbowe łupy magazynuje na „czarną godzinę” wbijając je na kolce odpowiednich krzewów. W wodzie czatuje szczupak (*Esox lucius*), o którym nasi wędkarze mawiają, że „stoi”. Niektóre gatunki mrówek polują z zasadzki. W tym robotnice *Ectatomma tuberculatum*, polujące zbiorowo, mogą czekać nieruchomo na ofiarę nawet przez kilka godzin, kryjąc się pod liściem, tak że poza brzeg wystają ku górze tylko ich rozwarte żuwaczki

Przykładem tej samej **strategii „zawisaj i czekaj”** [ang. *hover and wait*] jest „stojąca” w powietrzu – lotem zawisającym – czatująca kania, którą widzieliśmy na Ryc. 1 (na s. 96) we wspomnianym już moim artykule (*Wszechświat*, 112, 2011 Nr 4–6 (2568–2570)).

Innym sposobem polowania jest krążenie nad morzem i wypatrywanie pływającej pod powierzchnią

ryby, aby rzucić się następnie po nią do wody, jak to czynią pelikany (Ryc. 6); tak samo **pikują** głuptaki (*Sula* spp.), które z 30 m spadają w wodę, by po kilku sekundach wypłynąć na powierzchnię z rybą. Podobnie poluje na ryby w rzekach orzeł rybołów (*Pandion haliaëtus*), heraldyczny ptak USA. Inaczej albatrosy (*Diomedidae*): te z niskiego pułapu aktywnie nurkują i ściągają ryby pod wodą – niekiedy aż do 15 m.

Jeszcze bardziej rozwiniętą formą łowów jest **polowanie z zasadzki** z wykorzystaniem pewnego rodzaju przyborów łowieckich. Tak np. pająk *Lasaeola* s. *Dipoena tristis* spuszcza się na nici pajęczej z gałązki nad drogą mrówek i **poluje na upatrzonego** na przechodzącego pod nim osobnika (Ryc. 7). Inne pająki, z rodzaju *Mastophora*, konstruują nić zakończoną

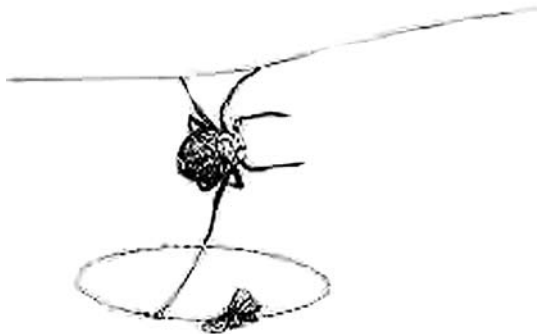


Ryc. 7. Polujący na mrówkę pająk *Lasaeola* s. *Dipoena tristis* (wg Abrikosowa, zmienione).

lepką kulką zawierającą specjalny feromon (atraktant seksualny) samicy émy, na które polują i gdy zważbiony zapachem owad się zbliży – pająk, kręcąc kulką, jak południowoamerykańscy kowboje z użyciem tzw. „**bolas**” łowi go (Ryc. 8).

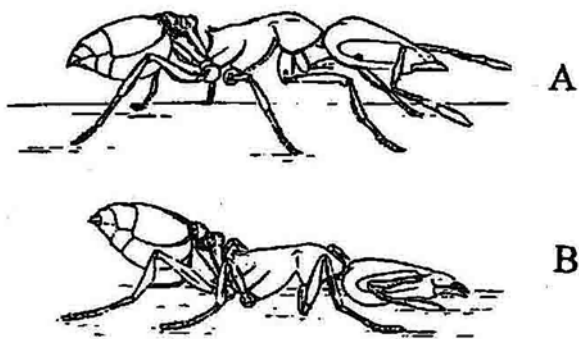
Chciałbym teraz wykorzystać oryginalne polskie badania z pracowni etologii Instytutu Nenckiego PAN w Warszawie przeprowadzone przez Ewę J. Godzińską i Annę Szczukę. Oto mrówki też **mogą aktywnie przywabiać do siebie potencjalne ofiary** za pomocą allomonów. Tak się nazywa sygnały chemiczne służące porozumiewaniu się międzygatunkowemu, które przynoszą korzyść emitującemu

je osobnikowi. Potrafią to czynić afrykańskie mrówki *Smithistruna truncadens* polujące na bezskrzy-



Ryc. 8. Pająk z rodzaju *Mastophora* z rodzajem „bolas” – nicią zakończoną lepką kulką (wg Alcocka, zmienione).

dłe owady – skoczogonki (*Collembola*), będące ich główną ofiarą (są bowiem oligofagami). Okazało się, że w kolonii mrówek niektóre osobniki specjalizują się w takim właśnie polowaniu – i po zlokalizowaniu ofiary przybierając szczególną pozę (B na Ryc. 9) przywabiają skoczogonka, chwytają i żądlą. Uczą się tego w ciągu pierwszych tygodni, gdy zostają łowczyniami. W normalnych warunkach kolonia dysponuje zarówno osobnikami wyspecjalizowanymi w takim polowaniu, jak i niewyuczonymi – które są o wiele mniej skuteczne (Ryc. 9; por. *Wszechświat*, 100, 1999 Nr 1-3 (2421-2423), ss. 26-28).

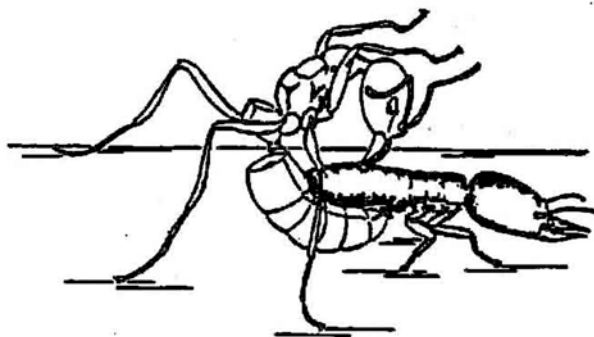


Ryc. 9. Polujące na skoczogonki mrówki z rodzaju *Smithistruna*: A. niewyspecjalizowana łowczyni, B. łowczyni wyspecjalizowana – w fazie przywabiania ofiary (wg Dejeana, zmienione).

Niekiedy te przeciwstawne strategie – łowienia w ruchu i „siedź i czekaj” mogą występować u jednego gatunku – jako tzw. **taktyki alternatywne**. Tak ten sam kot domowy raz może aktywnie szukać zwierzyny, zaś innym razem siąść na pieńku czy kamieniu wystającym nad powierzchnię traw i czekać aż coś podejdzie (por. *Wszechświat*, 113, 2012 Nr 4-6 (2580-2582, ss. 92-98). To samo można obserwować u węży. Szczególnie rozwinięte są takie taktyki w zachowaniach łowieckich mrówek, co pozwala im

dostosowywać swoje zachowanie do zmiennych sytuacji. Taktyki alternatywne mogą być oparte na plastyczności lub giętkości behawioralnej.

Plastycznością behawioralną nazywa się cechę zachowania, będącą zaprzeczeniem jego ‘sztywności’ (niezmienności opartej na dziedziczności), wynikającej ze zdolności osobnika do uczenia się, opartej na tzw. *plastyczności układu nerwowego*. Plastyczność – podobnie jak giętkość – odgrywa ważną rolę w zachowaniu łowieckim wielu gatunków mrówek. Oto polowanie na termyty bywa niebezpieczne dla mrówki, gdy próbuje zaatakować żołnierza. U takich myśliwych może się jednak wytwarzać już pod wpływem jednego kontaktu z agresywnie zachowującym się termitem odruchowe przyjmowanie tzw. postawy ostrożności, w której atakująca mrówka stara się utrzymać czułki i odnóża poza zasięgiem żuwaczek termita (Ryc. 10).



Ryc. 10. Postawa ostrożności przybierana przez doświadczoną robotnicę mrówki *Pachycondyla villosa* atakującą żołnierza termita (wg Dejeana, zmienione).

Gorzej jest ze sprawą **giętkości behawioralnej** [ang. *behavioural flexibility*]. Jest to jeden z pary stosunkowo nowych terminów (obok *elastyczności behawioralnej* [ang. *behavioural elasticity*]) – z których oba mają kilka znaczeń, a na domiar wszystkiego były nieco dowolnie i zamiennie tłumaczone na język polski! Tutaj więc podam tylko znaczenia giętkości, o które chodzi w tym kontekście – a których niestety również są... dwa. Anna Szczuka opisała ją wg Fagena (właśnie pod nazwą ‘elastyczności behawioralnej’) jako „zdolność zwierzęcia, w obliczu nowej sytuacji do zmiany zachowania lub – poprzez zmianę zachowania – do zmiany ekologii zwiększającej szanse pozostawienia żyjącego potomstwa lub bliskich krewnych [...] w szczególności, **większa giętkość** [w jej tekście użyta ‘elastyczność’ – uwaga JAC] behawioralna **umożliwia zwierzęciu szybsze przedstawianie się z jednego alternatywnego sposobu zachowania się na inny**”. Z kolei jej nauczycielka, Ewa J. Godzińska – pod tą samą nazwą ‘elastyczności’ – opisuje giętkość behawioralną jako zjawisko polegające na „stosunkowo

krótkotrwałych i odwracalnych modyfikacjach zachowania osobnika, zachodzących w odpowiedzi na zmiany powstające w jego środowisku fizycznym i społecznym, [... które] polegają najczęściej na odwracalnym ujawnianiu się (= ekspresji) i czasowym zaniku (supresji) określonych wzorców zachowań”. (Nie odgrywa więc tu roli plastyczność). Widzimy więc, że pod tą samą nazwą są opisywane różne zjawiska, spotykane także u mrówek.

Łowy bezpośrednie ofiar przypadkowych

Zupełnie inny charakter od poprzednich ma **(2) polowanie** – które można by nazwać **przypadkowym** – łowca bowiem nie wybiera jednej ofiary, lecz chwytą takie, które mu się nawiną.

Do takiego czynnego polowania można zaliczyć łowy szympansa wtykającego odłamaną od rośliny patyczek do otworu w gnieździe mrówek lub termitów i następnie – po wyjęciu – zlizanie osobników, które się do niego przyczepiły. Jest to zachowanie się kulturowe (tj. nie wszystkie szympansy tak polują) i bierze w nim udział inteligencja, gdyż wybierając się na takie łowy w terenie, w którym nie można znaleźć odpowiednich gałązek, osobnik przygotowuje je sobie uprzednio, oczyszczając je z liści (w ten sposób taki patyczek staje się **przyborem**, nieomal narzędziem).

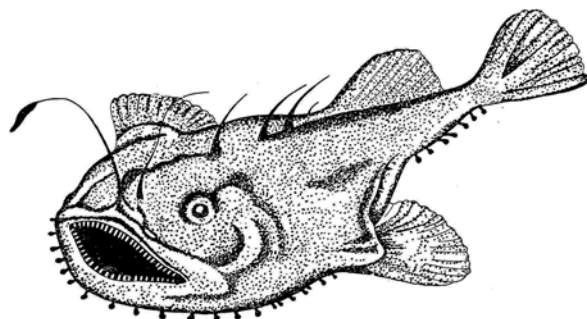
Jest cała grupa form – poczynając od pierwotniaków – **(a) które sobie napędzają „zwierzyne”** odnóżami lub innymi ruchliwymi strukturami **do gęby**.

Takie polowanie może mieć charakter do pewnego stopnia **bierny**, to znaczy że ofiara sama „oddaje się” niejako na łup drapieżcy. Tak czynią niektóre pierwotniaki – orzęski (*Ciliata*) mające tzw. perystom (jest to nazwa zagłębienia ciała wymoczka, na którego dnie znajduje się komórkowa gęba, cytostom). Perystom jest otoczony wieńcem rzęsek napędzających do niego napotkane drobne cząstki, stanowiące pokarm, jak np. jeszcze drobniejsze wymoczki czy bakterie. Zapewne najbardziej znanym takim orzęskim jest pantofelek, np. *Paramecium caudatum*. Podobnie polują jeszcze bardziej biernie, bo przytwierdzone do podłoża, choćby czasowo – wirczyki (*Vorticella spp.*) i trębacze (*Stentor spp.*). Wśród zwierząt (*Animalia*) podobnie polują wrotki (*Rotatoria*), których charakterystycznym elementem budowy układu pokarmowego jest aparat wrotny (rzęskowy). Ten podwójny wieniec rzęsek otaczających otwór gębowy, napędza pokarm do przewodu pokarmowego; nieco podobną budowę mają wieloszczety osiadłe (*Polychaeta Sdentaria*), choć te raczej zdobywają pokarm roślinny. Bardziej drapieżne są wąsonogi albo wicionogi

(*Cirripedia*), osiadłe skorupiaki – jak pąkle (*Balanus sp.*) czy kaczenica (*Lepas np. anatifera*), otoczone wapienną skorupką z otworem, przez który wysuwane są odnóża, służące do napędzania pokarmu do otworu gębowego. Podobnie mszywioly (*Bryozoa*) żywią się planktonem, który napędzają do otworu gębowego za pomocą ramion.

Bardziej aktywnymi łowcami na chybił-trafił są polipy jamochłonów (*Coelenterata*), które chwytają przepływającą zdobycz ruchliwymi ramionami zaopatrzonymi w parzydełka. Tak jest u stułbiopławów, jak nasza stułbia słodkowodna, tak jest również u ukwiałów i polipów koralowców. Podobnie u szkarłupni liliowców (*Crinoidea*).

Zdobywanie pokarmu może też polegać na tym, że **(b) łowca dysponuje jakąś przynętą**, do której podływają potencjalne łupy, a te są następnie chwytane i zjadane. Tak poluje przydenna ryba żabnica, z powodu swoistej „wędk” na nosie – zwana też nawędem (Ryc. 11).



Ryc. 11. Żabnica, czyli nawęd (*Lophius piscatorius*) – przydenna ryba z pn. Atlatyku z ruchliwym wyrostkiem stanowiącym przynętę dla ryb będących jej potencjalnymi ofiarami.

Inny sposób polowania, to taki, że **(c) zwierzę czynnie porusza się w środowisku wodnym i łowi przypadkowo napotkane ofiary**. Rurkopławy (*Siphonophora*) mają w tym celu długie zwisające nici chwytne zaopatrzone w komórki parzydełkowe (knidocyty), które zabijają i przytrzymują osobniki, które ich dotknęły, a nici – kurcząc się – wprowadzają je do kolonii polipów trawiących pod pneumatoforem (gazowym pęcherzem). Tak jest np. u bąbelnicy bąbelcowej, inaczej żywłogi (*Physalia physalis*), u której nici chwytne dochodzą do 10 m długości. Podobnie jest wyposażona ogromna meduza bełtwa festonowa (*Cyanea capitata*) o czulkach dochodzących do 30 m – spopularyzowana przez A. Conan Doyle’a w opowieści o Sherlocku Holmesie „Lwia grzywa”. Z kolei żebroplawy (*Ctenophora*) z rzędu ramienio-nych (*Tentaculata*), dawniej również zaliczane do jamochłonów, mają dwa wydłużone ramiona pokryte komórkami klejącymi (koloblastami), chwytającymi

łup przez przyklejenie go. Są też zwierzęta, które **plywając z otwartym pyskiem odcedzają organizmy**, które do niego przypadkiem wpadły i je połykają. Najprostszym przykładem takiego zwierzęcia jest lancetnik (*Branchiostoma lanceolatum*, co niekiedy tłumaczy się dosłownie na ‘szparoskrzelec lancetowaty’), strunowiec – bezczaszkowiec (*Acrania*). Anatomia przedniego odcinka jego ciała jest dość skomplikowana. Wystarczy, jeśli uzmyslowimy sobie, że układ pokarmowy zaczyna się otworem przedgębowym otoczonym czułkami, które odcedzają zbyt duże obiekty; otwór ten prowadzi do lejka przedgębowego. Na jego dnie znajduje się otwór gębowy, prowadzący do worka skrzelowego, zajmującego prawie połowę długości lancetnika; przez szczeliny woda przepływa do jamy okołoskrzelowej, skąd wydostaje się specjalnym otworem na stronie brzusznej. Ów worek stanowi jednocześnie gardziel: po jego brzusznej stronie ciągnie się rowek wysłany nabłonkiem migawkowym, tzw. endostyl. Rzęski tego nabłonka prowadzą odcedzone od wody cząstki pokarmowe – wraz z planktonowymi zwierzątkami – do żołądka. Podobnie jest u różnych morskich planktonożerów kręgowców. Należą do nich polujące na kryla wieloryby fiszbinowe (*Mysticeti*); na plankton – drobne skorupiaki i rybki. Tak poluje rekin wielorybi (*Rhincodon typus*) oraz manta wielka czyli diabeł morski (*Manta birostris*). Nieco mniejszy od niego długoszar (rekin olbrzymi, *Cetorhinus maximus*) zjada głównie widłonogi.

Sytuacja bywa zresztą **jeszcze bardziej bierna**. Mam tu na myśli **(d)** niektóre z **osiadłych filtratorów**. Takimi filtratorami są bezkręgowce oddychające skrzelami, które w różny sposób powodują wpływanie wody z jej zawartością do „kosza” skrzelowego, by zatrzymać znajdujące się tam drobne organizmy, a wodę wyrzucić szparami na zewnątrz po wymianie gazowej (oddychaniu). Nie będziemy tu wchodzić w bardzo różnicowane u różnych grup szczegóły – odsyłając zainteresowanych do obszerniejszych podręczników zoologii albo znanego *Życia zwierząt* A. Brehma. Najprostsze są gąbki (*Porifera*), które jeszcze nie mają tkanek, a więc i odpowiednika skrzel. Z mięczaków, małże (*Lamellibranchiata*) są osiadłymi zwierzętami skrzelodysznyimi (skrzel – gr. *branchia*); filtrują one wodę wciągającą przez górny syfon wpustowy (wlotowy albo wciekowy), przepuszczając ją przez jamę płaszczową, gdzie urzęsione skrzel wychwytyują drobne organizmy i szczątki organiczne, a woda jest wydalana na zewnątrz przez dolny syfon wypustowy (wyrzutowy, odpływowy). Również osiadłe żachwy (*Ascidacea*), prymitywne strunowce, wciągają wodę syfonem wpustowym, wiodącym do szerokiej,

urzęsionej gardzieli przebitej licznymi szczelinami skrzelowymi, na których zatrzymywane są planktonowe organizmy, także zwierzęce, a w skrzelach dokonuje się wymiana gazowa (pobierany jest tlen z wody, a wydalaný do niej dwutlenek węgla).

Łowy pośrednie

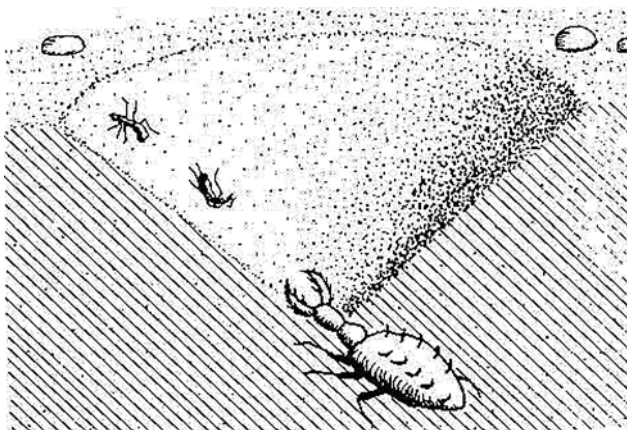
Tą, może nienajlepszą, nazwą określe (3) kilka różnych (heterogenicznych) strategii łowieckich.

W pierwszym rzędzie chcę wspomnieć o **(a) pośrednim wynajdywaniu zwierzyny przez różne zwierzęta**, w szczególności przez latające ptaki drapieżne. Dotychczas była mowa o „wypatrywaniu” („wyniuchaniu” itp.) przez łowcę potencjalnego łupu. Jednak wielu myśliwych opisuje sytuację, że gdzieś z daleka dostrzegli krążącego na niebie drapieżnika – zwykle zresztą chodzi o padlinożerców, jak ścierwika białego (*Neophron percnopterus*) i właściwe sępy Starego Świata (*Gypinae*), które w przeciwieństwie do amerykańskich krewniaków w większości lokalizują zdobycz za pomocą doskonałego wzroku. Oto wkrótce liczba latających ptaków się powiększa, a gdy się zbliżyć – widać jasno, że te pętle zataczane są nad umierającym zwierzęciem, albo nad padliną. Stopniowo ptaki te przy niej siadają i zaczynają ucztę, pełną zwad i sporów, kto ma prawo jeść pierwszy i więcej. W przeciwieństwie do sytuacji poprzednich – tu ptaki zlatują się do innych zauważonych pokrewnych ptaków, zwabione widokiem ich charakterystycznych ruchów. Narzuca się tu analogia do opisanego przez R. Stägera (1931) zachowania się mrówek, nazwanego przezeń **kinopsją** [gr. *kinē* ‘ruch’, *ópsis* ‘widzenie’], które polega na gromadzeniu się osobników pod wpływem zaobserwowanego wzrokowo ich kręcenia się.

Innym przykładem łowów pośrednich są indywidualne polowania, w których zwierzęta posługują się różnymi strukturami – jak **(b) pułapki** – w które zwierzyna sama wpada, a wystarczy ją tylko obezwładnić, zabić i zjeść. Tak mogą łowić łupy pojedyncze osobniki, jak i ich grupy. ‘Pułapkami’ – zgodnie z potoczną intuicją językową – będę nazywał „urządzenia służące do łapania zwierząt tak, by z niego nie mogły się wydobyć”. Zanim przejdziemy do różnorodnych sieci, wytworzonych z substancji pochodzących z własnego organizmu łowcy – popatrzmy na urządzenia utworzone z materiałów ze świata otaczającego.

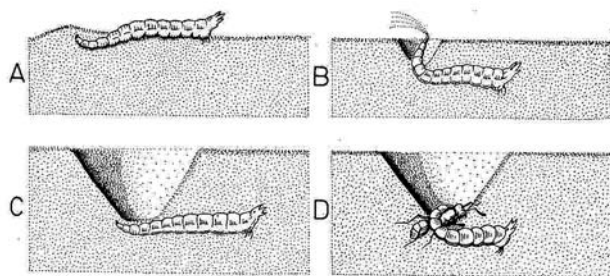
Idący piaszczystą drogą w pobliżu nasłonecznionego – choć okresowo – zagajnika lub boru sosnowego łatwo może latem natrafić na tajemnicze **lejki w piasku**. Czasem prowadzi do niego meandrujący płytki rowek. Nierzadko takich lejków jest wiele. Mając

łyżkę do butów, można szybko podebrać piasek spod takiego lejka (oczywiście razem z nim!) i popatrzeć, cośmy wydobyli. Jest duża szansa, że – jeśli zrobimy to dostatecznie szybko – na łyżce znajdziemy zabrudzoną piaskiem pękłą **larwę** siatkoskrzydłego owada, **mrówkolwa** (*Myrmeleo formicarius*), z groźnymi szablстыми żuwaczkami. To właśnie budowniczy tej pułapki, który płytko pod powierzchnią przypełził tu i wyrzutami głowy usuwając piasek stworzył ów lejek. Gdy na brzeg lejka stąpnie mrówka, zacznie się doń zsuwać, a drapieżna larwa mrówkolwa dopełni jej klęski – bombardując ją ziarnkami piasku, wyrzucanymi głową (Ryc. 12).



Ryc. 12. Lejek mrówkolwa *Myrmeleo formicarius* (wg Jacobsa i Rennera, zmienione).

Amerykański myrmekolog, William Morton Wheeler, zwrócił uwagę na istnienie analogicznej „budowli” **larwy** *Vermileo comstocki*, muchówki z rodziny kobyliczkowatych (*Rhagionidae s. Leptidae*) – Ryc. 13. W prostszy sposób polują na owady **larwy** chrząszczy **trzyszczy** (*Cicindela spp.*). Siedzą na górze wykopanej w ziemi pionowej, rurkowej norki i rozglądają się kilkoma swoimi prostymi oczkami, „celującymi”

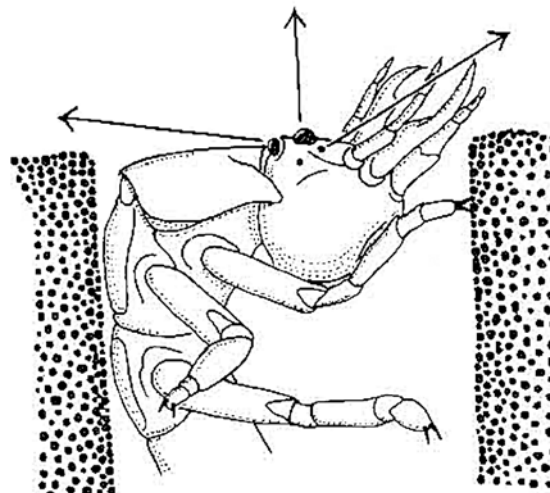


Ryc. 13. Budowanie pułapki przez *Vermileo comstocki* (wg. Séguya, zmienione).

w różne kierunki (Ryc. 14). Zoczywszy potencjalną ofiarę – rzucają się ku niej.

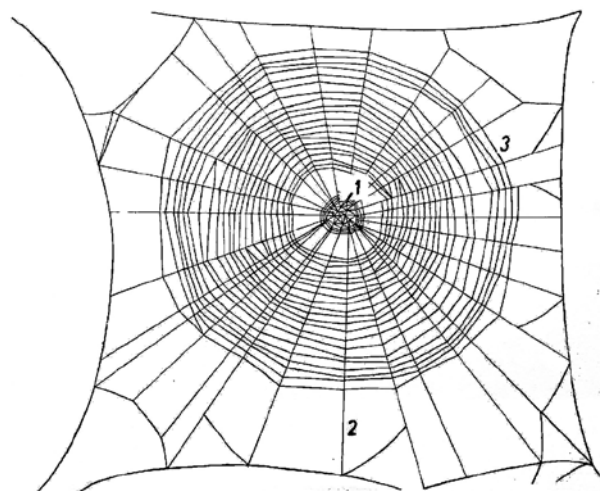
Bardziej rozwinięte od pułapek i bardziej znane są **(c) sieci łowieckie**. Sieć jest to rodzaj plecionki zbudowanej z cieniutkich nici wytworzonych z zastygającej w powietrzu wydzieliny gruczołów stawonoga –

czy to umieszczonych w aparacie gębowym (u larw owadów), czy też na końcu odwłoka, zwanych kądziołkami przednimi. U pajaków snujących **pajęcz-**



Ryc. 14. Czatuja larwa trzyszczy (wg Faascha, zmienione).

nę, wpada w nią zwierzyzna (np. owady) i następnie zostaje zjedzona przez drapieżnego gospodarza. Najczęściej sieć jest rozciągana w powietrzu (Ryc. 15) lub na ziemi (Ryc. 16), niekiedy jednak w wodzie –



Ryc. 15. Kolista, rozpostarta w powietrzu, sieć pajaka krzyżaka. Z czatowni (1) rozchodzą się promieniste szprychy (2), na których wspiera się właściwa strefa łowna (wg Adolpha, zmienione).

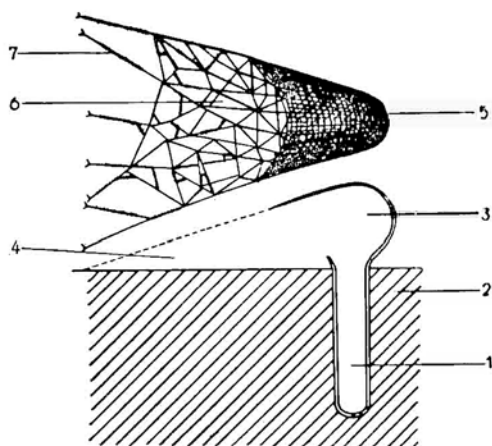
jak u pajaka topika (*Argyroneta aquatica*) lub chrzączików *Neureclepsis bimaculata* (Ryc. 17) i *Holocentropus dubius* (*Polycentropidae*).

Jak widzieliśmy sama nić pajęcza może być też wykorzystywana inaczej – jako lasso lub bolas.

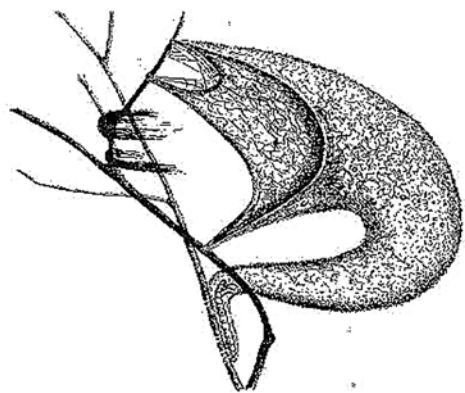
Etologiczne aspekty łowów

Dotychczas mówiliśmy głównie o tym, co można by nazwać „morfologią łowów”. Jednakże niemniej ważne – choć o wiele mniej zróżnicowane – są inne aspekty etologii i psychologii polowań zwierzęcych.

Przede wszystkim – jest **sprawa motywacji** łowieckiej. Z dotychczasowego tekstu widać, że jest ona najczęściej pokarmowa, „typowość” zaś opisywanych zachowań wskazuje na to, że są to zachowania instynktowe, dodajmy – w klasycznym, tinbergenowsko-baerendsowskim jego rozumieniu [por. *Wszechświat*, 1950 Nr 7 (1799), ss. 199–203], którego najważniejsze rysy przypominałem w artykule we *Wszechświecie* (112. 2011 Nr 4–6 (2568–2570)).



Ryc. 16. Naziemna sieć pajaka poskocza krasnego: górny (5–7) – widok z góry, dolny – w przekroju pionowym. Widać ukrytą w ziemi (2) norkę (1). Nad pajęczynową rurką wyściełającą norkę rozciąga się daszek (3) połączony z siecią łowną, splecioną z gęstej pilsni pajęczej (5), natomiast sieć łowna (6) ma splot luźniejszy. Nitki sieci łownej są pokryte kropelkami (7) lepkiej cieczy (wg Adolpha, zmienione).



Ryc. 17. Sieć chrushika *Neureclepsis bimaculata*. Larwa siedzi na dolnym końcu lejka (wg von Frischa, zmienione).

Początkowym bodźcem motywacyjnym, wyzwalającym łańcuch działań pokarmowych, w naszym wypadku – łowieckich, może być jakiś czynnik wewnętrzny, związany z zegarem biologicznym, który „mówi” zwierzęciu, że czas wybrać się na łowy. Można to zaobserwować choćby u naszego kota domowego mieszkającego w warunkach na wpół wolnych na wsi. Pierwszym ogniwem będzie zachowanie apetycyjne o charakterze poszukiwawczym – obszaru łowiskowego i zwierzyny łownej. Za pierwszym razem jest to poszukiwanie na chybił-trafił, później –

wskutek pamięci – zwierzę już szuka znanego miejsca. Dalej, zgodnie z etologiczną koncepcją instynktu, mamy konglomerat działań sztywnych, odziedziczonych (jak końcowe działania spełniające: atak zębami czy kolcem jadowym, zagryzanie, ewentualne magazynowanie łupu i jego spożywanie) i nabytych, wyuczonych. Dobrze to ilustruje wymyślony przykład polowania młodego lisa mieszkającego w norze w pobliżu wsi, któremu zabrakło matki-opiekunki.

Lisek – tym razem jeszcze nie pod wpływem zegara biologicznego, lecz po prostu głodu (pusty żołądek i – jak to nazywał I.P. Pawłow – „głodna krew”) wyruszył, by szukać. Nie ma wyraźnego obrazu tego, czego szuka, natomiast jego poszukiwania kończą się, gdy znajdzie bodźce wyzwalające następny etap zachowania apetycyjnego: atrakcyjną woń i fascynujące głosy drobiu. Tu instynkt każe mu się skradać ku źródłu tych bodźców. Niepostrzeżenie dotarł w ten sposób na teren łowiecki: znalazł się przed siatką, za którą wiele słabo widocznych istot wydzielają obficie atrakcyjną woń i słyszą ich „ko-ko-ko”, kwakanie i gęganie. Trzeba działać. Instynkt podsuwa wrodzony „pomysł”: podkopać się. Ale niestety, bogaty hodowca postawił ogrodzenie na podmurówce. Wdrapać się też nie można, gdyż na górze jawi się przeszkoda w postaci wysuniętego kolczastego drutu. Skakanie, bieganie i znowu skakanie (jeść chce się coraz bardziej!) doprowadziło naszego liska wreszcie do furtki – szczęśliwie zamkniętej tylko na klamkę. Przypadkowy skok na nią – i droga staje otworem. Spuśćmy na Czytelnika zasłonę miłosierdzia i oszczędźmy mu krwawych obrazów i dramatycznych dźwięków. Tak czy inaczej nasz głodny lisek wybiega z zaduszoną kaczką i wlecze ją na swoje terytorium w strefie mieszkalnej. Wreszcie może tak, jak uczyła



Ryc. 18. Kotka Dusia otwierająca drzwi, czego nauczyła się dzięki naśladownictwu ludzi. Fot. J.A. Chmurzyński.

go mama, zaspokoić głód – oczywiście zgodnie ze swoją lisią naturą – np. „wie”, że kości gruchocze się zębami tnącymi czyli łamaczami (które fachowo nazywamy *dentes sectorii*).

Następnym razem – sytuacja jest nieco odmienna. Lisek już wie, czego szuka. Dzięki uczeniu się na drodze prób-i-błędów pamięta też czynności, które bezpośrednio doprowadziły do wejścia na teren fermy. Gdyby mu nikt nie przeszkodził (co nie należy do przedmiotu naszego zainteresowania), lisek chodziłby następnie do fermy z taką samą wprawą jak czynią to jej pracownicy (i jak sobie w domu otwiera drzwi moja kotka, która się tego nauczyła – tym razem przez naśladownictwo – Ryc. 18).

Należy mocno podkreślić, że **polowanie drapieżców na łup** (tak jak naszego anegdotycznego liska) **nie jest agresją**. Jak zauważył już I.P. Pawłow, u ssaków wiąże się ono bowiem z atakiem nieafektywnym: myśliwy – choć skoncentrowany na działaniu i zaangażowany w jego wykonanie – nie jest wściekły na ofiarę, tak jak człowiek – myśliwy nie ma złości do obiektu polowania. Inna rzecz, że u niektórych gatunków mrówek nastąpiło wtórne zatarcie różnicy między „agresją” łowczą i agresją wewnątrzgatunkową i zabite bliźniacze mrówki mogą być kanibaliście zjadane jako łupy.

W ogólnych zarysach analogiczna jest sytuacja z **polowaniem dla zalotów i z łowami dla potomstwa**, z tym, że macierzysta **motywacja** takich działań **jest związana odpowiednio z instynktem rozrodczym i opieki nad potomstwem**. Wśród ptaków rybitwy podczas zalotów ofiarowują wybrance złowioną rybę jako dar ślubny, wśród bezkręgowców pająki, czy owady – muchówki wujkowate polują, by ofiarować wybrance złowiony łup. Drugą sytuację opisywaliśmy mówiąc o „grzebiących osach” (*Fossores*), jak grzebaczowate i nastecznikowate, które polują tylko dla swych larw. (No, taszczyń, *Philanthus triangulum* wyciska ze złowionej pszczoły zebrany przez nią nektar i wypija. Takie wyciskanie nazywa się fachowo ‘malaksacją’ [z łac. *malaxatio* ‘zmiękczenie’]).

Co w łowach jest dziedzicznego?

Jak wiadomo, w przeciwieństwie do etologii, która poszukuje tzw. bezpośrednich przyczyn (czynników) zachowania się [ang. *proximate factors*] – ekologię behawioralną (podobnie jak socjobiologię i psychologię ewolucyjną) interesują **przyczyny dalsze** [ang. *ultimate factors*], które powstały ewolucyjnie po to, by zwierzę czy człowiek był najlepiej dostosowany [ang. *the fittest*]. Oczywiście są to cechy przenoszone genetycznie, a więc dziedziczne. Podajmy

kilka stwierdzeń i hipotez ekologii behawioralnej dotyczących drapieżnictwa – częściowo zaczerpniętych ze znanej książki Krebsa i Daviesa.

Ponieważ opłacalność zdobyczy z punktu widzenia drapieżcy jest to jej wartość (energetyczna, białkowa) podzielona przez sumę czasu odnalezienia, rozpoznania i manipulacji – wynika z tego kilka konkluzji. Jedną z nich powierdziło eksperymentowanie na krabie raczyńcu jadalnym (*Carcinus maenas*). Kraby te preferują taki rozmiar małży omułków (*Mytilus edulis*), jaki daje im największe zyski energetyczne. Jednak zdaje się, że również odgrywa tu najbardziej opłacalny czas poszukiwania zdobyczy.

Jeśli chodzi o gatunkowy wybór łupu, to – jak wiadomo – drapieżniki, podobnie zresztą jak roślinożerców, zoologowie z dawien dawna dzielą na kilka kategorii: *monofagów* (którzy zjadają przedstawicieli jednego lub niewielu spokrewnionych gatunków), *oligofagów* (skąpożernych) o większej tolerancji pokarmowej, *pleofagów* o większej od oligofagów, a mniejszej od polifagów specjalizacji pokarmowej – a więc odżywiających się pokarmem z kilku spokrewnionych rodzin, *polifagów* (wieložernych), jedzących wiele gatunków z różnych, niespokrewnionych rodzin i *pantofagów* – wszystkożernych. Jest to podział klasycznej ekologii i etologii. Ekologia behawioralna woli podział dychotomiczny – choć mniej szczegółowy: na *specjalistów* i *generalistów pokarmowych*. W wykryciu i rozpoznaniu łupu powinien grać rolę szybko działający i w miarę prosty mechanizm behawioralny. U „specjalistów pokarmowych” (np. mono- i oligofagów) będzie grał rolę *wrodzony mechanizm wyzwalający* reakcję, a drapieżnik powinien wyspecjalizować się w żerowaniu na dobrze zauważalnych ofiarach (dlatego maskowanie się ma tak wielkie znaczenie dla przeżywania potencjalnych ofiar). Polifagizm ma tę zaletę, że zwiększa szansę znalezienia potencjalnego łupu, ale jego ceną jest zwykle konieczność uczenia się, co jest jadalne, a co nie – dzięki posługiwaniu się *wrodzonym mechanizmem wyzwalającym modyfikowanym przez doświadczenie*, a u pantofagów – wręcz przez *nabyty mechanizm wyzwalający*: nikt bowiem nie ma tak „strusiego żołądka”, by mógł jeść dosłownie wszystko! Ale też niejadalnemu osobnikowi „opłaci się” mieć ubarwienie ostrzegawcze (tzw. aposematyczne), żeby drapieżca łatwo się nauczył o niejadalności przedstawicieli tego gatunku (zobacz np. czarno-żółty wzór os czy jaskrawe plamy na brzuchu ropuch i kumaków).

Istnieje wpływ pory dnia na zachowanie pokarmowe, a więc również łowieckie. Jeśli zwierzę zaczyna swój dzień podejmując ryzyko łowieckie i doznało powodzenia, można się spodziewać, że *później*

zacznie unikać ryzykownego polowania. Jednak małe drapieżniki dzienne, *gdy zbliża się zmierzch*, mogą zmieniać swoją taktykę na bardziej ryzykowną, by zwiększyć szansę na przeżycie nocy (większe, jak wielkie koty nie są tak zagrożone).

U drapieżników mających rewiry łowów jest też możliwe tzw. 'rozważne drapieżnictwo' – czyli unikanie nadmiernego wyeksploatowania łowiska. Zaoszczędzone przez niego pożywienie służyłoby bowiem jego własnej przyszłości. Na wspólnych łowiskach do podobnego skutku może prowadzić inny mechanizm: unikanie jałowego, długiego poszukiwania i oczekiwania pojawu potencjalnego łupu; zamiast tego lepiej szukać nowego, mniej wyeksploatowanego łowiska.

Wspólne łowy

Dotąd była mowa tylko o zwierzętach w pojedynkę trudzących się polowaniem. Nie brak jednak takich, które polują społecznie. Odgrywają wówczas rolę różne sposoby rekrutacji.

Przede wszystkim więcej gatunków mrówek poluje społecznie niż pojedynczo. Kormorany (*Phalacrocorax carbo*) prawie zawsze odbywają łowy wspólne, nieraz nad wyraz przemyślnie, tworząc nieruchomą linię «myśliwych» i ruchomą *nagankę* (inaczej: *nagonkę*) albo robią też formalny *kocioł* – tak jak myśliwi na zające – koło zwężające się stopniowo i spędzają zwierzynę, w danym wypadku ryby, ku jego środkowi, gdzie później odbywa się prawdziwa masakra, przy czym pojedyncze ptaki raz po raz dają nurka w środek i wyławiają zdobycz, znosząc ją już martwą w jedno miejsce. Reszta zaś, tworząc wciąż koło, trzyma ryby „skotłowane” i nie pozwala im uciekać, zagradzając w razie potrzeby ich podwodną drogę. Po skończonym polowaniu zdobycz bywa rozdzielana pomiędzy wszystkich uczestników (Wł. Korsak). Taka jest również taktyka alternatywna polowania u pelikanów – obok już wspomnianego indywidualnego nurkowania.

Na szczególną wzmiankę załuguje trylogia o łowcach dzikich zwierząt, napisana dla młodzieży przez A. Szklarskiego. Zawiera ona wiele wiadomości z zoologii i obyczajów zwierząt egzotycznych, w tym oparte na własnych obserwacjach. Tam obok wspomnianego opisu zbiorowych łowów ryb przez pelikany, znajdujemy opis **pokarmowego ataku mrówek** wędrownych, czyli nomadnych, zwanych także mrówkami legionowymi lub krótko 'legionistkami' (*Dorylus* lub *Anomma*, znanych z „W pustyni i puszczy” H. Sienkiewicza jako *siafu*). Warto zresztą pamiętać, że i w Polsce żyją dwa niespokrewnione ze sobą gatunki mrówek, które prowadzą **rozbójnicze rajdy** –

choć nie po łupy na pokarm, lecz **po niewolników** – no i na mniejszą skalę od tych egzotycznych. Rabują one poczwarki, z których wyszłe robotnice będą następnie pełniły rolę „niewolników” w gnieździe „panów”. Do tych ostatnich należy zbójnica krwista (*Formica sanguinea*), przeważnie zdobywająca poczwarki *Formica (Serviformica) fusca*, a przede wszystkim – niezdolna do egzystencji bez gatunku niewolniczego mrówka – amazonka (*Polyergus rufescens*, niegdyś zwaną 'zaborą'), która wyprawia się po poczwarki gatunków niewolniczych *F. (Serviformica) rufibarbis* i niekiedy też rudnicy, *Formica rufa*. Dawniej uważano, że rajdy po „niewolników” są kierowane przez 'oficerów' lub zwiadowców, dopiero Janina i Jan Dobrzańscy z pracowni etologii Instytutu Nenckiego wykazali, że można co najwyżej mówić tu o *aktywistach*, stymulujących rodzinę do wyprawy.

Wracając wszakże do ssaków, warto chociaż przytoczyć wspólne łowy orek (*Orcinus orca*), drapieżnych walen, chętnie zasadzających się na migrujące na północ w Oceanie Spokojnym inne walenie – wale szare (*Eschrichtius robustus*) – specjalnie czekając na samice z młodym, by je odseparować od matki, zatopić, wspólnie zabić i choć częściowo zjeść. Takie polowanie pięciu orkom może zająć do sześciu godzin. Są tu elementy polowania na wyczerpanie, gdyż początkowo orki ścigają zdobycz przez kilka godzin, aż młode straci siły, by płynąć.

Z łatwością przypomnimy sobie też dawne opowieści o **zimowych watahach wilków, prowadzących zorganizowane łowy** na inne ssaki, nie wyłączając człowieka. Wprawdzie dotyczy to zwłaszcza czasów dawniejszych, a to dlatego, że wilki w Europie (także i u nas) znacznie wytrzebiono, a poza tym opowieści te datują się na czasy I Rzeczypospolitej, kiedy do Korony należały bezkresne obszary Ukrainy, choć do niedawna jeszcze żyło wiele wilków i w Puszczy Knyszyńskiej (zob. z tego obszaru obrazy naszego malarza-naturalisty, Alfreda Wierusza Kowalskiego (1849–1915) „Wilki napadające na sanie”, ok. 1880 czy „Napad wilków”, ok. 1890 – Ryc. 19). Zainteresowani tym tematem mogą znaleźć wspaniałe opisy podobnych łowów u zwierząt egzotycznych, jak afrykańskie psowate – likaony (*Lycaon pictus*) w znanej książce J. Goodall „Zabójcy bez winy”. Podobny tryb życia pędzą pn.-amerykańskie psowate – kojoty (*Canis latrans*), przez miejscowych zwane też „amerykańskimi szakalami” lub „wilkami preriowymi”. Pokrewne im szakale, jak azjatycki szakal złocisty (*Canis aureus*) polują raczej w pojedynkę lub parami. W pokazywanych u nas filmach telewizyjnych widzimy często społecznie polujące hieny, należące do osobnej rodziny *Hyaenidae*. Najbardziej znanymi

ich gatunkami są: raczej azjatycka hiena pręgowa (*Hyena hyena*) i afrykańska hiena cętkowana (*Hyena crocuta*), znana z opisów myśliwych ze swego głosu, przypominającego śmiech. Choć bliższe ewolucyjnie łasowatym (*Viverridae*) i kotowatym (*Felidae*), behawioralnie hieny są bardziej podobne do psowatych (*Canidae*), choćby w tym, że chwytają zwierzy-
nę zębami, nie pazurami. Zwłaszcza hiena cętkowana tworzy największe grupy i ma najwyżej rozwinięte zachowania społeczne (nieco przypominające pawianów spośród naczelnych). Polują w pojedynkę, małymi watahami po 2–5 osobników lub dużymi grupami.



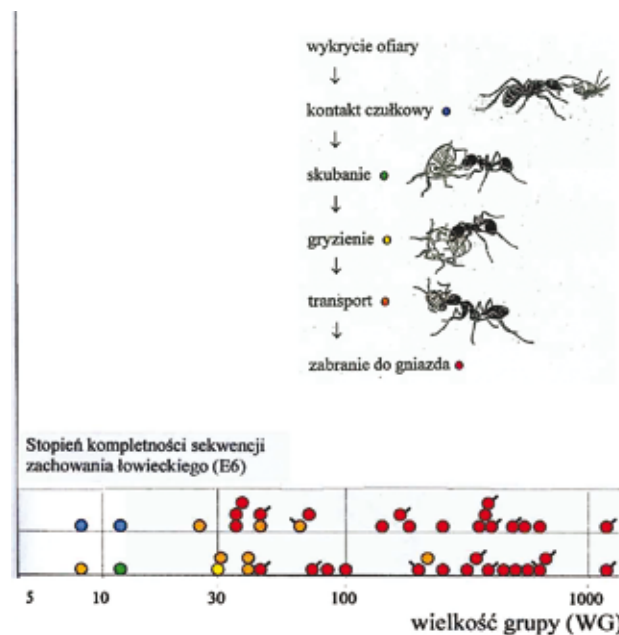
Ryc. 19. A. Wierusz-Kowalski „Napad wilków”. Źródło: <http://artyzm.com/obraz.php?id=11238>.

Jest oczywiste, że zwierzęta zaczynają łowić dopiero po osiągnięciu pewnego wieku. Okazało się wszakże, iż u „zwykłych” (tj. nie niewolniczych) gatunków **mrówek**, jak rudej leśnej mrówki *Formica polyctena*, **wystąpienie zachowania łowieckiego zależy także od kontekstu społecznego**. Wykazały to w naszej Pracowni Etologii Instytutu Nenckiego Anna Szczuka i Ewa J. Godzińska (kierownik Pracowni). Zachowanie to jest procesem wieloetapowym i – co więcej – nie musi występować w kompletnej sekwencji, ale może się urywać na którymś z wcześniejszych etapów niż końcowy – w wypadku niedostatecznie silnej motywacji. Jeśli poszczególne etapy zachowania łowieckiego oznaczyć barwnymi kropkami (Ryc. 20 – legenda u góry), badaczki stwierdziły, że stopień kompletności sekwencji zachowania łowieckiego rośnie wraz z wielkością kolonii (Ryc. 20 na dole: częstość obserwowanych zachowań).

Ostatnim wyróżnionym tu etapem jest zanieśenie łupu do gniazda. Warto przy tej okazji powiedzieć na koniec parę słów o **współdziałaniu mrówek**.

Nawet przypadkowy obserwator łatwo zauważy poza mrowiskiem interakcje między mrówkami z tego samego gatunku, a w domyśle – z tej samej kolonii, szczególnie interesujące w kontekście transportowania do mrowiska łupu przekraczającego możliwości pojedynczej mrówki. Widać wtedy często, jak

dwie lub trzy mrówki wspólnie ciągną łup, co wydaje się być przejawem ich współpracy. Jednak dokładniejsze obserwacje większej liczby takich przypadków



Ryc. 20. Doświadczenie A. Szczuki i E.J. Godzińskiej – objaśnienie w tekście.

prowadzą do zaskakującego wniosku: to, co wydaje się współpracą, opiera się tylko jakby na realizacji starej maksymy „Czyń każdy w swym kółku co każe Duch Boży, a całość sama się złoży”. Jest to bowiem w istocie wynik niezależnego działania instynktowego członków kolonii, a zachowaniem się każdego osobnika steruje po prostu aktualny stan rzeczy, tj. widok samego łupu. Stanowi on tzw. bodziec kluczowy, wyzwalający u nowo przybyłego na miejsce osobnika etap zachowania apetycyjnego w postaci jego ciągnięcia do mrowiska. Może też z tym współdziałać wspomniana już wcześniej *kinopsja*, w której wyzwolenie reakcji zachodzi pod wpływem obserwacji ruchu innych osobników. Prosta obserwacja mrówek ciągnących do gniazda łup (czy patyk) pokazuje, że w istocie każda z nich ciągnie go niezależnie, zaś efekt jest osiągnięty dzięki temu, że wszystkie kierują się do tego samego mrowiska. Nierzadko widać wszakże, że próbują obierać różne drogi – w wyniku czego wektory ich działania bywają „sprzeczne” i łup tylko oscyluje wokół tego samego punktu. Wtedy oczywiście mrówki zmieniają miejsce przyczepu – i wreszcie ruszają mniej lub bardziej zgodnie w kierunku mrowiska.

Rzadko uświadamianym rodzajem (4) **międzygatunkowego współdziałania drapieżnika ze zwierzęciem z innego gatunku** są (a) łowy na pasożyty zewnętrzne przez „zwierzęta-czyszciceli”. Jest to temat sam w sobie interesujący. Tu wspomnę tylko, że do najważniejszych czyszciceli lądowych należą

na lądzie ptaki, a w wodzie ryby. W Afryce bąkojad, czaple złotawe i inne oczyszczają skórę wielkich ssaków, jak bawoły, antylopy, żyrafy i hipopotamy. U tych ostatnich pielęgnują one także wnętrze pyska, co ma miejsce również u gadów – krokodyli. Ryby bywają czyszczone przez pewne krewetki, a przede wszystkim przez rybki z rodziny babkowatych, a zwłaszcza z rodziny wargaczowatych (*Labridae*). Tu, w wodzie, towarzyszą temu specjalne formy zachowań społecznych z obu stron – co staje się zrozumiałe, gdy o przysługę „proszą” takie drapieżniki jak murena lub rekin. Czyszczone są też pod wodą ssaki – jak wspomniane hipopotamy oraz walenie.

Chcę zakończyć te rozważania przykładem (b) innego, dziwnego współdziałania drapieżnika ze zwierzęciem z innego gatunku. Mam na myśli miodowody. Są to zamieszkujące tropikalne puszcze i sawanny Afryki oraz pd.-wsch. Azji ptaki z rodziny *Indicatoridae* należącej do rzędu łaźców, czyli dzięciołowych (*Piciformes*), obejmującej kilkanaście gatunków, odżywiających się owadożernie, głównie

osami i pszczołami. Są one pasożytami lęgowymi, podobnie jak nasza kukulka. Miodowód duży (*Indicator indicator*) jest jednym z dwóch gatunków, które wykształciły ewolucyjnie behawioralną symbiozę z niektórymi gatunkami ssaków, zwł. z ratelem (*Melivora capensis* z rodziny łąsicowatych, *Mustelidae*) i z człowiekiem – potrafiącymi dobierać się do barci pszczoł po miód. Ptaki te, znalazłszy barć zwracają donośnym głosem uwagę ratela lub człowieka, po czym wzmagają natężenie głosu i przelatując na niewielką odległość – wiedzą go do barci, by po podebraniu przezeń miodu pożywić się pozostałymi larwami i poczwarkami pszczoł, czy znajdowanym tam niekiedy molem woskowym (*Galleria mellonella*), a także samym woskiem (ptak ten bowiem ma w przewodzie pokarmowym specjalną symbiotyczną florę bakteryjną trawiającą wosk).

Jak widzimy, wielkim błędem byłoby sądzić, że łowy zwierzęce – to tylko mord krwiożerczego drapieżcy, posługującego się wyłącznie kłami i pazurami!

Prof. dr hab. Jerzy Andrzej Chmurzyński jest etologiem, emerytowanym kierownikiem Pracowni Etologii w Zakładzie Neurofizjologii Instytutu Biologii Doświadczalnej im. M. Nenckiego PAN w Warszawie (<http://www.nencki.gov.pl/pracownia-etologii>). E-mail: j.chmurzynski@nencki.gov.pl.

SAGOWCE

Eugene A. Beyers (Pretoria), Anna Pacyna (Kraków)

Sagowce są roślinami nagozalążkowymi, ale pokrojowo podobnymi do palm (nie rozgałęziony pień, na ogół pojedynczo pierzaste liście), lecz liście palm nie są aż tak bardzo sztywne i za młodu są nie podzielone. Należą do podgromady *Cycadophytina* (nagozalążkowe wielkolistne), klasy *Cycadopsida*¹ i rzędu *Cycadales*, obejmującego 3 rodziny: *Cycadaceae*, *Zamiaceae*, *Stangeriaceae*². Niektórzy naukowcy używają terminu „sagowce” w odniesieniu do całej klasy *Cycadopsida*.

Sagowce są jedną z najstarszych grup roślin nasiennych na ziemi i czasem słusznie odnoszone do roślin należących do czasów prehistorycznych.

Były one jednym ze składników świata roślin nasiennych w środkowym mezozoiku. Większość szczątków kopalnych pochodzi z ery mezozoicznej; najstarsze są datowane na przełom permu i triasu. W jurze (około 150 mln lat temu) przypadał ich rozkwit i ten okres jest uważany za „wiek sagowców”. W kredzie większość sagowców wymarła.

Dziś sagowce są żywymi skamielinami, rzadkimi roślinami, których historia była związana z ewolucją i wyginięciem dinozaurów.

Niektórzy z mezozoicznych przedstawicieli sagowców są podobni do współczesnych rodzajów. Szczątki kopalne są znajduwane w wielu miejscach, gdzie sagowce dziś nie występują (Grenlandia, Alaska, Argentyna, oraz na licznych stanowiskach w Europie, sięgających na Syberii do Oceanu Lodowatego, a na południu – po północne Chiny i Indie). Wskazują one na panujący tam dawniej bardziej łagodny klimat, w tych obecnie umiarkowanych, a nawet subarktycznych regionach. Obecnie, obok gniotowych (*Gnetopsida*), sagowce są jedynymi żyjącymi nagozalążkowymi wielkolistnymi.

Sagowce dziś są niewielką, szczątkową grupą w królestwie roślin, liczącą według najnowszych danych (Hill, Osborne 2004) 11 rodzajów i 305 gatunków. Lista rodzajów przedstawia się następująco: *Cycas* (99)³, *Encephalartos* (65), *Zamia* (59), *Macrozamia* (40),

¹ System przyjęty w podręczniku Szwejkowska A., Szwejkowski J. 1993.

² Niektórzy taksonomowie wyróżniają Boweniaceae jako osobną rodzinę.

³ W nawiasach podano liczbę gatunków.

Ceratozamia (21), *Dioon* (13), *Bowenia* (2), *Lepidozamia* (2), *Chigua* (2), *Microcycas* (1) i *Stangeria* (1). Ta duża rozbieżność w liczbie gatunków, między stanem aktualnym a danymi choćby sprzed kilkudziesięciu lat, wynika z faktu, że zasięg szeregu gatunków jest ograniczony niekiedy do niewielkiego obszaru, zajmowanego przez małe populacje w trudno dostępnym terenie. W miarę postępu penetracji różnych niedostępnych zakątków tropików, odkrywano nowe gatunki. Przykładem może być rodzaj *Chigua* z Kolumbii opisany w 1986 r. Z kolei, według starszych danych *Cycas* obejmował 30–40 gatunków, natomiast obecnie podawanych jest ich 99.



Ryc. 1. *Encephalartos* sp. Okaz męski. Fot. W. Bryszewski.

W ostatnim czasie opisano wiele nowych gatunków *Cycas* z Azji południowo-wschodniej, gdzie znajduje się centrum różnorodności tego rodzaju. Większość tych nowo opisanych gatunków występuje na bardzo niewielkim obszarze. Warto wspomnieć, że w r. 1998 Laubenfels zaproponował, w oparciu o różnice anatomiczne w budowie pnia siedmiu gatunków *Cycas*, rodzimych w Azji południowo-wschodniej, utworzenie nowego rodzaju *Epicycas*.

Sagowce występują obecnie w rejonach tropikalnych i subtropikalnych obu Ameryk, Afryki, Azji i Australii oraz na wyspach Oceanu Indyjskiego i Pacyfiku – od Madagaskaru na zachodzie, po Nową Kaledonię, wyspy Salomona i Fidżi – na wschodzie. Z wyjątkiem rodzaju *Cycas*, zasięgi poszczególnych rodzajów ograniczone są do jednego tylko kontynentu; Ameryka (*Dioon*, *Zamia*, *Ceratozamia*, *Microcycas*, *Chigua*), Afryka (*Encephalartos*, *Stangeria*), Australia (*Macrozamia*, *Bowenia*, *Lepidozamia*). Co ciekawe, rodzaje występujące na jednym kontynencie wcale nie muszą być blisko spokrewnione, jak np. afrykański *Encephalartos* jest najbliżej spokrewniony z australijską *Macrozamia*, a australijska *Bowenia* – z amerykańską *Zamia*. Świadczy to o skurczeniu się dawnych szerokich zasięgów. Tylko *Cycas* ma szeroki zasięg – od Madagaskaru na zachodzie,

poprzez Seszele, Maskareny, wyspy Archipelagu Malajskiego, wyspy pacyficzne na wschód od Australii (Fidżi i Nowa Kaledonia) – na wschodzie i od pld. Indii, Cejlonu, półwyspu Indochińskiego, południowych Chin i wysp Riukiu i Kiusiu u południowych wybrzeży Japonii – na północy, po pñ.-wsch. część Australii – na południu. Na wschodnim wybrzeżu Afryki od delty Zambezi po Kenię rośnie obecnie *C. thouarsii*, który jest rodzimym gatunkiem na sąsiednim Madagaskarze, Komorach i Seszelach. Pochođenje afrykańskich stanowisk tego gatunku budzi dyskusję, choć jest on tam zdomowiony, a nawet sprawia wrażenie jakby jego stanowiska były naturalne. Niektórzy badacze uważają, że stanowiska te są antropogeniczne. Gatunek ten miałby zostać przywieziony przez kupców arabskich i zdomowić się.

Sagowce jako całość wykazują duże zdolności adaptacyjne do życia w różnych warunkach siedliskowych, jednak poszczególne gatunki są raczej dość ściśle związane z konkretnymi siedliskami. Warunki termiczne na obszarze ich występowania są w miarę wyrównane. Pewne różnice są między temperaturami na nizinach i w górach. W każdym razie, są to na ogół obszary bez mrozu, a jeśli się zdarza, to jest on niewielki i krótkotrwały. Większe jest natomiast zróżnicowanie zajmowanych siedlisk pod względem ich wilgotności – od wilgotnych lasów deszczowych, poprzez luźne, świetliste lasy i zarośla, przez sawannę i trawiaste zbiorowiska na górskich stokach po półpustynie. Pewne gatunki rosną na piasku, inne na kamienistych zboczach, a nawet na skałach, jeszcze inne na terenach bagnistych. Kilka gatunków rośnie, nieraz w dużych skupiskach, na ustalonych wydmach na brzegu oceanu. Niektóre gatunki tolerują gleby zasolone. Pod względem warunków świetlnych jedne gatunki preferują pełne słońce, inne pełny cień. Są jednak gatunki, które rosną zarówno w cieniu, jak i w słońcu.

Współczesne sagowce wykazują różnorodność form życiowych. Rosną bardzo powoli i żyją długo; niektóre okazy mają 1000 lat. Dla wielu gatunków charakterystyczny jest nierozgałęziony pień (kłodzina). Rzadkie są przypadki (np. *Encephalartos princeps*) rozgałęziania się pnia u podstawy, skutkiem czego jeden osobnik tworzy całe zarośla. U większości gatunków pień jest niewysoki (2–3 m), ale są też gatunki znacznie wyższe; niektóre gatunki *Encephalartos* osiągają wysokość 16 m, a *Lepidozamia hopei* (najwyższy pień) 18–20 m. Nie znaczy to jednak, że wszystkie okazy tych gatunków osiągają taką wysokość. Przeważnie mają 6–7 m.

Niektóre gatunki mają pień krótki a gruby (bulwiasty), całkowicie nadziemny lub dolną częścią pograżony w ziemi, z wystającą z niej tylko górną

częścią albo pień jest całkowicie podziemny, a ponad ziemię sterczy tylko pęk liści (np. *Zamia pygmaea*, *Bowenia serrulata*). Dwa gatunki *Zamia* są epifitami (m. in. *Z. poeppigiana*). U większości gatunków pień jest pokryty stwardniałym pancerzem pozostałości nasad dolnych liści i zeschniętych katafili⁴. Wewnątrz pień

pierzaste. Za młodu u większości gatunków liście są pastorałowato zwinięte (wyjątek – *Dioon*, *Ceratozamia*, *Encephalartos* i *Macrozamia*). W szczytowym pióropuszu liście są rozchylone na zewnątrz, a u niektórych gatunków, ich końce są zagięte ku górze. Wielkość liści jest różna, najmniejszy sagowiec –



Ryc 2. *Cycas* sp. Makrostrobil. Widoczne liściowate makrosporofile, górna, płonna część pierzasto wcinana. Fot. W. Bryszewski.

jest miękki i mięsisty, co sprawia trudność w oznaczaniu wieku. Bardzo specyficzna jest jego budowa anatomiczna. Duży jest udział tkanki mięsistej (duży rdzeń i kora pierwotna), natomiast niewielki udział drewna, szczególnie drewna wtórnego, które zbudowane jest z cewek z dużym udziałem miękiszu – drewno typu manoksylicznego. Przyrost wtórny na grubość jest nieznaczny.

Na szczycie pnia znajduje się pióropusz dużych, bardzo sztywnych, ustawionych spiralnie, wiecznie zielonych liści. Przez wierzchołek wzrostu wytwarzane są na przemian katafile i liście pierzasto podzielone. Gatunki z pniem pogrążonym w ziemi mają nieliczne liście, które tworzą się stopniowo – jeden po drugim. Na dużych okazach o pniu kolumnowym, liści jest bardzo dużo – do 100–150. Najczęściej liście są pojedynczo pierzaste. Tylko gatunki *Bowenia* i niektóre z rodzaju *Cycas* mają liście podwójnie

Zamia pygmaea ma liście tylko 5–6 cm długości, u innych – gatunki *Ceratozamia* i *Cycas* – długość liści dochodzi do 3 m, a u niektórych gatunków – *Encephalartos* – nawet do 5–6 m.

Sagowce wytwarzają palowy system korzeniowy. Korzenie są zwykle grube, mięsiste i zdolne zmagazynować wilgoć. Siewki rozwijają mocny korzeń główny, który jest kurczliwy i ma przez to zdolność wciągania pnia głębiej w glebę. Z korzenia głównego rozwijają się korzenie boczne, które powiększają cały system korzeniowy. Przeważnie są one małe, ale u gatunków o olbrzymim pniu są mocne i przypominają korzeń główny. Tworzą jakby dodatkowy korzeń główny i są pomocne w podtrzymaniu olbrzymiego pnia.

Osobliwością sagowców są korzenie boczne, wykazujące geotropizm ujemny i wytwarzające na powierzchni gleby struktury podobne do koralów; stąd ich nazwa „koralloidy” (korzenie koralowe). Kuliste

⁴ Katafile – zredukowane, grube, łuskowate liście, dł. 5–10 cm.

zgrubienia powstają przez bujanie tkanki pod wpływem obecnych w niej glonów. W protodermie tych korzeni są obecne sinice (m.in. *Nostoc cycadae*, *N. punctiforme*, *N. commune*, *Anabaena cycadae*, *A. macrozamiae*). W starszych opracowaniach podawane były również bakterie azotowe (*Bacterium radicola* i *Azotobacter* sp.) oraz strzępki endomycoryzowych grzybów. Ostatnie badania ich nie wykazały, a jedyne znajduwane, to patogeny (Norstog, Nichols 1997). Sinice są zdolne wiązać azot atmosferyczny i wytwarzają pożyteczne aminokwasy – asparaginę i cytrulinę, ale też groźną neurotoksynę BMAA (β -N-metyloamino- L-alanina).

Sagowce są dwupienne, co oznacza, że organy rozmnażania męskie i żeńskie (strobile) tworzą się na osobnych roślinach. Okazy męskie i żeńskie są morfologicznie do siebie podobne, z wyjątkiem liści zarodnikowych (sporofile).

Strobile umieszczone są albo na szczycie osi głównej i wtedy wzrost rośliny jest sympodialny, albo położenie ich jest boczne, a typ wzrostu monopodialny. Wyjątkiem są żeńskie osobniki gatunków *Cycas*, gdzie makrostrobil tworzy się na końcu osi głównej, lecz po rozpadzie strobila oś kontynuuje wzrost i tworzą się nowe liście płonne. W przypadku męskich okazów *Cycas*, strobil ma położenie szczytowe, a wzrost rośliny jest sympodialny. Liczba strobili na roślinie jest zależna od typu wzrostu. Przy sympodialnym typie wzrostu często jest tylko 1 strobil, rzadziej 2 lub 3 i często są one bardzo duże (np. 1 olbrzymi strobil u *Microcycas*). Przy bocznym położeniu, mikrostrombile mogą być liczne, np. u *Macrozamia* 20–40, a nawet ponad 100.

Wielkość i waga strobili są bardzo zróżnicowane. Na ogół makro- i mikrostrombile różnią się wielkością i kształtem. Makrostrobile mają na ogół owalny kształt i mogą mieć nawet do 1 m długości (*Lepidozamia peroffskyana*), a u *Encephalartos transvenosus* osiągają długość 80 cm, a wagę 45–50 kg. Mikrostrombile są wąskie a długie i zwykle mniejsze od makrostrobili (u *Bowenia* – mikrostrombile są 2 razy krótsze od makrostrobili). Tylko 1 gatunek *Encephalartos* ma oba typy strobili prawie jednakowej wielkości i kształtu, ale różnią się one ciężarem. Makrostrobile, ze względu na ciężar nasion, są wielokrotnie cięższe od mikrostrombili. Najmniejsze strobile są u *Zamia pygmaea* – oba typy strobili mają długość do 2 cm, a ciężar – 30 g. U większości sagowców sporofile są ustawione spiralnie na osi strobila. U *Zamia* oba typy sporofili są ustawione okółkowo.

Mikrosporofile (męskie liście zarodnikowe, pręciki) są łuskowate i ściśle do siebie przylegają. Na dolnej ich powierzchni są bardzo liczne (u *Cycas* do

1000 i więcej mikrosporangiów, zgrupowanych po 3–4). Nieliczne mikrosporangia są w rodzaju *Zamia*. W mikrosporangiach powstają mikrospory (ziarna pyłku). Makrosporofile (owocolistki) u większości sagowców, ewolucyjnie bardziej zaawansowanych, mają kształt łusek z dwoma zalążkami u podstawy. Wyjątkiem jest *Dioon*; np. u *D. spinulosum* zalążków jest 3–4, a nawet 5. Bardziej pierwotny typ owocolistków jest u *Cycas*. Mają one często kształt liści płonnych, są jednak mniejsze (do 40 cm dł.), nie zielone,



Ryc 3. *Encephalartos lanatus*. Rozsypujący się strobil żeński i nasiona. Makrosporofile tarczkwate. Fot. W. Bryszewski.

pokryte żółtawymi włoskami. Ich górna, blaszkowata, płonna część jest pierzasto podzielona, piłkowana lub wrębna. W dolnej części, na miejscu dolnych listków, znajdują się zalążki, ustawione naprzeciwlegle lub skrętolegle. Liczba zalążków może być różna; np. 7 u *C. thoursii*, 5–6 u *C. revoluta* i tylko 1 para u szeregu australijskich gatunków *Cycas*. U *C. revoluta* część płonna owocolistki jest bardzo dobrze rozwinięta, podczas gdy u innych gatunków obserwuje się stopniową jej redukcję.

Makrosporofile *Cycas* są dość luźno zestawione w strobilu, podczas gdy, w rodzajach o łuskowatych owocolistkach są one ciasno zestawione w zbity,

owalny strobil. Zalążki są bardzo duże, u *Macrozamia* nawet 6 cm dł. (najmniejsze u *Zamia pygmaea* – 5–7 mm dł.).

Sposób zapylania u sagowców jest obecnie dyskusyjny. Dawniej istniało przekonanie, że sagowce są wiatropylne. Od lat prowadzone są obserwacje i wykonywane eksperymenty (m. in. w tunelach powietrznych). Ostatnio przeważa pogląd, że większość sagowców jest zapylana przez owady. Przeciwnicy zapylania przez wiatr wysuwają argumenty, że liczne sagowce są niskiego wzrostu i rosną wśród znacznie wyższej, zwartej roślinności i w tych warunkach wiatr nie dochodzi do ich strobili. Za owadopylnością przemawia fakt znajdowania w mikro-



Ryc 4. *Encephalartos woodii*. Okaz męski ze strobilem. Fot. W. Bryszewski.

strobilach, w okresie ich dojrzewania, rojów drobnych ryjkowców, obsypanych pyłkiem, który pozostaje na ich ciele do 60 godzin. Mogą być one przywabiane w okresie pylenia przez słaby, ale wyczuwalny zapach, jaki wydzielają strobile. Na mikrostrombilach *Cycas* i *Encephalartos* znajdowano z kolei chrząszcze. W tym wypadku nie bez znaczenia może być znacznie podwyższona (o ok. 15 stopni) temperatura wewnątrz dojrzewających mikrostrombili w stosunku do temperatury otoczenia. Niektórzy dopuszczają wiatropylność u sagowców ze stosunkowo luźnym makrostrobilem (np. *Cycas*), gdzie zalążki nie są zamknięte w przestrzeni między ciasno przylegającymi, tarczkoformatymi makrosporangiami a osią strobila, jak to ma miejsce u *Dioon* czy *Zamia*. W przypadku takich makrostrobili, zwolennicy wiatropylności dopuszczają współdziałanie wiatru i owadów. Wiatr przenosiłby pyłek na makrostrobil, a do zalążków pyłek byłby transportowany przez owady, przywabiane barwą zalążków. Doświadczenia w tunelach powietrznych nie wykluczają wiatru jako czynnika przenoszącego pyłek na powierzchnię makrostrobila *Cycas*. Natomiast transport do zalążków miałby odbywać się za pomocą kropli deszczu lub rosy. Byłoby to jednak możliwe

w przypadku gatunków żyjących w środowisku, gdzie występuje deszcz lub rosa w porze pylenia *Cycas*. Zwolennicy współdziałania wiatru i owadów w przypadku takich strobili jak u *Dioon* i *Zamia*, gdzie jedyne dojście do zalążków jest od nasady dolnych, sterylnych makrosporangów, uważają, że te poziomo ustawione sporofity mogą stanowić lądowisko dla owadów, które później przenoszą pyłek z powierzchni makrostrobila na zalążki.

Zapłodnienie komórki jajowej odbywa się przez wielowiciowy, stożkowaty plemnik o średnicy 0,3 mm (największy na świecie). Nasiona są duże (przeciętna długość – 3–4 cm, szerokość 2–3 cm; u *Zamia pygmaea* nie dłuższe niż 1 cm, a u niektórych gatunków *Macrozamia* i *Cycas* – do 8 cm), podługnie jajowate lub okrągłe, błyszczące, barwne (czerwone, żółte, pomarańczowe lub brązowe). Łupina nasienna jest dwuwarstwowa. Pod zewnętrzną, cienką, błoniastą warstwą, znajduje się wewnętrzna mięsista – sarkotesta, a pod nią twarda – sklerotesta. *Cycas circinalis*, *C. rumphii* i *C. thouarsii*, żyjące na wydmach na brzegu oceanu, w odróżnieniu od innych sagowców, mają nasiona z grubą warstwą gąbczastą na zewnątrz sklerotesty, które wskutek tego są zdolne utrzymywać się na powierzchni wody i zdolne do życia w słonej wodzie nawet do 5 tygodni.

Barwa nasion, soczysta i mięsista sarkotesta, a także emitowany przez nią zapach – u większości gatunków – owocowy, a u *Dioon edule* – silny odór kwasu masłowego, przywabiają liczne zwierzęta, jak małpy, gryzonie i ptaki, a także słonie (w Afryce) oraz niedźwiedzie i pekari (w Meksyku i Gwatemali), które żywią się nasionami *Dioon edule*. Soczysta i mięsista sarkotesta jest ulubionym przysmakiem dla zwierząt. Nie uszkodzają one sklerotesty i samego jądra nasienia z obfitą ale trującą zawartością, natomiast przy okazji konsumpcji przyczyniają się do rozsiewania nasion. Według starszych doniesień sarkotesta nie zawiera związków trujących, natomiast w pewnym stopniu przeczy temu wypowiedź Jonesa (1998). Nasiona sagowców są bardzo prymitywne. Zarodek formuje się całkowicie już po odpadnięciu nasienia od rośliny macierzystej i natychmiast kiełkuje. Brak jest okresu spoczynku, a więc nie posiadają charakteru przetrwalnikowego. Były podawane przypadki, kiełkowania nasion już na makrosporangiu. Z powodu znacznej wagi nasion, spadają one u podnóża roślin rodzicielskich, gdzie kiełkują i ostatecznie większość z nich obumiera.

Wpływ ognia na sagowce

Na obszarach gdzie żyją sagowce ogień jest częstym zjawiskiem. Pożary naturalne lub spowodowane

przez człowieka mogą zdarzać się co roku. Jest to głównie ogień blisko powierzchni ziemi, tak, że u niższych okazów uszkodzeniu ulegają liście, strobile i nasiona. Natomiast pień jest doskonale chroniony przez pancerz stwardniałych nasad liści i katafili. Stożek wzrostu jest chroniony przez nasady liści na szczycie pnia. Gatunki z podziemnym pniem są dobrze izolowane przez glebę.

Wkrótce po pożarze sagowce się odradzają. Obserwacje w Australii wykazały, że ogień stymuluje wzrost liści, powstawanie sporofili, a także produk-

(ang. *amyotrophic lateral sclerosis* – stwardnienie boczne zanikowe) i chorobę Parkinsona. Najnowsze badania wykazały, że BMAA indukuje selektywne degeneracje neuronów ruchowych poprzez wzrost koncentracji jonów wapnia oraz tworzenie się reaktywnych form tlenu (ROS). U małp BMAA uszkadza korę ruchową mózgu i w mniejszym stopniu rdzeń kręgowy. BMAA podlega silnej bioakumulacji. O ile 1 g sinicy zawiera 0,3 µg, to w korzeniach sagowca jest już 9 µg/g, a w tkankach roślinożernego nietoperza *Pteropus mariannus*, żywiącego się nasio-



Ryc 5. *Cycas* sp. Okaz żeński. Strobil na szczycie pnia. Fot. W. Bryszewski.

cję nasion (wzrastała nawet siedmiokrotnie). Podobnie na sawannach Południowej Afryki, gdzie pożary pojawiają się regularnie, zauważono wpływ ognia na tworzenie się sporofyli u licznych gatunków *Encephalartos*.

Związki toksyczne

Sagowce zawierają szereg trujących związków, z których najważniejsza jest neurotoksyna BMAA, wytwarzana przez symbiotyczne bakterie, występujące w korallolidach i azoksyglikozydy – cykazyne i makrozamina, wytwarzane przez same sagowce.

Neurotoksyna BMAA (β -N-metyloamino-L-alanina) – aminokwas niebiałkowy, bogaty w azot, oddziałuje neuropatologicznie i może powodować SLA

nami sagowców – 3556 µg/g. Nietoperze były ulubionym pożywieniem mieszkańców wyspy Guam w archipelagu Marianów i prawdopodobnie one są przyczyną choroby nazwanej zespołem neurodegeneracyjnym zachodniego Pacyfiku, na którą po II wojnie światowej chorowała znaczna część mieszkańców wyspy.

Najczęstszymi objawami zatrucia neurotoksynami sinicznymi są: osłabienie, bóle brzucha, drżenie mięśni, trudności w oddychaniu, zachwianie równowagi. Roślinożerne zwierzęta po zjedzeniu liści sagowców dostają paraliżu tylnych nóg, co przynosi wielkie szkody w stadach bydła i owiec. Ciężkie zatrucia mogą prowadzić do śmierci zwierzęcia, albo bezpośrednio albo pośrednio – z powodu narastającego głodu, ponieważ zwierzę jest unieruchomione.

Cykazyna, znana od dawna i odkryta później makrozamina, znaleziona w nasionach *Macrozamia* i *Encephalartos*, występują we wszystkich badanych sagowcach (Moretti et. al. 1983). Starsze opracowania podawały, że cykazyna nie występuje u *Stangeria* i *Ceratozamia*. Związki te nie są szkodliwe, dopóki nie przejdą przez przewód pokarmowy. Wtedy



Ryc. 5. *Encephalartos lebomboensis*. Boczną ustawione mikrostrobile. Fot. W. Bryszewski.

uaktywniają się pod wpływem enzymu β -glikozydazy znajdującej się w wielu „dobrych” bakteriach jelitowych i rozkładane są na cukier i aglikon – metylazoksymetanol (MAM), który jest związkiem silnie toksycznym, mutagennym i karcynogennym. Może powodować raka jelita grubego, uszkadzać komórki wątroby. MAM jest nietrwały, a produkty jego rozkładu uszkadzają DNA.

Azoksyglikozydy występują w sagowcach przeważnie w wysokich stężeniach, zróżnicowanych w różnych częściach sagowców i stężenie to może zmieniać się w czasie. Makrozamina występuje u prawie wszystkich sagowców (również u *Cycas*) w większym stężeniu niż cykazyna. Zatrucia u zwierząt są wynikiem spożycia sagowców – głównie liści, ale właściwie wszystkie części (pnie, korzenie i nasiona) zawierają trucizny. Wbrew dawniejszym poglądom, że sarkotesta nasion nie zawiera związków trujących, analizy z 1990 r. wykazały ich obecność u *Cycas*, *Encephalartos* i *Stangeria*.

Te toksyczne związki stanowią ochronę sagowców przed kręgowcami roślinożernymi oraz szkodnikami owadzi. Co ciekawe owady zapylające strobile są uodpornione na toksyny sagowców.

Endemiczne rodzaje sagowców w Afryce

Dwa rodzaje sagowców mają zasięg ograniczony tylko do Afryki. Są to *Encephalartos* z licznymi gatunkami i monotypowy rodzaj *Stangeria*.

Nazwa *Encephalartos* wywodzi się z greckich słów – *en* = wewnątrz, *kepali* = głowa i *atos* = chleb, co znaczy „chleb w głowie”. Wyrażenie to odnosi się do pnia, bogatego w tkankę miękką z dużą zawartością skrobi, z której otrzymywana jest mączka (sago), używana do sporządzania pokarmu. Najwięcej skrobi znajduje się w najwyższej części pnia.

Natomiast epitet gatunkowy „*transvenosus*” odnosi się do delikatnej siatki bocznych nerwów pomiędzy nerwami głównymi, widocznymi przy oglądaniu liścia pod światło.

Encephalartos, liczący według najnowszych danych 65 gatunków, jest jednym z największych wśród sagowców. Występuje w Afryce środkowej, środkowo-wschodniej i południowej (Gana, Togo, Benin, Nigeria, Republika Środkowo-Afrykańska, Południowy Sudan, Kongo, ptn. skrawki Angoli, Kenia, Uganda, Tanzania, Zambia, Zimbabwe, Malawi, Mozambik, RPA i Suazi. Afryka Południowa z 39 występującymi tam gatunkami jest jednym ze światowych centrów różnorodności sagowców.

Gatunki rodzaju *Encephalartos* występują w rejonach zarówno z dużymi opadami deszczu, jak i w suchych; na nizinach i w górach. Zajmują bardzo różne siedliska – gęste lasy, luźne lasy, luźne zarośla, sawanny, zbiorowiska trawiaste, skalne wąwozy, ale też piaszczyste wydmy nadmorskie. *E. transvenosus* rośnie w dużych skupiskach na górskich stokach, w zbiorowiskach niskich traw, na wys. 600–1000 m n.p.m. Rodzaj obejmuje obie odmiany – o pniu bulwiastym i kolumnowym, a liście pewnych gatunków są kolczaste (np. *E. ferox* i *E. latifrons*).

Pod względem wysokości pnia i postaci gatunki *Encephalartos* wykazują duże zróżnicowanie, które może się wiązać z adaptacją do środowiska. Są tu gatunki zarówno z podziemnym pniem jak u *E. ferox*, który czasami może wyrastać nad ziemię do wysokości 1 m, średnio wysokie gatunki z pniem do 4 m wys. (*E. laevifolius*), jak też z wysokim, kłodziastym pniem do 15–16 metrów (*E. transvenosus*), czasami rozgałęzionym u nasady (*E. princeps*). Z powodu różnic we wzroście, niższe rośliny mogą być znacznie starsze od tych wysokich. Pięciometrowy okaz *E. transvenosus* może mieć kilkadziesiąt lat, podczas gdy *E. frederici-quilielmii* z pniem wysokości 1 m, może być od niego znacznie starszy.

Encephalartos transvenosus jest nazywany „pal-mą Modjadji” (Modjadji palm) od imienia legendarnej królowej deszczu. Królowa Modjadji, władczyni Lovedu, plemienia żyjącego w prowincji Limpopo i mówiącego językiem Bantu, jest reprezentantką 400-letniej dynastii matriarchalnej. Według wierzeń, każdorazowa królowa posiada magiczną moc

sprawdzenia deszczu. Te królewskie drzewa były chronione przez kolejne pokolenia królowych deszczu. Drzewa te występują głównie na dwu wzgórzach koło Duiwelskloof, gdzie tworzą jednogatunkowy las, nazywany także Lasem Deszczowym Modjadj. Jest to jedyny las sagowcowy w Afryce Południowej. W celu zapewnienia ochrony tych sagowców, Modjadj prosili rząd RPA o proklamowanie tego obszaru rezerwatem przyrody. W rezerwacie przyrody Modjadj (Modjadj Nature Reserve) jest największe skupienie pojedynczego gatunku sagowca na świecie.

Stangeria jest reprezentowana współcześnie tylko przez jeden gatunek – *S. eriopus*, dawniej *S. paradoxa*. Epitet rodzajowy według jednych źródeł pochodzi od nazwiska dr Williama Stangera, który przyczynił się do właściwej klasyfikacji tej rośliny, pierwotnie uznawanej za paproć. Dopiero dr Max Stanger dostarczył żywy okaz, na podstawie którego roślina ta została prawidłowo opisana. Nazwa gatunkowa „*eriopus*” pochodzi od aksamitnego, szarego owłosienia liści, które szybko zanika, pozostając tylko na ogonku liściowym. Jest to niewysoka roślina (wysokość mniej niż 2 m) o całkowicie podziemnym pniu i wyglądzie wieloletniej rośliny zielnej z pierzasto podzielonymi liśćmi. Ich nerwacja jest typowa dla paproci, tzn. z licznymi, równoległymi nerwami bocznymi, odchodzącymi od nerwu głównego. Jest to cecha nie spotykana u innych sagowców. Stąd pierwsze znalezione okazy *Stangeria* zaliczano do paproci.

Wrzecionowaty korzeń główny niepostrzeżenie przechodzi w bulwiastą podziemną łodygę, o średnicy 10–25 cm. Nad ziemią sterczy 1–2, rzadko więcej, dużych, pierzasto podzielonych liści, za młodu pastorałowato zwiniętych. W zależności od siedliska na jakim występuje roślina, tworzy ona dwie formy morfologiczne. Forma „leśna” występuje na terenach z wyższymi opadami i zwartą roślinnością drzewiastą i rosnące tam osobniki *Stangeria* mają duże, szerokie liście, mogące osiągać długość do 2 m. Na terenach otwartych, w regionach narażonych na coroczną suszę i pożary, z roślinnością trawiastą – liście są krótkie (długość do 30 cm) pokryte grubą kutikulą. Niekiedy łodyga rozgałęzia się i powstaje do 12 gałęzi, a każda z nich wytwarza liście i pojedynczy strobil. Strobil męski jest cylindryczny, długości 10–25 cm i średnicy 3–4 cm, o szpiczastym szczycie, za młodu srebrzyście owłosiony. W miarę dojrzewania strobil się wydłuża, a włoski zanikają i strobil przybiera barwę żółto-brązową. Strobil żeński ma kształt owalny lub stożkowaty, długości ponad 18 cm, a średnicy 8 cm, na szczycie zaokrąglony. Za młodu również owłosiony srebrzyście; później włoski zanikają, a w miarę

dojrzewania strobila barwa zmienia się na ciemno zieloną. Makrosporofole są łuskowate o zewnętrznej powierzchni nieco wypukłej, z dwoma załączkami u podstawy. Owocolistki ustawione są skrętolegle, ale w ten sposób, że tworzą 6 pionowych pasm. Sarkotesta dojrzałych nasion ma kolor ciemnoczerwony, który zmienia się na brązowy. Nasiona są rozsiewane przez ptaki i afrykańskie wiewiórki z rodziny *Sciuridae*. Podobnie jak inne sagowce, *Stangeria* również wytwarza „korzenie koralowe”.

Stangeria występuje na niewielkim obszarze Afryki Wschodniej, w przybrzeżnym pasie (m. 27° a 33° szer. geogr. płd.) szerokości 2–3 km od brzegu oceanu, zajmując osłonięte miejsca, poza zasięgiem słonecznej mgiełki, gdyż *Stangeria* nie toleruje soli. Rośnie w świetlistych, wiecznie zielonych lasach lub niskich traworoślach, często sąsiadujących z plażą.

Zagrożenie i ochrona sagowców

Obecnie sagowce w naturze nigdzie nie występują licznie. W niektórych krajach pewne gatunki zajmują pierwsze miejsca na liście gatunków zagrożonych. Są obecnie najbardziej zagrożoną grupą roślin, co zostało ujawnione w ostatnim globalnym oszacowaniu sagowców przez Międzynarodową Unię Ochrony Przyrody (IUNC). U wielu gatunków sagowców spada liczebność okazów i wzrasta ryzyko ich wyginięcia z powodu kradzieży i zbierania bez żadnych skrupułów z naturalnych siedlisk. Afrykańskie sagowce są rzadkie i zanikają w naturze z powodu małych populacji; ok. 38% sagowców znajduje się na Czerwonej Liście. W Afryce Południowej najbardziej zagrożonym rodzajem jest *Encephalartos*, a wymarcie w stanie naturalnym *E. woodii* i *E. relictus* zostało potwierdzone.

Wielkie zagrożenie stanowią przemytnicy, którzy wybierają rzadkie i zagrożone gatunki, nie zważając gdzie one rosną – w stanie dzikim czy ogrodzie botanicznym. Ostatnio utorowali sobie drogę do Ogrodu Botanicznego w Johannesburgu i wykopali 20 najbardziej zagrożonych roślin. Niektóre z tych roślin trafiają za granicę, jak do USA i krajów azjatyckich, gdzie kolekcjonerzy są gotowi zapłacić do 10 000 dolarów za duże okazy rzadkich gatunków. Obecnie globalny handel tymi roślinami, jest ograniczony zgodnie z postanowieniami Konwencji Międzynarodowego Handlu Zagrożonymi Gatunkami (CITES – Convention on International Trade of Endangered Species). Wszystkie sagowce w Afryce Południowej, podlegają pod CITES Appendix I, który dotyczy gatunków

najbardziej zagrożonych. Zakłada on, że handel materiałem roślinnym pozyskiwanym ze stanu dzikiego jest zakazany, a cały handel hodowanymi roślinami jest ściśle regulowany. Nawet na hodowanie sagowców w prywatnym ogrodzie wymagane jest zezwolenie. Rozmnażanie chronionych roślin z nasion i odrostów jest wielką pomocą w ochronie zagrożonych gatunków.

Znaczenie użytkowe

Pomimo, że sagowce są znane jako rośliny trujące, mają też pewne znaczenie jako rośliny użytkowe. Tam gdzie rosną w stanie dzikim, są wykorzystywane jako pożywienie i w medycynie ludowej, do wyrobu przedmiotów codziennego użytku lub pamiątek, a także do celów rytualnych.

Szereg sagowców, w tym kilka gatunków *Encephalartos* ma postać pięknych drzew, które poza ich naturalnym środowiskiem ozdabiają liczne ogrody, szklarnie i arboreta, a w chłodniejszych obszarach, małe okazy rosną w donicach jako rośliny domowe. Liście sagowców są także używane do dekoracji miejsc, gdzie odbywają się różne imprezy – zabawy lub oficjalne uroczystości, a także do wieńców pogrzebowych, jako imitacja liści palmowych.

Sagowce dostarczają również pożywienia. Na skalę przemysłową z rdzenia pnia, którego komórki zawierają dużo skrobi, wyrabiana jest mączka *sago* (należy pamiętać, że mąkę *sago* w większej ilości otrzymuje się z rdzenia niektórych palm, przede wszystkim z sagownicy – *Metroxylon sagu*). W niektórych regionach, tubylcze plemiona wyrabiają z rdzenia pnia lub nasion sagowców swego rodzaju chleb, np. w Południowej Afryce z „palmy chlebowej” (ang. *bread palm*) (nazwa odnosi się do kilku endemicznych gatunków *Encephalartos* – *E. caffer*, *E. ferox*, *E. horridus*). Po zbiorze, surowiec jest suszony i mielony na mączkę, która jest później używana do wyrobu chleba. Na małą skalę jest to wciąż praktykowane wśród kilku rolniczych plemion. Aborygeni w Australii z nasion *Cycas armstrongii* robią swego rodzaju chleb, który jest ciężki, zakalcowaty, ma nieprzyjemny zapach, ale świetnie smakuje (zwłaszcza w okresie głodu) i długo się trzyma. Także nasiona meksykańskiego sagowca *Dioon* są ważnym źródłem pożywienia dla kilku tubylczych plemion.

Ponieważ większość organów sagowców zawiera toksyczną cykazynę i makrozaminę, toksyny te muszą być najpierw usunięte z rośliny, zanim sporządzi się z niej pokarm. Przeważnie osiąga się to przez długotrwałe płukanie surowca, a także prażenie. Prawdopodobnie pierwszymi Europejczykami, którzy

przekonali się o trującym działaniu sagowców byli żeglarze kapitana Jamesa Cooka, którzy po wylądowaniu we wschodniej Australii, znaleźli ognisko Aborygenów z pozostawionymi w nim nasionami *Cycas*, które uznali za jadalne. Po zjedzeniu ich wielu ciężko zachorowało, a dwóch zmarło. Również inni podróżnicy, widząc tubylców jedzących pokarm z sagowców, naśladowali ich bez zastosowania potrzebnych czynności ochronnych i przypłacali to życiem. O sile trucizny świadczy fakt, że Indianie w Gwatemali używali soku z *Zamia* do wykonywania wyroków śmierci na skazańcach.

Sagowce są również używane w medycynie ludowej do wyrobu leków. Produkowany przez niektóre gatunki rodzaj żywicy, którego największe ilości znajdują się w ogonkach liściowych i osadkach liści, jest używana do leczenia ukąszeń węży i owadów, jak również uciążliwych wrzodów i czyraków. Papka z nasion *Cycas* zmieszana z olejem kokosowym jest stosowana w różnych krajach azjatyckich na choroby skórne, rany i owrzodzenia. W Meksyku wywar z nasion *Dioon edule* jest używany do uśmierzenia nerwobóli.

Różne części sagowców używane też są do wytwarzania różnych przedmiotów codziennego użytku lub wyrobów regionalnych. Wełnistymi włoskami, znajdującymi się u nasady ogonków liściowych gatunków *Cycas* i *Macrozamia*, są wypychane poduszki i materace. Liście pewnych gatunków są używane do pokrycia dachów, wyrobu koszyków, mat i kapeluszy lub używane są jako miotły. Pnie wysokich gatunków *Cycas* są używane jako podpory domów. Gwizdki i zabawki są robione z suchych, wydrążonych nasion *Dioon spinulosum* i różnych gatunków *Cycas*. Fantazyjne pudełka na zapałki wyrabiane są z australijskiej *Lepidozamia peroffskyana*, a w Indiach – tabakierki z wydrążonych nasion *Cycas circinalis*. Na Florydzie lulki do fajek wyrabia się z wysuszonych korzeni *Zamia integrifolia*.

Warunki uprawy

W krajach o cieplejszym klimacie sagowce są często hodowane w parkach lub przydomowych ogrodach. Chociaż rosną powoli, są bardzo łatwe w uprawie. Są stosunkowo odporne na choroby i pospolite owady-szkodniki. Wiele gatunków łatwo adaptuje się w obszarach z bardzo małą ilością opadów i rośnie tam bez problemów. Najlepiej się czują w temperaturze 20–30°C, ale nie tolerują temperatury poniżej –5°C. Preferują lekko kwaśne, dobrze drenowane podłoże (nadmiar wilgoci szkodzi korzeniom).

W ostatnich latach, w krajach z chłodniejszym klimatem, popularna stała się hodowla sagowców w domach, ale ze względu na rozłożyste liście, wymagają nieco większej przestrzeni. Lubią światło, ale nie tolerują bezpośredniego silnego działania promieni słonecznych. W lecie można je wystawiać na tarasy lub do ogrodów, ale wtedy należy je stopniowo przyzwyczajać do bezpośredniego działania słońca. Można je rozmnażać z nasion lub odrostów.

Sagowce w Ogrodzie Botanicznym UJ w Krakowie

Na zakończenie warto wspomnieć o kolekcji sagowców w Ogrodzie Botanicznym UJ w Krakowie, która należy do jednej z największych w Polsce.

Pierwszym sagowcem jaki pojawił się w krakowskim Ogrodzie Botanicznym był *Cycas revoluta* (1809 r.). Podwaliny pod obecną kolekcję dał J. Warszewicz w latach 1844–1866. Obecnie hodowanych jest 18 gatunków z 7 rodzajów, w tym 5 gatunków reprezentowanych jest przez okazy męskie i żeńskie.

Chociaż sagowce są fascynującymi roślinami, większość ludzi na świecie nigdy o nich nie słyszała, nawet nie wie, że są jednymi z najstarszych żyjących roślin, mających historię ponad 250 mln lat.

Prof. Eugene A. Beyers jest emerytowanym profesorem Uniwersytetu w Pretorii (RPA).

Dr hab. Anna Pacyna jest emerytowaną docentem Instytutu Botaniki UJ. E-mail: anna.pacyna@uj.edu.pl

GŁOSY PTAKÓW, ZAPACH LASU

Przemysław Barszcz (Kraków)

Czy można obserwować ptaki nie widząc ich? Czy angielski termin „birdwatching” to nazwa jednej z najpopularniejszych na świecie form aktywności przyrodniczej, czy też niebezpieczeństwo zapomnienia o bogactwie możliwości zdobywania informacji przez ornitologa znającego głosy ptaków?

„Głosy ptaków, zapach lasu” to nazwa programu ornitologicznego Polskiej Fundacji Przyrodniczo-Leśnej realizowanego wraz z dziećmi i młodzieżą – uczniami Specjalnego Ośrodka Szkolno-Wychowawczego dla Dzieci Niewidomych i Słabowidzących w Krakowie.

Podstawowe założenie programu jest oparte na specyfice ornitologii jako formy poznawania przyrody, opierającej się w dużej mierze na zmyśle słuchu. Rozpoznawanie gatunków ptaków poprzez rozpoznawanie ich charakterystycznych głosów stanowi podstawową metodę badawczą stosowaną do opisu i inwentaryzacji ornitofauny zarówno w ornitologii amatorskiej jak i profesjonalnej. W zależności od gatunków ptaków i warunków prowadzenia obserwacji

metoda ta jest najbardziej skutecznym i wiarygodnym sposobem zbierania informacji.

Pośród rodzajów obserwacji ornitologicznych, opartych w zasadzie wyłącznie na znajomości głosów wydawanych przez ptaki, są badania sów i innych ptaków o nocnym trybie życia. Jednak poza tymi oczywistymi przypadkami, w ornitologii co chwilę spotkamy się z sytuacją, w której bez znajomości głosów ptaków trudno o jakiegokolwiek efekty.

Samo dostrzeżenie piecuszka *Phylloscopus trochilus* lub pierwiosnka *Phylloscopus collybita* i uchwycenie ich w szklach lornetki jest zadaniem trudnym. Natomiast rozróżnienie tych dwóch gatunków po upierzeniu w warunkach terenowych jest często zbyt trudne nawet dla doświadczonych ornitologów. W dodatku piecuszki i pierwiosnki zamieszkują to samo środowisko i prowadzą bardzo podobny tryb życia. Wystarczy przeczytać w jednym z najlepszych europejskich atlasów do oznaczania ptaków w terenie, autorstwa wielkiego specjalisty w tej dziedzinie – Larsa Jonssona, jakie cechy powinniśmy spróbować

dostrzec: „Piecuszek (...) bardzo podobny do pierwiosnka, ma jednak większą projekcję lotek i jasnobrązowe nogi; poza tym jest z reguły nieco jaśniejszy i bardziej żółtawy na spodzie, tylko brzuch i podogonie są białawe”. Następnie wyobraźmy sobie, czy łatwo jest ustalić, czy upierzenie niewielkiego, ruchliwego ptaszka przemykającego pośród gęstych zarośli lub w koronach drzew jest „nieco jaśniejsze” lub też czy „projekcja jego lotek jest większa”. Tymczasem rozróżnienie tych dwóch chętnie i często odbywających się gatunków ptaków po głosie nie sprawiło dzieciom żadnych trudności. Już po pierwszych tonach rozpoznały pierwiosnka we wczesnowiosennym lesie.

Wiele gatunków ptaków, takich jak np. derkacz lub bąk prowadzi tak skryty tryb życia, że nawet wielu ornitologów często przemierzających zamieszkiwane przez te ptaki łąki i mokradła nie widziało ich ani razu. Natomiast stwierdzenie obecności derkacza i bąka nie sprawi żadnej trudności osobie zaznajomionej z ich głosami i nasłuchującej ich w odpowiednim czasie i miejscu.

Głosy ptaków dla ich znawcy niosą ze sobą wielkie bogactwo informacji: pozwalają potwierdzić, czy napotkany kowalik jest w danym terenie gatunkiem lęgowym, informują, że należy zwrócić baczniejszą uwagę na otoczenie, gdyż sówka dostrzegła właśnie skradającego się drapieżnika, dowiedzieć się, czy mamy do czynienia z sikorą bogatą pochodzącą z Polski czy z Danii. Możemy dowiedzieć się nawet, na przykład w przypadku szpaka, chętnie wplatającego w swój śpiew głosy innych ptaków, z jakimi innymi gatunkami ptaków zetknął się on w czasie swojego życia. Możliwości, jakie kryje w sobie znajomość głosów ptaków dobrze opisuje anegdota (a może prawdziwa historia), w której pewien ornitolog dokładnie oznaczył, w którym z krajów afrykańskich zimował słyszany przez niego szpak, gdyż w jego śpiewie pojawiał się wyraźny motyw śpiewu endemicznego gatunku występującego właśnie tylko w tym jednym miejscu na świecie.

Podstawowym celem zajęć, które odbyły się w ramach projektu „Głosy ptaków, zapach lasu”, było przekazanie jego uczestnikom wiedzy i umiejętności niezbędnych do rozpoznawania gatunków ptaków i ich zachowań po głosach, oraz zapoznanie z podstawami prowadzenia i analizowania obserwacji przyrodniczych, a w szczególności ornitologicznych.

Dzięki swoim walorom poznawczym i estetycznym ornitologia została potraktowana jako szansa na osiągnięcie nadrzędnego celu projektu, czyli wzbudzenia świadomości i wrażliwości ekologicznej dzieci i młodzieży. Sowa włochatka odzywająca się gdzieś

w głębi nocnego, zimowego, górskiego lasu, klangor żurawi i beczenie bekasów dobiegające z porannych mgieł, spowijających parujące, bezkresne rozlewiska albo śpiew słowika w ciepły, majowy, pachnący czeremchami wieczór to głosy, które nawet odtworzone w szkolnej sali nie pozostawiają słuchaczy obojętnymi. Jeżeli, zachęconym do rozwijania pasji przyrodniczej, uda im się kiedyś usłyszeć te głosy w naturze, wrażenie kształtujące postawę prawdziwego przyrodnika ma szansę pozostać w nich na zawsze.

W projekcie udział wzięło prawie 40 uczniów Specjalnego Ośrodka Szkolno-Wychowawczego dla Dzieci Niewidomych i Słabowidzących w Krakowie, podzielonych na trzy grupy. Zajęcia teoretyczne, przeprowadzane na podstawie uprzednio przygotowanej metodyki, rozpoczęły się w styczniu 2012 r. i obejmowały cykl czterech spotkań dla każdej z grup. Podczas zajęć uczestnicy uczyli się przede wszystkim rozpoznawania głosów poszczególnych gatunków ptaków i interpretowania zawartych w nich informacji, ale również zdobywali wiedzę z zakresu biologii i etologii ptaków, metodologii badań ornitologicznych, podstawowych pojęć z dziedziny ekologii i zagadnień związanych z ochroną przyrody. Jedne z zajęć zostały poświęcone nauce praktycznego rozpoznawania gatunków drzew i roślin leśnych. Na podstawie zgromadzonych pomocy naukowych dzieci mogły się przekonać jak ciężkie i twarde jest drewno buka w porównaniu z drewnem sosny, co bardziej kłuje – igły jałowca czy modrzewia, jak pachnie olejek eteryczny świerka, czy też skąd wzięła się nazwa czosnku niedźwiedziego.



Ryc. 1. Zajęcia kameralne – robimy ptasie gniazda. Fot. Przemysław Barszcz.

Po zajęciach kameralnych przyszła kolej na wycieczki i sprawdzenie zdobytej wiedzy w terenie.

Każda z grup uczestników projektu dwukrotnie odwiedziła Las Wolski, ponad 400-hektarowy

kompleks starego lasu grądowego, rosnącego na górującym nad Krakowem, najdalej wysuniętym na wschód fragmentem Garbu Tenczyńskiego. Las Wolski to teren bardzo ciekawy przyrodniczo ale również historycznie. Na jego terenie znajduje się jedyny czynny w Polsce i jeden z niewielu na świecie klasztor oo. kamedułów. Ze względu na naturalny charakter, urozmaicone ukształtowanie a także dużą ilość starych, dziuplastych drzew, jest bardzo ciekawy pod względem ornitologicznym. Terminy wycieczek, połowa kwietnia oraz koniec maja, zostały dobrane w ten sposób, aby możliwe było zapoznanie się z szerokim spektrum ptasich głosów wraz z przybywającymi na lęgowiska kolejnymi gatunkami. Udało się spotkać z szeregiem ciekawych gatunków ptaków, często po raz pierwszy słyszanych przez biorącą w nich udział dzieci i młodzież. Podczas wycieczek do lasu udało się nam usłyszeć i rozpoznać ponad 20 gatunków ptaków: oprócz wymienionych już piecuszka i pierwiosnka, była pierwsza wiosenna kukułka, pogwizdujące kowaliki, pokrzewki czarnołbiste, sikory bogatki, myszółow a nawet taka rzadkość jak



Ryc. 2. W wiosennym Lesie Wolskim. Fot. Joanna Łenyk-Barszcz.

dzięcioł czarny.

W ramach wycieczek odwiedziliśmy również położone w dolinie Wisły stawy rybne w rejonie Spytkowic i Zatora. Rozległy kompleks stawów powstały jeszcze w średniowieczu jest jednym z najciekawszych miejsc do obserwacji ptaków w Polsce a nawet Europie. Obecnie objęty jest obszarem Natura 2000. Znajomy ornitolog brytyjski, zajmujący się ornitologią profesjonalnie, któremu znacznie łatwiej wymienić miejsca na świecie, w których nie był, niż

te, które już odwiedził, po dniu spędzonym na stawach umieścił na swojej stronie internetowej artykuł zatytułowany „Heaven in a fish pond” – „Niebo na stawach rybnych”, bo tam odnalazł ornitologiczny raj utracony.

Pośród częstych tam trzcinaków, trzcinniczków i potrzosów, gęgaw, perkozów i rybitw, czapli siwych, bocianów białych i błotniaków stawowych spotkaliśmy prawdziwe ornitologiczne rarytasy: tajemniczego bąka, bączka – najmniejszą europejską czaplę, bociana czarne i ślepowrony.



Ryc. 3. Wędrówka groblą. Fot. Przemysław Barszcz.

Ostatnim przed wakacjami akcentem naszego programu było wspólne ognisko, zorganizowane na malowniczej polanie Żubrowej w Lesie Wolskim dzięki gościnności Fundacji Miejski Park i Ogród Zoologiczny, zarządzającej lasami miejskimi Krakowa.

Trwałym śladem realizacji projektu będzie sekcja ornitologiczna, którą mamy zamiar utworzyć razem z uczestnikami projektu i w ramach której będziemy kontynuować nasze spotkania i wycieczki.

Projekt ornitologiczny „Głosy ptaków, zapach lasu” prowadzony jest dzięki dofinansowaniu Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Krakowie, pod patronatem Ministra Środowiska.

*Przemysław Barszcz (Kraków)
e-mail: polfund@gmail.com*

BOGACTWO FLORYSTYCZNE PASMA POLICY

Pasma Policy leży w obrębie Beskidu Żywieckiego, można powiedzieć, że z racji swojego położenia jest nieco przyćmione przez sąsiednią, majestatyczną Babią Górę. Sprawia to, że liczba odwiedzających to miejsce turystów jest stosunkowo mała, jednak w ostatnim czasie notuje się wzrost liczby odwiedzających, zwłaszcza w zachodniej części, gdzie prowadzą drogi z Zawoi. Ci, którzy zdecydują się przemierzyć tutejsze szlaki turystyczne mają szansę zobaczyć kilka niezwykle pięknych i rzadkich okazów naszej flory.

zadaniem jest ochrona trzech typów siedlisk: zarośli kosodrzewiny, ziołorośli górskich i nadrzecznych oraz górskich borów świerkowych.

Na obszarze Pasma można wyróżnić trzy piętra roślinne; pogórze, regiel dolny z buczyną karpacką (tzw. *Dentario glandulosae-Fagetum*) oraz regiel górny porośnięty lasami świerkowymi (tzw. *Piceion abietis*).

Wśród najcenniejszych występujących tu roślin w pierwszej kolejności wymienić należy zarzyczkę górską *Cortusa mattioli*. W Polsce jest gatunkiem



Ryc. 1. Goryczka trojeściowa *Gentiana asclepiadea*. Fot. Kamil Szczepka.

Najwyższym szczytem pasma jest Polica, która wznosi się na wysokość 1369 m n.p.m. W pogodne dni można z wyższych, otwartych położen ujrzeć Tatry, a nawet oddalony o 60 km Kraków. Geologicznie, podobnie jak całe Beskidy, pasmo Policy zbudowane jest z naprzemiennie ułożonych warstw skał osadowych pochodzenia morskiego – piaskowców, zlepieńców, a także mułowców i iłowców. Taką serię naprzemiennych warstw skał w Karpatach określa się mianem fliszu karpackiego.

Jak wspominałem na początku Pasma Policy jest miejscem występowania wielu cennych gatunków roślin i zwierząt. Z tego powodu na północnych stokach Policy utworzono dwa rezerваты przyrody o łącznej powierzchni ponad 70 ha. Obecnie oba wchodzi w skład wytyczonego obszaru Natura 2000, którego

rzadkim, podlegającym ścisłej ochronie. Poza Pasmem Policy występuje ona jedynie w Tatrach, Gorcach oraz w obrębie masywu Pilska w Beskidzie Żywieckim. Kwitnie na purpurowo od maja do lipca. Najłatwiej znaleźć ją w miejscach wilgotnych, np. wzdłuż górskich strumieni i potoków.

Kolejnym wartym wspomnienia gatunkiem jest *Aconitum firmum* ssp. *moravicum* – Tojad mocny morawski, objęta ścisłą ochroną, trująca roślina o pięknych niebiesko – fioletowych kwiatach zebranych w grona. Kwitnie w okresie od czerwca do sierpnia. Wszystkie części rośliny zawierają śmiertelnie trującą akonitynę o paraliżującym działaniu.

Innymi rzadkimi gatunkami naszej flory, które możemy napotkać na szlakach biegnących przez Policę są: kwitnący na różowo wczesną wiosną trujący

wawrzynek wilcze łyczo (*Daphne mezereum*), goryczka trojeściowa (*Gentiana asclepiadea* – Ryc. 1), liczydło górskie (*Streptopus amplexifolius*), podbiałek alpejski (*Homogyne alpina*), nazywany tak poprzez podobieństwo liści do pospolitego podbiału. Kolej-



Ryc. 2. Bodziszek żałobny *Geranium phaeum*. Fot. Kamil Szczepka.

ny gatunek to malutki, zaledwie kilkucentymetrowy urdzik karpacki (*Soldanella carpatica*). Roślina ta wyrasta często wprost na środku szlaków. Warto wymienić także mięsożernego przedstawiciela naszej flory – chronionego tłustosza pospolitego (*Pinguicula vulgaris*). Ponadto rośnie tu prawie 20 gatunków storczyków, wśród nich: kruszczyk szerokolistny (*Epipactis helleborine*), kruszczyk błotny (*Epipactis palustris*), storczyk męski (*Orchis mascula*), gółka długoostrogowa (*Gymnadenia conopsea*) oraz ozorka zielona (*Coeloglossum viride*).

Oprócz wymienionych gatunków spotkamy też te typowe dla górskich lasów. Tuż przy szlakach bardzo często rośnie żywiec gruczołowaty (*Dentaria glandulosa*) – roślina, która jest gatunkiem charakterystycznym dla buczyny karpackiej. Równie często napotykamy innego przedstawiciela tego rodzaju – żywca

bulwkowatego (*Dentaria bulbifera*). Obie te rośliny kwitną w kwietniu, jeszcze zanim drzewa zdążą rozwinąć liście. Zaraz po nich zakwitają przedstawiciele rodzaju żywokostów: żywokost bulwiasty (*Symphytum tuberosum*), żywokost sercowy (*Symphytum cordatum*), którego nazwa pochodzi od kształtu liści. W niższych położeniach spotkamy trzeciego przedstawiciela tego gatunku – żywokosta lekarskiego (*Symphytum officinale*), różni się od pozostałych kolorem kwiatów – najczęściej mają barwę ciemnoniebieską. Często spotykany jest też charakterystyczny poprzez swój kolor gatunek bodziszka (*Geranium phaeum* – Ryc. 2), czyli bodziszek żałobny o ciemno fioletowych kwiatach. Nie sposób pomylić go z innymi pospolitymi gatunkami tego rodzaju – np. bodziszkiem leśnym (*Geranium silvaticum*) o kwiatach purpurowofioletowych.

Bardzo bogata jest też flora paproci, skrzypów i widłaków.

Prowadzone na początku lat 60 badania florystyczne wykazały obecność w Paśmie Policy 765 gatunków roślin naczyniowych. Obecnie przez Autora artykułu prowadzone są ponowne badania mające na celu określenie zachodzących w szacie roślinnej zmian, oraz wpływu na nią działalności człowieka. Głównym zagrożeniem dla roślinności jest wzmagający się ruch turystyczny oraz coraz częstsze rozjeżdżanie szlaków quadami i motocyklami. Pierwsze obserwacje wykazały wzrost liczby i zasięgu gatunków synantropijnych, czyli tych, które związane są z człowiekiem i jego działalnością. Pojawiły się nowe, obce gatunki – np. pochodzący z zachodniej Azji i południowej Europy rukiewnik wschodni *Bunias orientalis*. Flora Pasma podlega więc ciągłym, nieustającym zmianom.

Kamil Szczepka

WIELORYBNICTWO – HISTORIA I DZIEŃ DZISIEJSZY

Wieloryby są największymi zwierzętami jakie żyją na Ziemi. Zamieszkują one wszystkie oceany. Zwierzęta te rozmnażają się bardzo wolno. Przyrost populacji waha się od 3% do 13% w skali roku (IWC, Marzec 2010). Nie wiadomo dokładnie, kiedy ludzie zaczęli polować na wieloryby. Nieznana jest również wielkość ich populacji sprzed okresu przemysłowego połowu. Bezlitosne połowy na wieloryby trwały setki lat a ich intensywność przyczyniła się do znacznego zmniejszenia populacji. Niegdyś licznie występujące we wszystkich oceanach, dziś są zagrożone wymarciem.

Niektóre gatunki wielorybów już wymarły, a niektóre walczą o przetrwanie.

Najstarsze dowody na to, kiedy człowiek zaczął polować na wieloryby pochodzą z Korei Południowej, gdzie uwiecznione zostały w skale sceny polowań na wieloryby. Szacuje się, że ryciny te pochodzą z 6000 i 1000 roku p.n.e. Przedstawiają one myśliwych na małych łodziach goniących wieloryba, zabijając go jedynie za pomocą prostych harpunów z linami zakończonymi napelnionymi powietrzem dętkami by unie możliwić wielorybowi ucieczkę przez zanurkowanie.

Jednak pierwszy historycznie udokumentowany piśmiennie przekaz polowania na wieloryby pochodzi z Europy z IX wieku. Natomiast dowody na wielorybnictwo za czasów średniowiecza pochodzą z Normandii, zatoki Baskijskiej oraz Flandrii. Podane przykłady świadczą, że polowania na wieloryby były praktykowane przez człowieka od stuleci, jednak dopiero niedawno zaczęto zabijać je na skalę masową.

Dawniej polowanie na wieloryby było bardzo ryzykownym przedsięwzięciem, które wielu ludzi przybliżyło życiu. Jednak wartość produktów z wielorybów była na tyle duża, iż łowiono je przez setki lat. Z upływem czasu powstawały coraz lepsze metody polowania oraz łodzie, które ułatwiły znacznie połów wielorybów. W XVII wieku rozpoczęło się komercyjne wielorybnictwo, które można uznać za pierwszy globalny przemysł. Był to początek masowego połowu wielorybów. Zwierzęta, które niegdyś występowały licznie we wszystkich oceanach, poprzez masowe połowy zostały znacznie przetrzebione. Wysoka wartość produktów, które można otrzymać z wielorybów była powodem dla którego 'przemysł wielorybniczy' rozwijał się tak dynamicznie na całym świecie. Najbardziej wartościowym surowcem był 'olej' wielorybi używany jako paliwo do lamp oświetlających domy i ulice. Wieloryby były również łowione w celu spożywczym, do uzyskiwania m.in. tranu i mięsa. Populacje tych zwierząt były eksploatowane w bardzo szybkim tempie. Po dwóch wiekach bezlitosnych połowów zapotrzebowanie na wieloryby zaczęło spadać. Był to koniec okresu wielorybnictwa dla większości krajów, jednak zostawił on po sobie ślad, czyniąc wiele gatunków zagrożonych wyginięciem. Spadek zapotrzebowania na wieloryby był najprawdopodobniej spowodowany wynalezieniem nowych technologii oraz produktów m.in. olej wielorybi stosowany w lampach zastąpiono olejem mineralnym oraz gazem ziemnym.

W 1946 roku w Waszyngtonie 15 państw podpisało regulację dotyczącą wielorybnictwa, która miała na celu ochronę populacji wielorybów, stwarzając możliwość jej odnowienia, by móc ponownie z niej korzystać. W 1949 r. te same państwa założyły komisję wielorybniczą (International Whaling Commission (IWC)), której zadaniem był nadzór nad połowami wielorybów zarówno na cele komercyjne jak i naukowe. W 1982 roku Komisja zatwierdziła zakaz połowu wielorybów w celach komercyjnych, a w 1986 roku zaczął on obowiązywać państwa członkowskie IWC. Miał on na celu odbudowanie populacji wielorybów do 54% populacji sprzed okresu przemysłowego wielorybnictwa, by następnie znów można było korzystać z nich w mądry sposób. Do dziś istnieje

wiele niejasności dotyczących populacji wielorybów sprzed ich masowego połowu i trudno określić, kiedy osiągnięty zostanie poziom 54%.

Obecnie jedynymi państwami, które kontynuują polowania na wieloryby pod przykrywką tzw. „celów naukowych”, niekomercyjnych są: Japonia, Norwegia oraz Islandia. Komisja przyzwoliła na przybrzeżne wielorybnictwo przez miejscową ludność Syberii, Alaski i Północnej Kanady dla potrzeb własnych.

Dziś poluje się na wieloryby głównie ze względu na ich mięso oraz tran. Jednak czasy, w których produkty z wielorybów przynosiły majątek dawno minęły. To prawda, że niekiedy mięso wielorybie osiąga dużą cenę, ale tylko w niewielkich partiach, ponieważ popyt na większe jego ilości jest niewielki. Japoński rynek jest przepełniony wielorybim mięsem, które, często ulega przeterminowaniu i wykorzystywane jest później do produkcji karmy dla zwierząt. Ekonomiści uważają, że wielorybnictwo w chwili obecnej nie jest już w ogóle opłacalne. Jednak przemysł wielorybniczy ma zagwarantowane ceny minimalne, jak również dotacje rządowe. Dzięki tym 'akcjom' ukryte zostają prawdziwe koszty połowu i przetwarzania wielorybów przez co zabijanie wielorybów wydaje się być wciąż opłacalnym przemysłem.

W dzisiejszych czasach rozwija się turystyka związana z oglądaniem wielorybów. Coraz więcej ludzi gotowych jest zapłacić pieniądze nie po to by je zjeść lecz po to by podziwiać je w ich naturalnym środowisku. Większość turystów pochodzi z krajów zachodnich, które charakteryzują się większą świadomością ekologiczną. Turystyka związana z oglądaniem wielorybów rozwinęła się w 87 państwach. W 2000 roku było już 11 milionów takich turystów, którzy wydali łącznie 1,475 mld. dolarów. Nie przypadkowo więc również i te państwa, które zajmują się połowem wielorybów, również zainteresowały się tą gałęzią gospodarki. W 1991 roku odnotowano w Japonii 10,992 turystów, a w 1998 roku było ich już 102,785. Ten dynamiczny wzrost ilości turystów przyniósł ogromne dochody. Całkowita suma pieniędzy wydana przez turystów w 1991 roku w Japonii wynosiła 4,74 miliony dolarów. Natomiast w 1998 roku szacowano zysk na poziomie 32,98 milionów dolarów. Również w Norwegii rozwinęła się turystyka związana z oglądaniem wielorybów w naturze. W 1991 przybyło do Norwegi 4563 turystów, a kilka lat później było ich już 22 380. Zyski szacowane były na 12,04 miliony dolarów. Natomiast na Islandię w 1991 przybyło tylko 100 turystów. Po 7 latach było ich już 30 330 i przyniosło to 6,47 milionów dolarów zysku. Obecnie ilość turystów związana z oglądaniem wielorybów wciąż rośnie i osiągnęła 115 000 (Islandia).

Zaprezentowane dane świadczą, że komercyjny połów wielorybów w dzisiejszych czasach jest nieopłacalny ekonomicznie. W najlepszym przypadku nie przynosi on strat, mimo, że jest on dofinansowywany (ceny minimalne, dotacje, paliwo bez podatku VAT). Do zakończenia połowów komercyjnych przyczyniają się również ciągle spadające zapotrzebowanie oraz coraz niższe ceny na mięso wielorybie.

Jednocześnie rośnie popularność turystyki związanej z oglądaniem wielorybów. Często są również akcje ekologów - przeciwników połowu wielorybów. Być może dzięki temu, dla tych wspaniałych zwierząt nastaną lepsze czasy.

Marcin Napierała, e-mail: mnapierala89@gmail.com

CHOROWITE JASZCZURKI

Wszyscy doskonale zdajemy sobie sprawę z możliwych konsekwencji ugryzienia przez kleszcza. Roztocze te mogą nas zarazić zarówno niebezpiecznymi bakteriami wywołującymi boreliozę jak i wirusami powodującymi kleszczowe zapalenie mózgu, czy pierwotniakami odpowiedzialnymi za rozwinięcie się babeszjozy. Wszystkie te choroby są bardzo niebezpieczne dla zdrowia ludzi, a nieleczone mogą nawet zagrażać życiu.



Ryc. 1. Na podstawie badań: Ekner A, Dudek K, Sajkowska Z, Majlathova V, Majlath I, Tryjanowski P (2011) *Anaplasmataceae* and *Borrelia burgdorferi sensu lato* in the sand lizard *Lacerta agilis* and co-infection of these bacteria in hosted *Ixodes ricinus* tick. *Parasites & Vectors* 4:182.

Jednak niewiele osób zdaje sobie sprawę z tego, że biegające wiosną i latem po naszych łąkach jaszczurki także są żywicielami kleszczy i także borykają się z przenoszonymi przez nie patogenami. Zostało to potwierdzone przez badania prowadzone przez zespół mgr Anny Ekner na Uniwersytecie im. Adama Mickiewicza w Poznaniu we współpracy ze Słowacką Akademią Nauk w Koszycach. W trakcie badań złapano wiele jaszczurek zwinek które były nosicielami kleszczy z gatunku *Ixodes ricinus*. Średnio na jaszczurce znajdowano od kilku do kilkunastu kleszczy jednak prawdziwy rekord ustanowiła samica na której znaleziono aż 66 tych roztoczy! Po zbadaniu

w laboratorium kleszczy oraz próbek tkanek jaszczurek okazało się, że wiele z nich zakażonych jest bakteriami z rodzaju *Borrelia*, a także mniej znanymi bakteriami Gram-ujemnymi z rodziny *Anaplasmataceae* co jest pierwszym ich stwierdzeniem w organizmie jaszczurki zwinki. Bakterie te powodują u ludzi chorobę nazywaną ludzką anaplazmą granulocytarną (HGA). Objawia się ona ciężką infekcją narządów wewnętrznych i nieleczona może prowadzić do śmierci. Podczas badań odkryto, że aż 13% jaszczurek jest nosicielami tych groźnych bakterii, a zakażenie nimi było skorelowane z obecnością na ciele kleszczy. Ponadto wiele z jaszczurek i kleszczy było nosicielami zarówno krętków borrelii jak i bakterii anaplazmy. Nie wykazano jednak znaczącej korelacji w koinfekcji obydwoma patogenami.

Obecnie na uniwersytecie kontynuowane są badania nad kleszczami i przenoszonymi przez nie patogenami. Jest jeszcze wiele do odkrycia, przede wszystkim to czy bakterie te wywołują u zwierząt takie same choroby jak u ludzi czy może są one w jakiś sposób na nie odporne?

Poznanie cykli rozwojowych patogenów oraz ich wektorów jakimi są kleszcze jest bardzo ważne z punktu widzenia medycyny i epidemiologii. Badanie relacji zachodzących między tymi organizmami i ich żywicielami jakimi są na przykład jaszczurki pozwala na lepsze zrozumienie zagrożenia, które czyha także na ludzi. Im więcej wiemy o tych niebezpiecznych patogenach tym lepiej możemy przygotować się do walki z nimi.

■ Krzysztof Dudek. Instytut Zoologii Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu. E-mail: dudeekk@gmail.com.

POWRÓT SOKOŁA WĘDROWNEGO

Katedra Zoologii i Ekologii Uniwersytetu Rolniczego im. H. Kołłątaja w Krakowie, w ramach realizacji programu restytucji populacji sokoła wędrownego *Falco p. peregrinus* w Polsce, bierze udział

w tym przedsięwzięciu jako współtwórca koncepcji i realizator w południowej Polsce. Gatunek ten praktycznie wymarł w naszym kraju w latach 70. ubiegłego stulecia.

W roku 1993, w porozumieniu z Dyrekcją Pienińskiego Parku Narodowego rozpoczęto akcję zasiedlania sokołem wędrownym obszaru Pienin. Zainstalowane zostało gniazdo adaptacyjne na zboczu Wysokiego Bereścia w dolinie Pienińskiego Potoku (Ryc. 1).



Ryc. 1. Gniazdo adaptacyjne na zboczu Wysokiego Bereścia. Fot. B. Kołtońska.

W roku 2000, działając w porozumieniu i przy wsparciu Dyrektora Zamku Królewskiego na Wawelu gniazdo adaptacyjne umieszczono na dachu Baszty Złodziejskiej. W gniazdach adaptacyjnych umieszczano młode sokoły wędrowne, potrafiące samodzielnie pobierać pokarm, podgatunku nominatywnego, pochodzące z hodowli wolierowych, w tym, z prowadzonej przez Katedrę Zoologii i Ekologii UR w stacji doświadczalnej w Mydlnikach. Początkowo zamknięte w gniazdach sokoły po ok. 10 dniach pobytu w gnieździe uwalniano, umożliwiając im rozpoczęcie samodzielnego życia (przez pewien czas, wzorem ptaków rodzicielskich, dokarmiano je w pobliżu gniazda).

W Pienińskim Parku Narodowym uwolniono w kilku kolejnych latach 17 młodych ptaków, a w Krakowie od 2000–2008 – 17 ptaków.

Pierwsze sokoły wędrowne obserwowano już w następnym roku po pierwszych uwolnieniach. Naturalny lęg w Pieninach, w masywie trzech Koron, stwierdzono w roku 2003. Obecnie na terenie Pienin znane są 3 rozradzające się pary lęgowe.

Pierwszy, historyczny lęg sokołów w Krakowie na szczycie Wieży Zegarowej Katedry Wawelskiej, odnotowano w roku 2012. W kwietniu tego roku obserwowano gody sokołów (Ryc. 2), a następnie wspólne wysiadywanie i karmienie młodych.

Dnia 2 czerwca 2012, znaleziony został przez pracownika Muzeum Geologicznego przy ul. Senackiej, dorosły samiec sokoła wędrownego ze złamanym skrzydłem (obraczkowany ptak, pochodził z akcji zasiedlenia w Krakowie w 2008 r.). Uszkodzenie nastąpiło w trakcie ataku na gołębia. Obecnie sokół



Ryc. 2. Gody sokołów na Wieży Zegarowej Katedry Wawelskiej. Fot. Z. Bonczar.

poddawany jest rehabilitacji w stacji Katedry Zoologii i Ekologii w Mydlnikach.

Obowiązek wykarmienia młodych spoczął wyłącznie na samicy. Dzięki jej sprawności i dostępności pokarmu udało się szczęśliwie doprowadzić do samodzielności lęg w liczbie dwóch młodych (Ryc. 3).



Ryc. 3. Młode sokoły wędrowne nad Wzgórzem Wawelskim. Fot. M. Okrutniak.

W trakcie prowadzonych badań spotykano również obserwatorów z innych miast Polski, którzy przybyli tu aby osobiście zobaczyć jak restytuowane sokoły krążą nad wzgórzem wawelskim.

Podsumowując można stwierdzić, że sukces programów restytucyjnych zależy od ich dobrego zaplanowania oraz pełnego uwzględniania potrzeb zwierząt. W warunkach górskich i miejskich sokoły znajdują to co im niezbędne do życia: odpowiednie miejsce do założenia gniazda i obfitość pokarmu.

WSZECHŚWIAT PRZED 100 LATY

Pierwsze próby ratowania przyrody małopolskiej

W dziewiątym dziesiątku lat wieku zeszłego rozprawiano wiele na temat użyteczności i szkodliwości zwierząt pewnych, nierozumiejąc jeszcze jasno, że w przyrodzie nie może być właściwie mowy o tern, ponieważ w całokształcie jej zarówno najdrobniejsze jak i najpotężniejsze stworzenie, wyznaczone ma sobie stanowisko. Rezultatem jednak dodatnim tych sporów były poraż pierwszy podówczas wydane przepisy, dotyczące ochrony pewnych zwierząt „użytecznych”. Względę natury czysto utylitarnej odegrały w akcji tej główną rolę. Myśl jednak poruszona w tej formie, płodna być miała w wyniki doniosłe w dalszym swym rozwoju stopniowym. Ludzie, mający oczy otwarte na życie przyrody, otaczającej nas dokoła w postaci zwierząt, drzew lub skał, zauważyli z ogromnym żalem, a ponieważ i trwogą, że przyroda ta coraz gwałtowniej wymiera i ginie i że pod względem jej bogactwa nie możemy się równać z szczęśliwymi przodkami naszymi, choćby nawet z przed lat kilkudziesięciu. Nieszukając zbyt wiele w kronikach i annałach, dowiedzieć się musieli bardzo wielu rzeczy smutnych i przykrych z dziejów przyrody żywej i martwej. Przypomnieli więc sobie, że już za pamięci ludzkiej wyginęły u nas żubry, które niegdyś i pod samym Lwowem nie należały wcale do rzadkości, jak tego dowodem nazwa wioski podmiejskiej Żubrzy, lub nadanie prawa do łowów na żubry, znane z aktów erekcyjnych dóbr Zarudce z przyległościami. Za pokazną tą zwierzyną, znaną obecnie jedynie z nielicznych okazów w puszczy Białowieskiej, przysłała kolej i na losia. Za temi poszły zmyślne bobry, należące kiedyś do pospolitych u nas zwierząt; żyły one nie tylko nad brzegami wszystkich rzek wielkich i małych, ale przebywały również po stawach i bagniskach. Od 1820 do 1838 r. już tylko pojedyncze kolonie żyły samotnie nad Bugiem, a dziś i tutaj już ani śladu po nich. Z wyglądem ich, ciekawym trybem życia i zwyczajami, sposobność mamy obecnie zaznajomić się jedynie przy pomocy opisów i okazów, przechowanych w muzeach. W żywych jednak oryginałach w Galicji należą już dawno do przeszłości, „księgi zmartwych”, jak nazwać będzie należało kiedyś dzisiejszą zoologię, o ile ludzkość nie zechce znaleźć sposobu na zapobieżenie jej uszczuplaniu.

Dzięki tylko wspomnianej akcji za zachowaniem zwierząt pożytecznych, uniknęły niechybnej śmierci i zagładzie piękne kozice i świstaki tatrzańskie, ocalone staraniem Komisji fizyograficznej Akad. krakowskiej, a zwłaszcza zabieganie prof. d-ra Nowickiego, który po party przez komitety towarzystw gospodarskich, podał do Sejmu galic. prośbę o opiekę nad temi zwierzątkami i ptakami owadożernymi. Wskutek tego też wyszła ustawa, zakazująca łowienia i zabijania ich i to w sam czas, albowiem już niewiele okazów znanych było w Tatrach.

Wypadek ten byłby pierwszą zapowiedzią nawrócenia się z dotychczasowej drogi bezmyślnego i bezwzględniego tępienia wszystkiego, co żyje, a co przecież pragnie i ma prawo żyć własnym życiem niezależnym. Tak jednak się nie stało, ponieważ po pierwszym kroku nie nastąpiły

inne, wiodące coraz bliżej do celu właściwego. Poprzestano wówczas na kilku tylko punktach kwestyi, wymagającej żywej i bardzo wszechstronnej akcji, już od tego czasu nieustannej. Przyczyną zaś tego było, że ludzie ówczesni nie zdawali sobie tak jasno sprawy z tego, co dla nas dzisiaj nieulega żadnej wątpliwości, a owszem aż w nazbyt czarnych przedstawia się kolorach.

Warto zaznajomić się z obecnym stanem sprawy ochrony osobliwości i zabytków przyrody u nas. Jak dotychczas, to stan ten niezbyt jest zadawalający, chociaż w porównaniu z tern cośmy pisali niedawno w tym przedmiocie, sprawa postąpiła przecież nieco naprzód. I właśnie przez wzgląd na to, mamy zamiar przystąpić do rozpatrzenia niektórych ważniejszych zdarzeń w dziedzinie działalności nad konserwacją przyrody kraju naszego.

Po uchwaleniu Ustawy, biorącej w opiekę kozice i świstaki tatrzańskie, akcja w kierunku ochrony przyrody w Galicji ograniczała się jedynie do wydawania przepisów ochronnych dla myśliwych i rybaków. W dwadzieścia pięć lat dopiero potem Namiestnictwo reskryptem ministeryalnym z 30/XI 1903 r. ogłosiło wezwanie do osób prywatnych i instytucyj aby o zabytkach przyrody, na ochronę zasługujących donosiły Namiestnictwu, celem poczynienia odpowiednich zarządzeń. Pochwały godnemu zarządzeniu nie odpowiedziało jednak zainteresowanie szerszej publiczności. Liczba podanych do ochrony zabytków wynosi ledwie setkę, na tysiące całe, istniejące i znane w kraju. Żywszą nieco akcję w celu ochrony i zachowania osobliwości i zabytków przyrody, przedsięwzięło Polskie Tow. przyrodn. im. Kopernika, z którego członków najbardziej dotychczas zasłużył się prof. M. Raciborski, który w licznych broszurach nawołuje do szanowania ważnych okazów, a zapomocą kwestyonaariuszów zbiera materiały do inwentarza zabytków naszej fauny i flory. Ze sprawą tą wystąpił w Sejmie galic. na posiedzeniu z dnia 15 listopada 1910 roku gorący rzecznik jej bar. J. Brunicki, który w mowie wygłoszonej poruszył kwestję ochrony zabytków i osobliwości przyrody, wykazując konieczną potrzebę ratowania ich od zagłady. Mowę tę przedrukowały z całem uznaniem wszystkie niemal dzienniki i czasopisma, ale i na tern się też skończyło. A jednak po odpowiednim poinformowaniu społeczeństwa o potrzebie tego, należałoby przecież przystąpić do zorganizowania akcji planowej w tym kierunku, trzymając się streszczonego powyżej programu Conwentza.

Dwa punkty zasadniczo wyróżnić należy w akcji całej, a mianowicie ochronę przyrody wogółności, tudzież stworzenie t. z w. „rezerwacyj” parku ochronnego przyrody. Dla ochrony przyrody wogóle pracować jest rzeczą niełatwą, a często nawet wręcz niemożliwą. Kultura dąży naprzód; widoki i możliwość szybkiego wzbogacenia się przez wyzyskanie skarbów przyrody, są bardzo pojętne. Wychodząc z tego stanowiska, postanowiono — oczywiście jeszcze nie u nas — przynajmniej niektóre partie przyrody ochronić przed gorączką zysków. W ten też sposób poraż pierwszy powstał podobny „Park narodowy” w Stanach Zjednoczonych, które wyłączyły ogromny kawał ziemi, gdzie gospodarować ma sama natura według swych odwiecznych, chociażby nawet

srogich prawideł. Park Jellowstone przedstawia obecnie największą i najwspanialszą rezerwację w świecie kulturalnym. Stany Ameryki półn. więcej posiadają obecnie podobnych pustkowi narodowych. Mają park Yosemite, Grant–Nationalpark, Mount Rainier–Nationalpark, Arizona–Nationalpark, Chickamauga and Chattanooga–Nationalpark, tudzież Mariposa Grove of Big Trees w sercu Kalifornii. W niedługim czasie park podobny powstać ma również i w Ameryce południowej, mianowicie na terytorium wodospadów Jauaçu, które pod względem piękności i obfitości wód przewyższać mają znacznie sławne wodospady Niagary. Szwajcaria posiada rezerwację w dolnym Engadynie. W Szwecji i Kongo utworzone być mają również wielkie rezerwacje.

Galicja ma piękny rezerwat dzięki właścicielowi Szczawnicy i Nawojowej, Adamowi hr. Stadnickiemu. W lasach swych, na górze Barnowiec, przeznaczył on dużą przestrzeń pierwotnej, nietkniętej puszczy jodłowej i wyłączył ją nazawsze od wszelkiego użytkowania. W ten sposób inicjatywie jednostki kraj zawdzięcza rzecz zaiste cenną i doniosłą, na której jednak poprzestać bezwarunkowo nie może. Celem sprostania zadaniom, z jakimi w czasach dzisiejszych zakłada się rezerwację większe, starać się koniecznie należy o zdobycie obszaru, nadającego się do stworzenia żeń rezerwacji, godnej tak wielkiego i bogatego pod względem przyrodniczym kraju, jakim jest Galicja. Przed dwoma też laty Galic. Tow. Leśne zwróciło się do Ministerium rolnictwa z memoriałem, w którym wykazano ważność rezerwatów leśnych w Karpatach i przedstawiono propozycję; by resztki puszczy karpackich jako rezerwaty wyłączono od gospodarki i pozostawiono w stanie pierwotnym. Na memoriał ten Towarzystwo nie otrzymało jednak odpowiedzi pozytywnej i sprawa stworzenia rezerwacji oczekuje nadal rozwiązania. Inicjatywę tego powinny podnieść właściwie wszystkie istniejące w kraju towarzystwa przyrodnicze, leśnicze, myśliwskie i gospodarcze i ich to staraniem powinno być założone towarzystwo, którego zadaniem byłoby popularyzowanie idei samej, tudzież gromadzenie funduszy, a także wyjednanie u władz ustępstw i ulg w tern zadaniu. W Galicji rezerwat stanowiłby własność kraju dla którego pracowałoby Towarzystwo ochrony przyrody. Prywatne bowiem, choćby najusilniejsze starania, z pewnością nie mogą mieć nadziei pomyślnego uwieńczenia swych zabiegów. Myśl podobną zrealizować może jedynie liczniejsze zrzeszenie ludzi dobrej woli, świadomych dobrze celu i wagi przedsięwzięcia podjętego. Należałoby tedy, żeby ktoś z powołanych do tego, zechciał podjąć się opracowania projektu założenia rezerwacji, opartego na ścisłych i dokładnych danych i obserwacjach. Elaborat podobny stanowiłby doskonałą podstawę do dalszej pracy celowej, a przedyskutowany publicznie, zdołałby wskazać dokładnie drogę, po której kroczyćby należało, celem urzeczywistnienia projektu. W każdym razie możnaby się w tym razie prędzej doczekać jakichś pozytywnych rezultatów.

B. Janusz. Ochrona przyrody w Galicji. Wszechświat 1912, 31, 579 (25 VIII)

Drapieżne obyczaje modliszki

Na południu Francji żyje owad, należący do rzędu prostoskrzydłych, zwany modliszką (*Mantis religiosa*). Drapieżność jej można porównać jedynie z drapieżnością

znanego ogólnie pajęczaka, ptasznika. Ciało modliszki ma około sześciu centymetrów długości i barwą przypomina zielen łąki. Wydłużony tułów, głowa zaopatrzona w dwoje ogromnych, wypukłych oczu, wąskie przedkarcze, szeroki odwłok, pokryty zielonemi na wpół błoniastymi skrzydłami – wszystko to razem nadaje modliszce wygląd zgoła osobliwy. Najbardziej jednak uderzają w niej przednie nogi: nie są one cienkie, jak dwie pary jej nóg tylnych, lecz, przeciwnie, uda ich i piszczęły są silnie rozwinięte, szerokie i zaopatrzone od strony dolnej w grzebienie, złożony z oddzielnych silnych kolców. Gdy w czasie wypoczynku owad ten przedkarcze wznosi w górę, przednie nogi trzyma złożone pod głową i bez ruchu trwa w takiej pozycji, wówczas pozą swą przypomina człowieka, zatopionego w żarliwej modlitwie – stąd też pochodzi nazwa jego: modliszka. W takiej też pozie modliszka czatuje na zdobycz. Ukryta w trawie lub w zieleni krzewu, nie różniąc się barwą od otoczenia¹ swego, czycha na zbliżenie się jakiego owadu, i gdy dojrzy go w swem sąsiedztwie, wnet zwołna głową obraca i śledzi każdy ruch jego. Gdy owad zatrzyma się w pobliżu modliszki, ta cichaczem doń się przysuwa i, wyciągając z błyskawiczną szybkością jedne z przednich nóg, chwytą i pożera zdobycz. Po pożarciu łupu czyści szczękami zazeębione części nóg, następnie przybiera na nowo pozę wypoczynku lub, co na jedno wychodzi, pozę czatowania. Wielu przyrodników zwracało już niejednokrotnie uwagę na znaczną siłę, jaką modliszka rozporządza oraz na jej drapieżność. Zimmermann, który trzymał w szklanym naczyniu samice modliszki karolińskiej (*Mantis carolina*), stwierdza, że modliszka pożerała dziennie dwanaście much i kilka dużych szarańczy, a poza tem jeszcze zjadała młode żaby, a nawet jaszczurki trzy razy od niej większe. Nie wracała nigdy do pożywienia, które przedtem była rzuciła, pożerała jedynie mięso zwierząt żywych. Burmeister na zasadzie obserwacji przyjaciela swego, Hudsona, podaje nowe dowody drapieżności modliszki, żyjącej w Ameryce Południowej (*Mantis argentina*). Owad ten zadusił swemi silnemi kleszczami przednich nóg małego ptaszka (*Serphopha subcristata*). Gdy Hudson, słysząc krzyk ptaszka, nadbiegł, by zobaczyć, co się stało, zastał go już zaduszonego, z poszarpaną skórą na łebku, a nawet z przedziurawioną czaszką. Świeżo dochodzi nas też podobna wiadomość, dotycząca drapieżności modliszki afrykańskiej (*Mantis bioculata*). Owad ten różni się od modliszki, żyjącej we Francji, nieco większemi rozmiarami i znacniejszą siłą, prócz tego zaś znamionują go jeszcze dwie białe plamy w formie półksiężyca, zdobiące zewnętrzny brzeg skrzydeł i odcinające się jaskrawo od zielonej barwy całego ciała. Millet-Horsin, lekarz szpitali w Tunisie i korespondent Muzeum historii naturalnej donosi, że w końcu roku zeszłego w ogrodzie, w gąszczu drzew dojrzał ptaszek zw. gajospiew (*Phylloscopus trochilus*), trzepoczącego się w sposób niezwykle gwałtowny. Gdy Millet-Horsin zbliżył się do tego miejsca, wydawało mu się, jakgdyby ptaszek zawisł na jakimś zielonym sznurku, lecz za zbliżeniem się człowieka domniemana pętlica otworzyła się i wypuściła ptaszka ze swych więzów. Okazało się wówczas, że to modliszka zadusiła ptaka jedną ze swych przednich nóg, uzbrojonych w kolce. Ptaszek był już martwy. Haczyki nogi modliszki wpiły się w jego szyję i wywołały śmiertelny upływ krwi.

j.b (Bornsztajnowa) Drapieżne obyczaje modliszki Wszechświat 1912, 31., 496 (14 VII)

¹⁾ Około 30 lat temu w Warszawie ukazał się przejezdny skąpsi poszukiwacz źródeł, który tytułował się hr. Wrschowitzem, i swoją różdżką zainteresował nawet poważne koła tutejsze. W pismach z owej epoki znaleźć można liczne wzmianki o próbach przez tego jegomości dokonywanych, utrzymane w tonie zupełnie poważnym. (Przypis redakcyi).

Zoogeograficzne dowody na istnienie Atlantydy

W Tymeuszu i Krytjaszu Platon wspomina o istnieniu niegdyś za „Słupami Herkulesa” wielkiej wyspy, „większej od Azji i Libii razem wziętych”. Był to kraj niezwykle żyzny, bogaty w kruszce, potężny. Pewnej fatalnej nocy nastąpił potop, trzęsienie ziemi — i wyspa zginęła w nurtach oceanu, pozostawiając jedyne ślady swego istnienia w postaci wysp zachodnio-afrykańskich. Ziemią tą była Atlantyda.

Wiść o Atlantydzie Solon powziął od kapłanów egipskich z Sais, którzy od mieszkańców owej krainy wyprowadzali swą naukę i kulturę. Od prawodawcy ateńskiego powieść przeszła do Platona. W czasach najnowszych rozmaicie komentowano opowiadania Platona. Jedni widzieli w niem legendę, w którą tak obfituje poezja grecka, a samą nazwę Atlantydy wyprowadzali od gór Atlasu — inni uwierzyli jej i starali się ją poprzeć danymi nauki współczesnej.

Wysuwano argumenty rozmaite. Pomiary głębokości Atlantyku, budowa geologiczna wysp zachodnio-afrykańskich, analogie językowe i religijne u ludów Ameryki i starożytnych greków i egipcyan, ich pokrewieństwa etniczne, legendy i mity i t. p. — wszystko to miało niezbicie dowodzić prawdziwości podania. Atlantyda była kolebką cywilizacji ludzkiej, ojczyzną pszenicy i kultury rolnej wogóle — głosili obrońcy Platona.

Nauki przyrodnicze, najbardziej powołane do rozstrzygnięcia zagadnienia, zachowywały rezerwę. I dopiero w ostatnich czasach problem Atlantydy wszedł w nową fazę, a to z powodu wzięcia w nim udziału paryskiej Akademii Umiejętności. Zajęcie się tak poważnej instytucji naukowej wpłynie niewątpliwie na rozwiązanie zagadnienia, a i ono samo przez to staje się bardziej interesującym. Mianowicie w jednym z zeszytów rocznych Sprawozdań, ukazał się artykuł p. Ludwika Germaina, w którym autor ten na podstawie współczesnego i wcześniejszego w znaczeniu geologicznym rozsiadlenia fauny we wchodzących w grę obszarach, dochodzi do wniosków, potwierdzających powieść egipską.

Jakież są argumenty Germaina?

Fauna lądowa Asorów, Madery, wysp Kanaryjskich i wysp Zielonego przylądka, a zwłaszcza fauna ślimaków, jest analogiczna z taką samą fauną obszaru śródziemnomorskiego, niema zaś nic wspólnego z fauną Afryki podzwrotnikowej. Co więcej stwierdza ona niewątpliwie kontynentalne pochodzenia, wykazując nawet pewne cechy fauny obszaru pustynnego. Pewne współczesne gatunki winniczka (*Helix*) z tych wysp są bezsprzecznie epigonami winniczka, charakterystycznego dla czwartorzędu Maurytanii (*Helix Gruveli*), a w ostatnich czasach identyczne formy *Helix Gruveli* p. Germain otrzymał z wysp Kanaryjskich od znakomitego malaczoologa Dollfussa. W czwartorzędzie tychże wysp znaleziona została *Rumina decollata* L., ślimak nadzwyczaj

charakterystyczny dla pleistocenu medyterrańskiego.

Dalej tamże żyje do dziś paproć, *Adiantum reniforme* L., forma nieistniejąca obecnie w Europie, ale znana z pliocenu, a więc najmłodszego trzeciorzędu, Portugalii.

Niemniej ważnych dowodów dostarczyła rodzina mięczaków płucodysnych *Oleanicidae*. Zwierzęta te, reprezentowane przez znaczną liczbę rodzajów (*Spiraxis*, *Varicella*, *Perussacia*, *Azeaa* i t. d.), żyją dziś w Ameryce Środkowej, na Antylach i w *Mediterraneum*. W tej grupie zachodzi bardzo ciekawe zjawisko: oto formy Amerykańskie zachowały rozmiary wielkie, jak ich przodkowie z miocenu Europy — tymczasem formy śródziemnomorskie uległy skarlłowaceni — są znacznie mniejsze od miocen-skich. Te fakty z rozsiedlenia zwierząt, tak trudno i powoli zmieniających miejsca pobytu — świadczą niewątpliwie, że wyspy zachodnio-afrykańskie stanowiły ongi kontynent, który z jednej strony łączył się z Maurytanią i Iberią, a z drugiej z Ameryką — prawdopodobnie z Wenezuelą.

Lecz nietylko fauna lądowa przemawia za takim poglądem. Wzmocnia go także morska. Oto stwierdzono istnienie jednakowych form ślimaków morskich i na Antylach i w Senegalu. Dalej na sześć gatunków madrepor znanych z wyspy ś-go Tomasza naprzeciwko Gabonu jeden żyje dziś tylko w rafach Florydy, a cztery inne znane są wyłącznie tylko z wysp Bermudzkich. Takiego rozsiedlenia niepodobna wytłumaczyć działalnością prądów morskich, zwłaszcza dla madrepor, których larw życie trwa zaledwie parę dni. Staje się ono jednak bardzo zrozumiałe, jeżeli pas, dziś przerwany, ich rozsiedlenia stanowił niegdyś wybrzeże wielkiego lądu — a lądem tym była Platonowska Atlantyda.

Proces zapadania rozpoczął się utworzeniem wielkiej drogi morskiej, łączącej Florydę z Senegalem, a bieg jej wskazują wspomniane ślimaki morskie i madrepory. Ameryka Środkowa została oddzielona od starego świata. Pozostała masa lądowa tworzyła jeszcze w dalszym ciągu wielki kontynent, połączony na wschodzie z Iberią i Maurytanią. W pliocenie proces zapadania poszedł crescendo i w rezultacie z olbrzymiego lądu powstała wyspa — Atlantyda starożytnych. Lecz i ona uległa zagładzie — pozostawiając po sobie jedynie nikle szczątki w postaci wysp, rozrzuconych na zachodzie Afryki północnej. Świadkiem ostatniej katastrofy miał być — jak niesie podanie — człowiek kulturalny.

Przy końcu swej notatki p. Germain obiecuje wydanie większej rozprawy, poświęconej obronie problemu Atlantydy. Dowodów mają dostarczyć: botanika, zoologia, geologia oraz antropologia i prahistoria. Rzecz ta bez wątplenia obudzi szerokie zainteresowanie. Stwierdzenie bowiem podania egipskiego wyjaśni cały szereg z niepojętych dziś analogij legend ludów zachodu i wschodu, jak np. podanie o potopie. Być może, że stoimy już wobec podnoszącej się zasłony kolebki naszej cywilizacji — śródowiska promieniującego na wschód i zachód. Byłby to niezaprzeczenie ogromny tryumf wiedzy przyrodniczej. Br. Rydzewski. *Atlantyda. Wszechświat* 1912, 31, 563 (18 VIII)

Błyskawiczna ewolucja?

Pogląd Cuviera na gatunek jako na coś stałego, niezmennego, oddawna już musiał ustąpić przekonaniu o zmienności; gatunków, i dzisiaj to pojęcie zmienności

jest jedną z najpewniejszych podstaw teorii descenden-
cyi. Rzecz oczywista, że przekształcenie się formy zwie-
rzęcej wymaga naogół niezmiernie długich okresów cza-
su, postępuje bowiem powoli i stopniowo. Okazuje się
jednak, że rozwój nowej formy zwierzęcej może odbyć się
także w krótkim stosunkowo czasie, w granicach wieku
ludzkiego. Fakt taki został ostatnio stwierdzony przez
badacza A. Thienemanna i dotyczą odmiany gatunku
Coregonusa, należącego do rodzaju głębieli; odmiana
ta zamieszkuje kraterowe jezioro Laacher w Eiflu (Prusy
Nadrenskie). Z dokumentów tamtejszego klasztoru Thie-
nemann zaczerpnął wiadomość o tern, że dawniejszemi
czasy w jeziorze tem nigdy okazów Coregonusa nie łowiono, ani ich nawet nie widziano, a rybołówstwo na-
leżało do klasztoru w przeciągu całego wieku. W roku
1866 w jeziorze umieszczono jaja siei z jeziora na I ma-
raena Bloch.) i jaja innego gatunku głębieli (Coregonus
fora Jur.) z jeziora Bodeńskiego. Następnie w roku 1872
powtórnie sprowadzono milion jaj Coregonusa z jeziora
Bodeńskiego. Większość jaj, pochodzących z Pomorza,
już w drodze uległa zniszczeniu, a z niewielkiej ilości,
która dostała się do jeziora, też nie było widać żadne-
go zarybku. Wszystkie jaja, jak widać z notatek rybaków
i badań Thienemanna, uległy zagładzie i nie pozostawiły
po sobie żadnych śladów istnienia. Zarybek zaś, który się
wylągl z jaj, pochodzących z jeziora Bodeńskiego, przez
jakiś czas utrzymywał się przy życiu, lecz potem nagle
wyginął. Następnie wskutek rozmaitych okoliczności lo-
kalnych wszystkie te próby przeniesienia Coregonusa do
jeziora Laacher poszły w niepamięć. Nagle w roku 1900
przypadek sprawił, że złowiono kilka nieznanym tam do-
tąd ryb, w których opat klasztoru, rodem z nad jeziora
Bodeńskiego poznał gatunek rodzaju głębieli. Okazy te
przesłano nad jezioro Bodeńskie dla powzięcia pewności
co do ich rodzaju i gatunku; stamtąd nadeszło potwier-
dzenie opinii opata z tą jednak uwagą, że nadesłane ryby
różnią się pod wieloma względami od Coregonusów, za-
mieszkujących jezioro Bodeńskie. I istotnie okazało się, że
ryby te, będące w prostej linii potomkami ryb bodeńskich,
nie są jednak z niemi identyczne, jak zresztą nie są iden-
tyczne z żadnym innym gatunkiem rodzaju Coregonus.
Nastąpiło u nich przekształcenie się w nową formę, którą
Thienemann dla odróżnienia od Coregonus fera z jeziora
Bodeńskiego nazywa Coregonus fera var. sancti bern-
hardi. Jaja tej ryby nie wykazują żadnych różnic w po-
równaniu z jajami innych ryb tego gatunku. Młode rybki,
przeciwnie, wykazują pewne charakterystyczne zmiany.
Odmienne się u nich np. przedstawia stosunek woreczka
żółtkowego do płetwy ogonowej, prócz tego nie znajdu-
jemy u nich w okolicy ogonowej żółtego barwnika, stale
występującego u gatunku Coregonus fera z jeziora Bo-
deńskiego. U osobników dojrzałych zaś silnie zaznaczają
się różnice w wewnętrznej budowie aparatu skrzelowe-
go. To ciekawe ze wszech miar zjawisko przekształcenia
się jednej formy w drugą nie daje się objaśnić' zapomocą
doboru w pojmowaniu Darwina, Okres czasu był na to
zbyt krótki, szybkość przekształcenia (7 pokoleń) — zbyt
wielka. To niezwykle prędkie przekształcenie się formy
można jedynie, jak się, wydaje, uważać za dowód i re-
zultat zdolności szybkiego przystosowania się do nowych
warunków życia.

j.b (Bornszejnowa) Nowa forma zwierzęca. Wszechświat
1912, 31, 481 (7 VII)

Hipopotamy karlowate

Istnieje w Niemczech, koło Hamburga, w miejsco-
wości Stellingen, słynny park zwierzęcy Karola Hagen-
becka. Powietrze, światło i możliwie największy obszar
ziemi, ażeby zwierzętom umożliwić zupełną swobodę
ruchów, te główne warunki istnienia zwierząt, znalazły
tu swe urzeczywistnienie w przeciwieństwie do wszyst-
kich innych parków zoologicznych, gdzie jeńców trzyma
się w klatkach menażeryjnych. Park Hagenbecka, to in-
stytucja, obok której co do jej wartości pedagogicznej
i naukowej, niemożna postawić innej na globie całym.
Jest ona wykwitem najwspanialszym dzisiejszej nauki
i kultury człowieka, stanowiąc chlubę wielką i świadec-
two prawdziwego postępu czasów obecnych. Obok zna-
nych już powszechnie w świecie naukowym rekonstrukcyi
w naturalnych wymiarach potworów trzeciorzędowych,
odtworzonych wspaniale przez rzeźbiarzy, oglądać tam
można galerię ogromną najrozmaitszych zwierząt rzad-
kich lub znanych dotychczas tylko w muzeach. Do bardzo
rzadkich, ledwie z opisów niedokładnych znanych zwie-
rząt, należy ciekawe stworzenie, zwane karłowatym hipo-
potamem liberyjskim (Choeropsis liberiensis, Morton),
o którym poraz pierwszy podał wiadomość lekarz kolonialny
Morton w Monrowii w 1844 roku. Opis jego
opierał się jednak wyłącznie na zbadaniu czaszki; z wie-
lu stron kwestyonowano też wiarygodność jego mimo,
że polegał na dokładnem zbadaniu. Od tego czasu do
zbiorów muzeów europejskich i amerykańskich dosta-
ło się nieco szkieletów i czaszek, należących do jakichś
dwudziestu osobników. Raz tylko w 1873 roku udało się
schwytać żywego hipopotama karłowatego, ale mar-
twego już badać należało go w Dublinie. Biittikofer,
o którego wyprawach pisał w r. 1888 Jentink, a któremu
zawdzięczamy cenne spostrzeżenia, widział zwierzę to
świeżo upolowane, ale nie w stanie żywym.

Z wiosną 1910 roku wyprawę do Liberyi podjął au-
tor dzieła „Wild und Wilde im Herzen Afrikas”, znany ze
swych podróży po wnętrzu Afryki, H. Schomburgk. Ha-
genbeck, właściciel wspomnianego parku zwierzęcego,
wyekwipował tę ekspedycję, mającą na celu przedew-
szystkiem zdobycie dlań żywych okazów ciekawego hi-
popotama-karła. Z latem zaniechać musiano pobytu
w Liberyi z powodu nastania pory deszczowej: z począt-
kiem jednak grudnia tego samego roku wyprawa udała
się jeszcze raz na miejsce, gdzie rzekami nadmorskiem
dotarła do głębi puszczy dziewiczych. Na ogromnym ob-
szarze, na którym każdą ścieżkę wycinać dopiero trzeba
było, wykopano więcej niż 200 wilczych dołów, kontro-
lowanych wciąż starannie. W rezultacie udało się prze-
słać do Stellingen pierwsze wyniki; zwierzę jedno zo-
stało schwytane i w koszu przeniesione przez murzynów
w marszu tryumfalnym na miejsce zborne. Zdziwiająco
szybko oswoił się ze swym losem pierwszy hipopo-
tam-karzeł z Liberyi, chociaż był już wcale dojrzałego
wieku. „Niedługo przed zachodem słońca dotarliśmy do
kraju” pisał Schomburgk „i mogliśmy wypuścić hipopo-
tama. Zamiast, jak to każde dzikie zwierzę czyni, przebie-
gać w złości i próbować gdzie tylko można doniosłości
swej siły, krążył całkiem dobroduszenie w swem zamknię-
ciu, pił wodę z wiadra, zjadł nieco i usadowił się znów
w dole, skąd dochodziło mię zadowolone jego mrucze-
nie”. Za dobrym tym przykładem poszły i cztery inne

zwierzęta, chwytane jedno po drugim i w uciążliwym marszu przeprowadzane do obozu. Najwięcej staraniałożyć trzeba było na zaopatrzenie ich w wodę na kąpiel, albowiem, chociaż hipopotam karłowaty, przeciwnie jak hipopotam wielki (*Hippopotamus amphibius*), nie jest zdecydowanym zwierzęciem wodnym, mimo to musi często zwilżać swą skórą, nie mogąc znosić suchości.

Długość dojrzałej sztuki wynosi od nosa do nasady ogona 180 cm, gdy sama głowa hipopotama wielkiego dochodzi 80 cm. Kolorem różni się od swego krewniaka wielkiego, z góry jasno brązowego, z dołu różowego. Kolor jego stanowi mieszaninę barwy ciemno-szarej, brązowej i oliwkowej. Spód nie jest jaśniejszy od góry; głowa i nogi są najciemniejsze, a tylko gardziel i dolne części pyska są u niektórych okazów różowo zabarwione. Kształt ciała hipopotama karłowatego jest daleko zgrabniejszy od kształtu hipopotama zwykłego. Na stosunkowo wysokich i silnych nogach z długimi palcami spoczywa muskularny, tęgi tułów; w postawie stojącej, wszystkie cztery palce dotykają ziemi, w czasie szybszego chodu tylko dwa środkowe, które też tylko zostawiają ślady na ziemi. Najwybitniejsze różnice od hipopotama zwykłego wskazuje głowa. Brakuje jej potężnych, wystających pierścieni ocznych i wypukłych nosowych, nadających profilowi hipopotama kształt wklęsły. U hipopotama z Liberyi oczy tkwią dobrze w głowie, a otwory nosowe nie są górne, lecz końcowe, a zatem doskonale przystosowane do pobytu na lądzie. Kły szczęki dolnej są stosunkowo tak samo wielkie, jak u hipopotama zwykłego. Ogon tego ostatniego nie ma prawie wcale włosów, u karłowatego zaś jest przeciwnie opatrzone tęgą kłębą włosów kędzierzawych.

O sposobie życia zwierząt tych Schomburgk podaje, że przebywają one stale w lasach, unikając światła i słońca. Najprawdopodobniej są zatem zwierzętami nocnymi, przepędzającymi dzień w wykopanych przez się dołach. Nie znają współżycia towarzyskiego, jak hipopotamy zwykłe, lecz każdy osobnik żyje sam dla siebie, zmieniając codziennie miejsce pobytu i zajmując w ten sposób obszary olbrzymie. Przebywania w większych rzekach unikają, lubują się natomiast w kąpielach w czystych potokach. Za przybyciem do Stellingena weszły zaraz z najwidoczniejszym upragnieniem do przygotowanego basenu, w którym pozostały kilka godzin.

Hipopotamy karłowate są zwierzętami spokojnymi. Nie wydają, właściwego hipopotamowi wielkiemu, donośnego, głośniego ryku rżącego. Krzkanie ich brzmi jak skrzypienie drzwi zardzewiałych, poruszanych szybko tam i nazad. Kiedy się gniewają, ostrzą zęby jedno o drugie, wydając w ten sposób świst doniosły.

Z dwu więc, niedokładnie dotąd znanych ssaków afrykańskich, udało się tymczasem zdobyć żywcem hipopotama karłowatego, na okapi zaś i nadal jeszcze czekać musimy cierpliwie do chwili przyjemniejszej.

B., Janusz. Hipopotamy karłowate z Liberyi. *Wszechświat* 1912, 31, 596 (1 IX)

Masa czy ciężar?

Aż do pierwszej konferencji powszechnej wag i miar w roku 1889 jednostki układu metrycznego bywały określane podług wzorców archiwum francuskiego. Konferencja ta, w której uczestniczyli przedstawiciele

dwudziestu państw, postanowiła, że na przyszłość metr i kilogram mają być określane podług wzorców międzynarodowych, złożonych w międzynarodowym biurze wag i miar. Większość państw, które przystąpiły do tak zwanej konwencji metra, wydała prawa, które, uświęcając wzorce międzynarodowe, określiły zarazem wartości poszczególnych wzorców narodowych wraz z odpowiednimi równaniami. We Francji sprawę tę uregulowało prawo z dnia 11 lipca 1903 r. Przez długi czas terminologii, dotyczącej kilograma, zbywało na poprawności. Pomieszczenie pojęć masy i ciężaru, które panowało w epoce, gdy powstał układ metryczny, sprawiło to, że kilogram oznaczano jako jednostkę ciężaru, a podręczniki arytmetyczne zaznaczały wyraźnie, że ciężarem tym jest ciężar, jaki posiada kilogram archiwalny w miejscu, gdzie jest przechowywany. Począwszy od roku 1887 komitet międzynarodowy oświadczył, że kilogram jest jednostką masy. Pojęcie to zostało zachowane w określeniu, przyjętem przez pierwszą konferencję powszechną, i dlatego to prawa, wydane od tego czasu w większości państw uważają kilogram za podstawową jednostkę masy. Nadto, czytając uważnie raporty, przedstawione Instytutowi narodowemu nauk i sztuk w ciągu roku 1799, dochodzimy do wniosku, który nie pozostawia żadnej wątpliwości co do prawdziwych intencji twórców układu metrycznego. W umysłach ich kilogram mógł być jedynie jednostką masy i tylko niedość ścisła terminologia mogła z biegiem czasu dać powód do odstępstwa, uświęconego później przez użycie. Różnica, bardzo drobna wprawdzie, lecz bądź co bądź dająca się wymierzyć, pomiędzy objętością kilograma wody a decymetrem sześciennym, doprowadziła do ustalenia rozróżnienia pomiędzy tym ostatnim a litrem, który jest objętością kilograma wody w temperaturze największej gęstości pod ciśnieniem normalnym. Wedle najlepszych pomiarów dzisiejszych litr jest o 27 milionowych części większy od decymetra sześciennego. Takie są definicje podstawowe, na których opiera się układ jednostek metrycznych we wszystkich państwach, które układ ten przyjęły jako obowiązujący. Państwami temi są: Austria, Argentyna, Belgia, Brazylia, Bułgaria, Chili, Costa-Rica, Czarnogóra, Dania, Francja, Gwatemala, Holandia, Honduras, Kolumbia, Kuba, Luksemburg, Meksyk, Niemcy, Nikaragua, Norwegia, Peru, Portugalia, Rumunia, Salwador, Serbia, Szwajcaria, Szwecja, Urugwaj, Węgry i Włochy. Jako nieobowiązujący układ ten jest w użyciu w Boliwii, Egipcie, Grecji, Japonii, Paragwaju, Rosji i, Syamie, Stanach Zjednoczonych, Wielkiej Brytanii, Turcji i Wenezueli, W Grecji i w Syamie przewidywane jest w niedalekiej przyszłości przejście do ustawy obowiązującej. W Stanach Zjednoczonych jednostki układu miejscowego określone są przez stosunek do jednostek metrycznych, nie zaś przez wzorce autonomiczne układu brytanckiego. Na układzie metrycznym oparto jednostki wszelkich wielkości, jakie tylko mierzyć się dają.

S.B. (Bouffal) Ewolucja układu metrycznego i poglądy dzisiejsze na jednostki pochodne. *Wszechświat* 1912, 31, 639 (15 IX)

Rehabilitacja pluskwy

Pluskwę (*Cimex lectularius* lub *Acanthia lectularia*) oskarżano o różne zbrodnie; kazano jej odgrywać pewną

rolę w roznoszeniu gruźlicy raka, gorączki, dżumy, trądu. Podobny szereg przestępstw, gdyby był dowiedziony, obudziłby w nas wielki niepokój. Móglin opowiada, że pewien członek Akademii Nauk pielęgnowany był podczas ostatniej swej choroby przez służącą, która pozostawiała go w przerażającym brudzie. Przed jego zgonem odwiedził go jeden z kolegów i gdy położył rękę na łóżku, poczuł dotkliwie pogryzienie przez pluskwy. W miejscach ukąszonych potworzymy się niepokojące wrzodziki, które zakończyły się śmiercią drugiego akademika. Od tej pory niejednokrotnie uważano pluskwy za roznosicielki różnych mikrobow i na nie częściowo składano odpowiedzialność za przenoszenie różnych zaraźliwych chorób. Ostatnie badania Oh. Andrégo mogą nas uspokoić. Zbadał on narządy trawienia wielu pluskiew i zazwyczaj nie znajdował w nich żadnego mikroba, równie jak nie znajdował w innych ich tkankach; pluskwa trawi zatem bez pomocy mikroorganizmów, tak jak wiele gąsienic badanych przez Portiera. Gdy pluskwa ugryzie zwierzę zarażone, lub też gdy wprowadzamy pluskwy w zetknięcie z cieczami, zawierającymi mikroby (sztuczne kultury, płwociny), pluskwy zarażają się, lecz przynajmniej w drugim razie wkrótce giną, zanim mikroby naruszą ich gruczoły ślinowe. Pluskwa nie jest więc zbiornikiem i czynnikiem roznoszącym zarodki choroby. Przytem pluskwa czerpie zazwyczaj swe pożywienie z jednego tylko osobnika; kąsa zapomocą swej trąbki, wpuszcza do ranki wytworzony przez gruczoły ślinowe płyn drażniący, wywołujący zaczerwienienie skóry, następnie wysysa krew swej ofiary i zajmuje się trawieniem, które odbywa się bardzo wolno. Aby więc mogła przenosić mikroby zdobyto podczas jednego posiłku na inną osobę, którąby się żywić miała, musiałyby połknąć mikroby rozejść się po jej ciele, ażeby opanować jej gruczoły ślinowe i żyć w nich dosyć długo, tak, aby owad po ukończeniu swego długiego trawienia, zaszczepił je swej nowej ofierze. Otóż ten fakt nigdy nie został stwierdzony i widzieliśmy, że gruczoły ślinowe i trąbka, pluskwy są zazwyczaj jałowe. Można więc z tego wnioskować, że pluskwa niesłusznie została oskarżona. Jednak André, przezornie nie uniewinnia jej całkowicie, zadaje sobie pytanie, czyby nie mogła się nadawać do rozwijania i do roznoszenia zarodków o złożonej budowie w tych samych warunkach, w jakich pewien gatunek komarów w Afryce towarzyszy nieznanemu zarodkowi żółtej febr. Jednakże dotychczas nie jest znany ani zarodek, ani choroba, jaką pluskwy mogłyby roznosić.

H. G. (Grotowska) *Pluskwa a zarazki. Wszechświat* 1912, 31, 625 (8 IX)

Przeciw różdżkarzom

Niektóre przesady sięgają bardzo dalekiej przeszłości, a do takich zaliczyć należy między innymi wiarę w różdżkę magiczną czyli wróżbiarską.

Już w *Eneidzie* jest wzmianka o gałązce jemioli, która otwiera bramy hadesu, a bogowie starożytności i magowie zawsze dzierżą w rękach laski magiczne. Laska z wężem Hermesa otwiera także bramy hadesu, a Mojżesz uderzeniem laski o skałę wydobyl z niej źródło wody jak kryształ czystej.

W wiekach średnich różdżka czarnoksięska służyła do wykrycia źródeł podziemnych, złota i innych skarbów

w ziemi ukrytych, a wróżbiarstwem takim zajmowali się zawodowo wędrowni różdżkarze (radomanci). Różdżkę stanowiła gałązka leszczyny ucięta w nocy świętojańskiej wśród zaklęć (zamawiań) i różnych manipulacji obrzędowych. Gałązka była na jednym końcu rozwidlona; wróżbita trzymał te widelki oburącz, silnie przyciskając do piersi, przyczem koniec gałązki wystawał w górę i wskazywać miał miejsca źródła, lub skarbów ukrytych.

Później zastąpiono tę gałązkę tak zw. dwupolarnym cylindrem metalowym, albo pendulem syderecznym, który stanowił kawałek węgla lub syderytu zawieszony na sznureczku.

Zabobon był tak zakorzeniony, że zajmowali się nim nawet uczeni fizycy i starali się wyjaśnić naukowo działanie różdżki magicznej.

Używanie różdżki magicznej przetrwało w Niemczech aż do naszych czasów, w Polsce rzecz ta była całkiem nieznaną¹. Geologowie niemieccy już nieraz występowali przeciw tak dziecinnemu zabobonowi, nie zdołali go jednak wykorzystać skutecznie. To skłoniło zgromadzenie geologów niemieckich, odbyte w Eisenach w roku bieżącym, do zajęcia się ponownie zatwardziałym przesądem. Przeprowadzono dyskusję naukową, a geologowie dr. Wolff z Berlina, prof. dr. Beyschlag z Berlina i prof. dr. Credner z Lipska wykazywali, jak dziecinna jest wiara w różdżkę magiczną, gdyż tylko w drodze metodycznych poszukiwań geologicznych można wykryć źródła podziemne, i że we wszystkich przypadkach, w których różdżka całkiem zawiodła, geologowie po przeprowadzeniu badań naukowych wykrywali obfite źródła. Uchwalono też wydać pouczającą broszurę o niedorzeczności używania różdżki magicznej, i ogłoszono w dziennikach następującą rezolucję:

„Niemieckie zakłady geologiczne krajowe miały od wielu lat na oku działalność wędrownych wróżbiarzy z różdżką magiczną i badali ją starannie; badano również rzekome szczególne uzdolnienie tych wróżbiarzy pod względem teoretycznym i praktycznym. Dochodzenia wykazały, że użycie różdżki magicznej nie ma żadnej wartości ani w Niemczech ani też w koloniach niemieckich. Krajowe zakłady geologiczne ostrzegają przeto publiczność przed zasięganiem rady i pomocy u wędrownych różdżkarzy, zalecają zaś najusilniej, aby publiczność w sprawie wykrywania wody i innych skarbów podziemnych zawsze udawała się o radę i pomoc tylko do geologów i hydrologów naukowo i praktycznie wykształconych”.

Dr. F. W. (Wilkoosz) *Zwalczanie przesądu różdżki magicznej. Wszechświat* 1912, 31, 493 (14 VII)

MNIEJ ZNANA ANDALUZJA – PARK NARODOWY DOÑANA

Tomasz Rewicz, Tomasz Mamos (Łódź)

Park Narodowy Doñana jest jednym z najważniejszych obszarów wodno-błotnych w Europie. Utworzony został w 1969 roku i jest największy z 14 parków narodowych w Hiszpanii. Znajduje się w południowo-zachodniej części kraju w prowincjach Huelva i Sewilla. Zajmuje obszar 54252 ha i stanowi mozaikę bagien, słonawisk, wydm, lasów oraz piaszczystych plaż. Sercem parku jest ujście rzeki Gwadalkiwir. Ogromna powierzchnia mokradeł i ich położenie czynią je dogodnym miejscem odpoczynku dla tysięcy migrujących ptaków z całej zachodniej części Palearktyki. W 1982 r. został objęty Konwencją Ramsarską, a w 1994 r. wpisany został na Listę Światowego Dziedzictwa Przyrodniczego Ludzkości UNESCO. Podobny obszar co Park Narodowy zajmuje przylegający do niego teren, również objęty ochroną (Natural Park). Stanowi on naturalną strefę buforową i obejmuje bardzo cenne przyrodniczo obszary. Ochrona jest tutaj mniej restrykcyjna i możliwe jest indywidualne zwiedzanie. Dążąc do efektywnej ochrony i zarządzania, w 2007 r. podjęto decyzję o wspólnym zarządzaniu tymi dwoma jednostkami ochrony (jako Doñana Natural Site).



Ryc. 1. Lokalizacja i logo parku.

Ludzie dostrzegali szczególny charakter tego obszaru od wieków. Na terenie parku znaleziono przedmioty świadczące o obecności Rzymian, a także wcześniejszych kultur Etrusków, Fenicjan i Greków. Ciekawa jest etymologia nazwy parku, która sięga XVI w. Siódmy diuk Medina Sidonia, Don Alonso Pereza de Guzman, był właścicielem tych ziem i miejscowości Almonte. Poślubił kobietę, która nazywała się Ana de Silva y Mendoza. Zamieszkała ona w dworze łowieckim, który mąż wybudował dla niej

na terenie dzisiejszego parku. Od tego okresu zaczęto ten rejon nazywać Coto (hiszp. teren łowiecki) Doña (hiszp. pani) Ana, co przekształciło się w Doñana. Bogactwo faunistyczne powodowało, iż bardzo często urządzano tutaj polowania dla możnowładców. Regularne polowania urządzane były dla króla Filipa IV, Filipa V oraz Alfonsa XII, nie wspominając już o notablach niższego rzędu.



Ryc. 2. Ujście rzeki Gwadalkiwir. Fot. A. Jażdżewska.

Regularne osadnictwo było utrudnione ze względu na okresowe zalewanie ogromnych obszarów delty Gwadalkiwir. Eksploatowane było natomiast największe bogactwo tego terenu, czyli dzikie zwierzęta. Nadmierne polowania były jednym z największych zagrożeń dla ekosystemu. Warto wspomnieć o wytrzebieniu wilków – ostatni osobnik zastrzelony został w 1951 r. Objęcie terenu ochroną poprawiło znacznie tę sytuację, jednak wciąż zdarzają się przypadki kłusownictwa. Obecność strażników parkowych pozwala ograniczać ten nielegalny proceder. Osuszenie części mokradeł pozwoliło uzyskać żyzne ziemie uprawne, ale zmniejszyło obszar dostępny dla dzikiej przyrody. Obecnie mokradła i tereny zalewowe ograniczone są do obszaru parku i otuliny, a pozostałe tereny wykorzystywane są rolniczo i do hodowli bydła. Rozwój kurortu Matalascanas na wybrzeżu jest uzależniony od dopływu turystów. W celu zapewnienia im dogodnego dojazdu wybudowano drogę szybkiego ruchu przecinającą tereny parku. Niestety pod kołami samochodów ginie bardzo wiele zwierząt, w tym wyjątkowo cenne, endemiczne dla Półwyspu Iberyjskiego, rysie iberyjskie (*Lynx pardinus*). Biorąc pod uwagę niewielką liczebność populacji tego kota,

strata każdego osobnika jest dotkliwa. Przyroda tego terenu musiała zmierzyć się z bardzo poważną katastrofą naturalną znaną jako „Guadamar Disaster”. 25 kwietnia 1998 r. doszło do pęknięcia wałów w przy-



Ryc. 3. Wycieczkę po parku odbywamy w terenowych autobusach. Fot. M. Grabowski.

kopalnianym osadniku. Momentalnie uwolnionych zostało 4–5 mln m³ szlamu i skażonej wody. Mieszanka o kwaśnym odczynie i dużym stężeniu metali ciężkich była zabójcza dla przyrody. Fala powodziowa błyskawicznie dotarła do rzeki Agrio, a z niej do Guadamar. Po pokonaniu kilkudziesięciu kilometrów zanieczyszczenia dotarły na tereny parku i do rzeki Gwadalkiwir. Toksyczny osad pokrył ponad 4,5 tys. ha mokradel i uśmiercił większość organizmów żyjących w rzekach. Usuwanie skutków tej katastrofy pochłonęło ok 240 mln euro i trwa do chwili obecnej. Usunięto ogromne ilości skażonej ziemi i wprowadzono programy rekultywacyjne. Pomimo podjętych działań 3 tys. ha gruntów wciąż objętych jest zakazem prowadzenia na nich wszelkiej działalności.



Ryc. 4. Na plaży czekają na nas ostrygocjady (*Haematopus ostralegus*) i mewy żółtonogie (*Larus fuscus*). Fot. M. Grabowski.

Flora i fauna parku

Mozaikowy charakter parku jest wypadkową trzech elementów kształtujących jego charakter – wiatru,

piasku i wody. Nawiewany przez południowo-zachodnie wiatry piasek z atlantyckich plaż uformował pas wydm, które ustawione są w równoległą do oceanu barierę. Wędrują one z prędkością 4–6 metrów rocznie w głąb kontynentu. W obniżeniu terenu ograniczonym wydmami z jednej i nurtem rzeki z drugiej strony powstały rozległe mokradła. Największe rozmiary osiągają one podczas zimowych deszczy. Wiosną pokrywają się bujną roślinnością i stają się spichlerzem dla większości zwierząt zamieszkujących park. W skład szuwarów wchodzi liczni przedstawiciele rodziny sitowatych (np. *Juncus pygmaeus*, *J. maritimus*), turzycowatych (np. *Scirpus pseudosetaceus*), jak również dobrze nam znana trzcina pospolita (*Phragmites australis*). Doskonałe warunki do rozwoju mają również rośliny pływające takie jak rzęsa garbata (*Lemna gibba*), wOLFIA bezkorzeniowa (*Wolffia arrhiza*) czy żabiściek pływający (*Hydrocharis morsus-ranae*). Obszary położone wyżej, gdzie nie



Ryc. 5. Pinie (*Pinus pinea*) porastające wydmy. Fot. M. Grabowski.

docierają rozlewiska pokrywają głównie rośliny krzewiaste. Bardzo liczne są jałowce (*Juniperus sabina*, *J. macrocarpa*), posiadające barwne kwiaty oleandry pospolite (*Nerium oleander*), czy tamaryszki francuskie (*Tamarix gallica*). Podczas suchych, słonecznych dni możemy się przekonać jak wiele tutejszych roślin posiada olejki eteryczne. Wśród nich możemy wymienić wyjątkowo aromatyczny rozmaryn lekarski (*Rosmarinus officinalis*) oraz macierzankę tymianek (*Thymus vulgaris*). Ponadto możemy znaleźć dzikie populacje mirtu zwyczajnego (*Myrtus communis*), którego olejki eteryczne szeroko wykorzystywane są w przemyśle kosmetycznym. Równie szerokie zastosowanie ma mastyks – żywica pozyskiwana z pistacji kleistej (*Pistacia lentiscus*). W północnej części parku znajdują się lasy z dużym udziałem dębu korkowego (*Quercus suber*). Szeroko rozpowszechniona sosna pinia (*Pinus pinea*) jest w znacznym stopniu pozostałością po plantacjach założonych w XVIII w. Jej twarde drewno było wykorzystywane na masową

skale do budowy statków i okrętów. Również w celu pozyskania surowca dla przemysłu sprowadzony został w te rejony z Antypodów eukaliptus kamedulski (*Eucalyptus camaldulensis*). Obecnie jest to gatunek szeroko rozpowszechniony w całym basenie Morza Śródziemnego.



Ryc. 6. Na wilgotnym terenie polują czaple żółte (*Bubulcus ibis*). Fot. M. Grabowski.

Park Narodowy Doñana uznawany jest obok delty Dunaju i Parku Narodowego Aszkal za jeden z najważniejszych obszarów wodno błotnych zachodniej Półkuli. Stwarza znakomite warunki do bytowania i rozwoju dla wielu gatunków zwierząt. Jednak tym co przyciąga największą liczbę turystów do tego miejsca jest bogactwo awifauny. Na terenie parku zaobserwowano około 360 gatunków ptaków. Z czego aż 275 odnotowywanych jest regularnie. Podczas migracji sezonowych można zaobserwować na tym względnie niewielkim terenie nawet do 6 mln ptaków. Na mokradłach możemy obserwować ogromne stada gęgaw (*Anser anser*) oraz kaczek, wśród których wymienić można: cyraneczkę (*Anas crecca*), świstuna (*Anas penelope*), płaskonosa (*Anas clypeata*), rożeń-



Ryc. 7. Daniel (*Dama dama*) introdukowany w XX w. szybko powiększył populację. Fot. A. Jażdżewska.

ca (*Anas acuta*), krakwę (*Anas strepera*) i głowienka (*Aythya ferina*). Spośród innych ptaków wodno

błotnych możemy zaobserwować czaple białą (*Ardea alba*), czaple siwą (*Ardea cinerea*), czaple złotawą (*Bubulcus ibis*), flaminga różowego (*Phoenicopterus roseus*), bociana białego (*Ciconia ciconia*), czy warzęchę (*Platalea leucorodia*). Naszą uwagę przyciągają na pewno brodzące szablodzioby (*Recurvirostra avosetta*), szczudłaki (*Himantopus himantopus*) oraz chruściele z łyską (*Fulica atra*), kokoszką wodną (*Gallinula chloropus*) czy spektakularnie ubarwionym modrzykiem (*Porphyrio porphyrio*). Plaże pełnią ważną rolę w ekosystemie parku. Najdłuższa z nich, ciągnąca się na odcinku 35 km między kurortem Matalascanas a ujściem rzeki Gwadalkiwir jest jedną z ostatnich niezagospodarowanych przez człowieka. W tych szczególnych warunkach możemy obserwować przede wszystkim mewy: żółtonogą (*Larus fuscus*), srebrzystą (*Larus argentatus*) czy śmieszkę (*Chroicocephalus ridibundus*). Z pewnością pojawiają się również przedstawiciele siewkowatych z ostrogajadem (*Haematopus ostralegus*), piaskowcem (*Calidris alba*) czy sieweczką morską (*Charadrius ale-*



Ryc. 8. Pasące się dzikie konie (*Equus caballus*). Fot. T. Mamos.

xandrinus). Dużą uwagę przyciągają ptaki drapieżne, które licznie występują w Parku Narodowym Doñana. Największymi z nich są orzeł iberyjski (*Aquila adalberti*) i sęp kasztanowaty (*Aegypius monachus*), ponadto możemy się natknąć podczas wędrówek na orzełka włochatego (*Hieraaetus pennatus*), gadożera (*Circus gallicus*), kanię czarną (*Milvus migrans*) i rudą (*M. milvus*). Z mniejszych drapieżników liczne są błotniaki, stawowy (*Circus aeruginosus*) i łąkowy (*Circus pygargus*), oraz sokół wędrowny (*Falco peregrinus*) i pustułka (*Falco tinnunculus*). Tereny otwarte i zadrzewienia są środowiskiem życia jednych z najbardziej charakterystycznych i barwnych: sroki błękitnej (*Cyanopica cyanus*), dudka (*Upupa epops*) oraz żolny (*Merops apiaster*).

Na terenach parku żyje około 30 gatunków ssaków. Najsłynniejszym przedstawicielem tej gromady jest ryś iberyjski (*Lynx pardinus*). Raport IUCN

z 2005 szacował światową populację na 100-120 osobników z czego ok. 30 żyje na terenie parku. Daje nam to pewne wyobrażenie jak bardzo zagrożony wyginięciem jest ten gatunek. Kolejnym rzadkim zwierzęciem na które możemy się natknąć w parku jest mangusta egipska (*Herpestes ichneumon*) nazywana niekiedy szczurem faraona. Zdecydowanie łatwiej-

W PN Doñana występuje również jeden z największych europejskich węży malpolon (*Malpolon monspessulanus*). Ponadto występuje tutaj lądowy żółw śródziemnomorski (*Testudo graeca*) oraz wodne żółwie: kaspijski (*Mauremys caspica*) i błotny (*Emys orbicularis*). Wieczorami na budynkach możemy zobaczyć gekona murowego (*Tarentola mauritani-*



Ryc. 9. Wśród drzew i krzewów możemy dostrzec kameleona europejskiego (*Chamaeleo chamaeleon*). Fot. R. Jaskuła.

sze do zaobserwowania powinny być wprowadzone na te tereny w 1912 r. daniel (Dama dama), jelenie (*Cervus elaphus*), konie (*Equus caballus*), czy dziki (*Sus scrofa*). Poza rysiem drapieżniki reprezentowane są przez przedstawiciela kotowatych, którym jest żbik (*Felis silvestris*) oraz łaszowatych do których należy żeneta europejska (*Genetta genetta*).

Fauna gadów reprezentowana jest przez około 19 gatunków, wśród których możemy natknąć się

ca). Siedliska piaszczyste i suche zamieszkiwane są przez piaskarkę algierską (*Psammodromus algirus*) i hiszpańską (*P. hispanicus*). Na obszarach porośniętych przez zarośla żyje jeden z największych przedstawicieli rodzaju – jaszczurka perłowa (*Lacerta lepida*) oraz jaszczurka (*Acanthodactylus erythrurus*). Scynki reprezentowane są przez ostajnicę iberyjską (*Chalcides bedriagai*) i trójpalczastą (*C.*



Ryc. 10. Przedstawiciel batrachofauny – ropuszka krągłojęzyczna (*Discoglossus pictus*). Fot. R. Jaskuła.

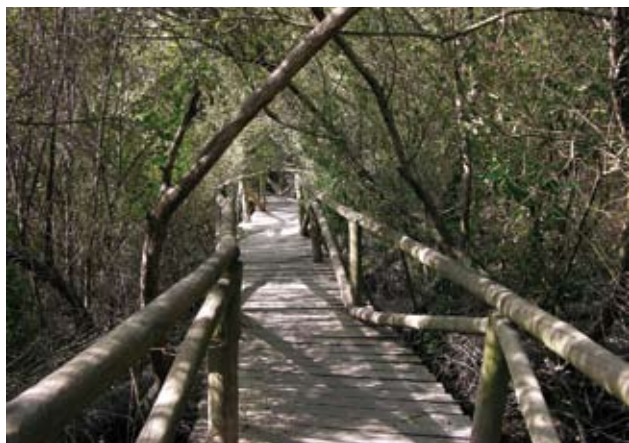
na jadowitą żmiję iberyjską (*Vipera latastei*), czy niegroźnego zaskronca żmijowego (*Natrix maura*).



Ryc. 11. Zaskroniec żmijowy (*Natrix maura*). Fot. R. Jaskuła.

chalcides). Niewątpliwie spektakularnym gadem żyjącym na obszarze parku jest trudny do zauważenia

w gąszczu roślin kameleon europejski (*Chamaeleo chamaeleon*). Fauna płazów jest reprezentowana przez 11 gatunków z 13 stwierdzonych w południowo-zachodniej Hiszpanii. Duża liczba okresowych zbiorników wodnych i terenów podmokłych wpływa na dobrą kondycję i wysoką liczebność tej grupy. Z płazów ogoniastych możemy zaobserwować traszkę karłowatą (*Triturus pygmaeus*), iberyjską (*Lissotriton boscai*) oraz marmurkową (*T. marmoratus*). Z kolei



Ryc. 12. Ścieżka przyrodnicza przy Palacio del Acebron. Fot. A. Jażdżewska.

bezogonowe są szerzej reprezentowane przez żabę pirenejską (*Pelophylax perezi*), rzekotkę śródziemnomorską (*Hyla meridionalis*), grzebiuszkę gibraltarską (*Pelobates cultripedis*), czy ropuszkę krągłojęzyczną (*Discoglossus pictus*). Występują tu również znane z polskiej fauny: ropucha szara (*Bufo bufo*) i paskówka (*B. calamita*). Wśród ryb zidentyfikowane zostało 8 gatunków i są to zarówno dobrze znane z naszych wód karp (*Cyprinus carpio*) i węgorz europejski (*Anguilla anguilla*), jak i typowe dla regionu śródziemnomorskiego karpieńczyk hiszpański (*Aphanius iberus*), czy walencja hiszpańska (*Valencia hispanica*).

Zwiedzanie oraz informacje praktyczne

Wybierając się do PN Doñana najlepiej skorzystać z drogi nr A483 z Almonte. Przed samą granicą parku znajduje się miejscowość El Rocio. Warto zatrzymać się tutaj i poczuć klimat rodem z dzikiego zachodu. Piaszczyste, przecinające się pod kątem prostym ulice, drewniane domy z których większość posiada specjalne poręcze do których można przywiązać konia. W centralnym punkcie wioski znajduje się bazylika, do której w maju pielgrzymuje nawet ponad milion osób z całego kraju. Park dostępny jest dla zwiedzających w ograniczonym zakresie. Aby móc poznać jego uroki należy udać się do znajdującego się 11 km na południe od El Rocio ośrodka Acebuche (Acebuche visitor centre). Miejsce to posiada tradycyjną hiszpańską zabudowę. Znajduje się tutaj informacja turystyczna, gdzie dodatkowo możemy nabyć bogatą literaturę na temat flory i fauny parku oraz rejonu śródziemnomorskiego. Jest tu też miejsce na piknik w którym na pewno będą nam towarzyszyć sroki błękitne (*Cyanopica cyanus*), jest to jedno z lepszych miejsc do ich obserwacji. Wokół centrum biegnie 4,5 km ścieżka turystyczna. Podążając nią możemy obejrzeć laguny oraz sosnowe lasy. W tym miejscu również można wykupić wycieczkę organizowaną w specjalnie przystosowanych do ciężkich warunków terenowych autobusach z napędem 4x4. Trwa ona ok. 4 godzin. Kolejnym punktem na naszym szlaku powinien być Palacio del Acebron. Jest to ładnie utrzymana rezydencja myśliwska z połowy XX w. W środku znajduje się wystawa na której prezentowane są zdjęcia i przedmioty związane z tradycją myśliwską, rolnictwem i hodowlą zwierząt na tym obszarze. Od parkingu biegnie półtorakilometrowa ścieżka przyrodnicza prowadząca do niewielkiego jeziora przez lasy dębu korkowego.

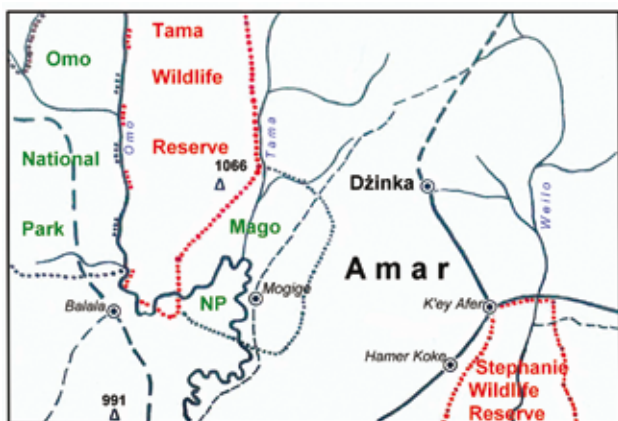
PARK NARODOWY MAGO

Krzysztof R. Mazurski (Wrocław)

Etiopia wraz z Somalią zajmują ostro wciskający się w Ocean Indyjski północno-wschodni kraniec Czarnego Łądu, zwany Rogiem Afryki. Ten pierwszy kraj, wielce osobliwy nawet jak na ten kontynent, daje się z grubsza podzielić na trzy części. Różne w nich jest środowisko przyrodnicze, różne też społeczne. Od północozachodu górzyste, powulkaniczne tereny zamieszkują chrześcijańskie od IV w. plemiona,

tworzące rdzeń narodu etiopskiego o cywilizacji zbliżonej do europejskiej. Od wschodu przylegają do nich początkowo górzyste, potem wyżynne i płaskowyżowe obszary półpustyń i pustyń (w tym słynna i groźna Pustynia Danakijska), zamieszkałe przez Arabów i plemiona zislamizowane. Narożnik południowo-zachodni, też górzysty, ale z większymi obniżeniami, to środowisko zmienne – od niegościnnych

gór przez okresowo bardzo urodzajne doliny z pięknymi lasami do półpustyń. Zamieszkuje go kilkanaście plemion negroidalnych, niekiedy w znacznym oddaleniu od współczesnej cywilizacji (i tak tu skromnej),



Ryc. 1. Lokalizacja Parku.

kontynuujących starodawny tryb życia. O niektórych mówi się, że są jedne z ostatnich w Afryce, reprezentujących przedkolonialne formy społeczne. Ukośnie przecina Etiopię potężny rów tektoniczny, ciągnący się z głębi Afryki aż po Syrię, zwany Wielkim Riftem (jego część to Rów Abisyński). Ku Morzu Czerwonemu i Zatoce Edeńskiej rozszerza się on lekko w Kotlinę Danakijską, oddzieloną od mórz Górami Danakijskimi. Pomiędzy nią a granicą z Kenią powstało kilka wielkich jezior, przyciągających osadnictwo.



Ryc. 2. Typowy krajobraz wnętrza PN Mago. Fot. Krzysztof R. Mazurski.

Mimo dużych przeobrażeń przyrody etiopskiej, spowodowanej głównie wyrębem lasów, jest ona nadal bardzo ciekawa i warta ochrony z różnych względów. Dlatego w latach sześćdziesiątych zaczęto tworzyć parki narodowe, zapewniających przetrwanie najcenniejszych jej fragmentów. Jednym z ośmiu, powołany w 1966 r., jest Park Narodowy Mago (spotyka się i nazwę Maki, jako że w Etiopii obowiązuje własny alfabet sylabiczny dla języka amharskiego, trudnego do oddania w transkrypcji łacińskiej). Leży

on 789 km na południe od Addis Abeby, 115 km na północ od Omorate przy granicy kenijskiej i 26 km na południowachód od Dżinki (Jinki), gdzie mieści się bardzo skromna siedziba dyrekcji Parku. Po zmianach w 1979 r. jego granice obejmują 2162 km² i stykają się z jeszcze większym PN Omo (4068 km²), zaś w sąsiedztwie, od wschodu rozciąga się Stephanie Wildlife Reserve, chroniący dziką zwierzynę. Za rzeką Tama, od zachodu po rzekę Omo (Gibe), funkcjonuje Tama Wildlife Reserve, zaś od południa – Murle Controlled Hunting Area oddzielona przez jezioro Dipa nad dolnym Omo, gdzie wprawdzie można polować, ale w ściśle nadzorowany sposób. W ten sposób na znacznej powierzchni przy południowej granicy Etiopii stworzono ochronną przestrzeń o dość jednolitym charakterze ekologicznym. PN Mago ma wyrównany w zasadzie kształt, wchłaniający niejako



Ryc. 3. Rzeki są brązowe nie tylko po deszczach. Fot. Krzysztof R. Mazurski.

swoiste kolano Omo, stąd rozpiętość wysokościowa jest bardzo znaczna. W szerokiej dolinie, rozwiniętej na dnie Rowu Abisyńskiego, teren posiada 450–500 m n.p.m., ale szybko stromiejące stoki uzmysławiają genezę tej potężnej formy z licznymi świadkami wulkanicznych erupcji. Za krawędzią, ku północy, wystają coraz wyższe góry sięgające w szczycie Mago 2528 m. Pomiędzy nimi ciągną się doliny i pofalowane płaskowyże. Omo to długa rzeka – wypływa w środkowej części kraju i po 760, a może 1000 km (dane są niedokładne), uchodzi do wielkiego jeziora Turkana (dawniejsze Jezioro Rudolfa). Jednym z ważniejszych dopływów jest rzeka – także o nazwie Mago. U ich ujść, właśnie przy tych dziwnych zakrętach Omo, powstały rozległe bagniska, z których największe to Neri.

Tak zróżnicowane – zwłaszcza w pionie, ukształtowanie terenu wpływa oczywiście na warunki klimatyczne w tym regionie, mimo iż leży on zaledwie 6° na północ od równika. Otóż w niższych partiach notuje się często 400 mm deszczu w ciągu roku, ale lokalnie wielkość ta tylko w porach deszczowych (jako że

pierwsza, obfitująca w opady, przypada na marzec i kwiecień, druga – nieco uboższa w nie, na październik i listopad) sięga średnio 800 mm. Nieco większe wartości notowane są w górach. W konsekwencji większość obszaru, w tym PN Mago, stanowią siedliska suche i półsuche, bogatsze w wodę jedynie w sąsiedztwie rzek. Te zaś praktycznie przez cały rok niosą wielkie masy brunatnej i czerwonej zawiesiny, pochodzącej z intensywnej denudacji laterytowych gleb, pozbawionych leśnej osłony. Warto zwrócić uwagę na rolę rzeki Omo, podobną do spełnianej przez Nil. Otóż po maksymalnych wezbraniach w sierpniu czy wrześniu rzeka ta wylewa na sąsiadujące poletka, pozostawiając na nich żyzny namul. Ostatnie lata przynoszą wszelako poważne zakłócenia w tym naturalnym rytmie przyrody. Coraz częstsze, dłuższe i głębsze susze powodują bardzo nikły przybór wody w Omo, przez co grunty uprawne nie tylko nie są użyźniane, ale brakuje dla nich wody. Żyjące tu plemię Mursi ma coraz większe problemy z wyżywieniem się, okoliczna sawanna stopniowo zmienia się w półpustynię i pustynię, nie mogąc z kolei zapewnić utrzymania bydła. Coraz mniej wody jest także w jeziorze Turkana.



Ryc. 4. Akacja Farnesa. Fot. Krzysztof R. Mazurski.

Konsekwencją przedstawionych komponentów abiotycznych miejscowego środowiska przyrodniczego jest wykształcenie się odpowiednich zespołów roślinnych. Nad rzekami i w ich dolinach zachowały się jeszcze rozległe lasy, noszące charakter pierwotnych. Ich większe skupiska rosną głównie wzdłuż Omo, Mago i Neri. Są też zespoły hydrofilne, zwłaszcza wzdłuż dolnego Mago i wokół Dipa, przede wszystkim typu bagiennego. Na nieco wyższych i bardziej wyrównanych terenach wykształciły się zespoły sawannowe, zwykle parkowe lub krzaczaste, zajmujące około 9% powierzchni Parku. Najpowszechniejszym drzewem, niekiedy w sporych i gęstych skupieniach, jest akacja, przez co teren przypomina bardzo sawannę wschodnioafrykańską. Wśród kilku jej gatunków

w górach rzuca się w oczy akacja Farnesa, zwana też mimożółtą (*Acacia farnesiana*). Stoki wzniesień zajęte są przez roślinność krzaczastą o różnym stopniu zwartości.



Ryc. 5. Pasące się przy drodze diki. Fot. Krzysztof R. Mazurski.

Stosownie do szerokości geograficznej i kontynentu przedstawia się skład miejscowej fauny. W Parku, zwłaszcza w jego południowo-zachodniej części żyją słonie (obecnie około 200 sztuk), choć ich populacja mocno zmalała wskutek zmian środowiska i polowań, w dużej mierze kłusowniczych. Podobnie jest z pogłowiem bawołów, których stada jeszcze nie tak dawno dochodziły do 1000 sztuk, a dziś szacowane są najwyżej na 400. Z innych większych ssaków, które też trudno spotkać, należy wymienić zebry i żyrafy – tych drugich obserwuje się dwa podgatunki: bardziej na zachód żyje tzw. żyrafa właściwa (*Giraffa camelopardalis camelopardalis*), bardziej zaś na południe – żyrafa siatkowana (*Giraffa camelopardalis reticulata*). Przy okazji warto wspomnieć o drugiej części nazwy gatunkowej, która powstała z połączenia słów *camelus* (wielbłąd) i *panthera* (lampart). Swojego czasu uważano bowiem na serio, że żyrafa



Ryc. 6. Wioska Mursi. Fot. Krzysztof R. Mazurski.

powstała ze skrzyżowania tych jakże odległych genetycznie gatunków! Lampart miał tu wnieść owe

plamiste ubarwienie. Typowo afrykański zestaw sawannowy tworzą ponadto takie gatunki, jak lew, lampart, gepard i szakal. Lasy i ich obrzeża są ostoją kilku gatunków małp, jak choćby dość powszech-

(*Cossypha niveicapilla*), sułtanka afrykańska (*Porphyrio alleni*) czy sierpodudek kenijski (*Phoeniculus damarensis*). Z brodzących wyróżnia się czapla zielona (*Butorides stratus*), w trawiastych siedliskach by-



Ryc. 7. Coraz częściej kobiety Mursi nie poddają się zwyczajowi rozszczepiania wargi. Fot. Krzysztof R. Mazurski.

nych koczkodanów i pawianów. Trzeba tu koniecznie wspomnieć o malowniczych małpach o nazwie gereza abisyńska (*Colobus guereza*). Jest to jeden z gatunków wąskonosych z rodziny makakowatych, posiadający ciemne uwłosienie z jakby białą peleryną po bokach i podobne kolorystycznie ubarwienie wokół twarzy. Właśnie z tego względu gerezy były i niekiedy są nadal chętnie chwytane, zwłaszcza przez Masajów, przez co narażone są na wyginiecie. Spowodowało to umieszczenie ich w Czerwonej Księdze Gatunków Zagrożonych. Chętnie zabijana, ale dzięki znacznej rozrodczości niezbyt zagrożona jest maleńka antylopa dik, zwana też dikdik Kirka (*Madoqua kirkii*), osiągająca zaledwie 30-40 cm wzrostu, najchętniej zamieszkująca suchy busz.

O wiele ciekawszy jest świat ornitofauny, obejmujący wiele gatunków endemicznych, przy tym barwnych i ciekawych pod względem życia. Żyją one przede wszystkim w strefach przybrzeżnych i dolinnych lasach. Można tu wymienić choćby gatunki o tak egzotycznych nazwach, jak złotokos siwogłowy

tuje astryd szary (*Estrilda troglodytes*), a nad rzekami – pijawnik egipski (*Pluvianus aegypticus*). Wokół jeziora Dipa zamieszkał niezwykle rzadki tymal łuskogardły (*Turdoides tenebrosus*). Do szczęśliwców mogą zaliczać się ci, którzy zobaczą rybiarkę dużą (*Scotopelia peli*), należącą do rodziny puszczykowatych (*Strigidae*).

Jednakże nie przyroda – ciekawa i oryginalna oraz piękne krajobrazy, przyciągają turystów. Tym magnesem, używając trudnego do zaakceptowania, a modnego dziś terminu *produktem*, jest lud Mursi. Został on odkryty w latach siedemdziesiątych XX w. i nadal zalicza się do niezwykle izolowanych i nie zmienionych cywilizacją zachodnią. Wraz z kilkunastoma innymi plemionami żyjącymi w pobliżu granicy z Kenią, używającymi własnych języków, (administracyjnie obejmuje ich Southern Nations, Nationalities and People's Region – Region Południowych Narodów, Narodowości i Ludów) różnią się one wyraźnie od północnych Etiopczyków. „Magnesem” stosowanym w reklamie turystycznej są kobiety, ale nie ze

względu na urodę, ale raczej na jej brak z powodu... swoistej ozdoby, jaką są gliniane krążki – sięgające nawet 35 cm średnicy, umieszczane w dolnej wardze! Wedle własnej tradycji gdzieś w XVI w. mieszkające wtedy na południu Sudanu plemię starało się ochronić kobiety przez zaborem ze strony innych, stąd dla wyróżnienia czy oszpecenia zaczęto dziewczętom umieszczać w wardze początkowo patyczki, które z czasem, a potem i ich wiekiem, zaczęły być zastępowane coraz większymi krążkami. Plemię przeszło w ostatnich latach ciężkie chwile – nie dość, że żyje koczowniczo z mizernymi stadami bydła, to jeszcze po ustanowieniu parku narodowego starano się ich stamtąd wysiedlić. Ilość Mursi (albo Murzu) szacuje się od 3,5 do 7,5 tys., kilkuset z nich zeszło do pobliskich wieloetnicznych już osad. Wizyta u Mursi nie należała do przyjemnych mimo uprzedzenia o tym. Dość nieswojo już można się czuć w asyście uzbrojonych strażników parku, ale napotykanie czujki plemienne – nadzy wojownicy z kałasznikowami – zmieniały nastawienie. Gruntową drogą trzeba zapuścić się daleko od Dżinki, potem jeszcze długo iść przez busz i na skraju wioski, obejmującej kilkanaście, czasami więcej, chat z gałęzi i patyków, negocjować warunki fotografowania. Taryfa zresztą jest niemal identyczna w całej Etiopii: 1 birr (około 20 gr) od dziecka, 5 birr od dorosłego, niekiedy tylko od pstryknięcia. Nie to jednak jest najgorsze. Zdarzają się kradzieże drobnych rzeczy, sprzętu fotograficznego, a fama głosi, że podobno były przypadki zdzierania wręcz odzieży. Dokuczliwe jest natomiast natręctwo – każdy żąda



Ryc. 8. Kobieta Mursi z wargowym krążkiem. Fot. Krzysztof R. Mazurski.

wręcz, by zrobić mu zdjęcie (by uzyskać opłatę), albo co najmniej dać pieniądze. Świadomość, że to właśnie biali turyści do tego doprowadzili, niewiele pomaga. Uciekaliśmy po kwadransie, woląc rozglądać się po krajobrazach i za zwierzętami. Tak czy inaczej, Mursi również należą do środowiska.

MAZURSKIE PRZYDROŻNE ALEJE I KAPLICZKI

Maria Olszowska (Mrągowo)

Każdy region świata ma swój charakterystyczny i niepowtarzalny krajobraz. O wyjątkowości mazurskiego krajobrazu świadczy nie tylko polodowcowa rzeźba terenu, ale też lasy, rozległe pola, łąki i kręte drogi, które prowadzą nas po pagórkach między jeziorami. Wiele z tych dróg ma do dziś dawny przebieg, sięgający minionych wieków. W krajobraz mazurskiego regionu wpisane są piękne przydrożne aleje ze starymi jesionami, lipami, klonami, dębami, wierzbami lub kasztanowcami (Ryc. 1, 2). To jedna z najpiękniejszych pamiątek po dawnych mieszkańcach. Drzewa sadzone były zgodnie z pruską tradycją przy krawędzi dróg, stanowiąc ich obramowanie i tworząc wspaniałe tunele, chroniące podróżnych przed słońcem, deszczem lub śniegiem. Jak niegdyś, tak i dzisiaj ich korony są domem dla wielu gatunków

ptaków i owadów, a dziuple i zakamarki kory kryjówkami nietoperzy. Wiele z przydrożnych drzew ma



Ryc. 1. Aleja kwitnących kasztanowców. Mrągowo. Fot. M. Olszowska.

swoją historię, bowiem ci, którzy je sadzili, często umieszczali pod nimi cenne rodzinne pamiątki. To już zapomniany mazurski zwyczaj. Pnie przydrożnych drzew to także siedlisko różnogatunkowych porostów, które pokrywają je grubym kożuchem. Są wśród nich brodaczki i porosty listkowate najbardziej wrażliwe na skażenie powietrza atmosferycznego dwutlenkiem siarki. Ich obecność tutaj świadczy o tym, że obszar Mazur pozostaje pod nieznacznym tylko wpływem zanieczyszczonego powietrza.



Ryc. 2. Mazurska aleja zimą. Szestno. Fot. M. Olszowska.

Niektóre przydrożne aleje to pomniki przyrody. Do słynnych mostów w Stańczykach prowadzi turystów piękna pomnikowa aleja z jarząbem szwedzkim, zaś mieszkańcy Giżycka mogą spacerować w cieniu za- bytkowej alei lipowej w parku miejskim (Ryc. 3).



Ryc. 3. Pomnikowa aleja lipowa w jesieni. Giżycko. Fot. M. Olszowska.

Pośród przydrożnych drzew, na rozstajach dróg, koło domów we wsiach stoją kapliczki. „Święte obrazy” lub świątki umieszczone w niszach, usadowionych na pniach lub na murowanych cokołach. Niektóre wyrzeźbione wprost w martwym drzewie. Podróżnym wskazywały drogę, chroniły domy przed nieszczęściami, utwierdzały w wierze, upamiętniały ważne wydarzenia. Stawiane były również jako wota

dziękczynne za łaskę uzdrowienia. Na katolickiej Warmii spotkamy ich znacznie więcej niż na protestanckich Mazurach, bo Mazurzy będąc w większości wiernymi kościoła ewangelickiego, nie budowali kapliczek. Tylko mniejszość Mazurów była katolikami. Obecnie wyznawców religii katolickiej jest na Mazurach znacznie więcej i pojawiły się współczesne kapliczki, równie piękne, jak te dawniejsze (Ryc. 4).



Ryc. 4. Kapliczka współczesna. Mrągowo. Fot. M. Olszowska.

Kapliczki to także część historii regionu, czasem cenny zabytek kultury. Tak, jak barokowe kapliczki różańcowe przy pielgrzymkowym trakcie łączącym dwie średniowieczne miejscowości: warmiński katolicki Reszel z mazurską Świętą Lipką – katolickim miejscem pielgrzymek związanych z kultem maryjnym. Droga ta ma długość około sześciu kilometrów i po obu jej stronach pośród starych pomnikowych lip stoi piętnaście podobnej wielkości



Ryc. 5. Jedna z kapliczek drogi różańcowej z płaskorzeźbą. Święta Lipka. Fot. M. Olszowska.

kapliczek, otynkowanych na biało. Kapliczki wpisane są do rejestru zabytków. Zbudowano je w latach 1733–1735. Od frontu w korpusie każdej z nich znajduje się nisza, w której umieszczona jest płaskorzeźba, obrazująca jedną ze stacji drogi krzyżowej. Frontony wyposażono w pilastry. Każda kapliczka zakończona jest trójstopniowym gzymsem a całość przykryta dachówką ceramiczną i zwieńczona żelaznym krzyżem

z chorągiewką (Ryc. 5). Niestety tylko część kapliczek zachowała się do dziś w dobrym stanie.

Przydrożne aleje z kapliczkami są interesującym przykładem połączenia krajobrazu kulturowego, stworzonego przez człowieka z naturalnym krajobrazem, który stworzyła sama natura. Pięknie wtopione w mazurski pejzaż są jego ozdobą i historią zapisaną w ten niezwykle sposób.

NA TROPIE CUDU NATURY

Maria Olszowska (Mrągowo)

Mazury wzięły udział w światowym konkursie na 7 Nowych Cudów Natury, ogłoszonym przez szwajcarską fundację „New 7 Wonders”. Były jedyną kandydaturą w swojej kategorii – krajobrazy i formacje polodowcowe. Mazurska kraina będąc w finale, zo-

Kto przebywa na Mazurach, może poczuć się odkrywcą osobliwości natury, których tu nie brakuje. Nasuwający się plejstoceni lodowiec kontynentalny pięknie sfałdował mazurski teren (Ryc. 1). Usypał pagórkowate kemy i sandry, różniące się kształtem



Ryc. 1. Falisty teren Mazur wczesną wiosną. Kiersztanowo. Fot. M. Olszowska.

stała tym samym uznana za jeden z najpiękniejszych światowych cudów natury. To jest wielki sukces naszego regionu i ludzi zaangażowanych w kampanię promocyjną, która okazała się bardzo skuteczna. Mazury w krótkim czasie stały się jedną z najlepiej rozpoznawalnych w świecie polskich marek. W maju bieżącego roku odwiedzili nas dziennikarze japońskiej telewizji. O regionie dowiedzieli się dzięki kampanii. Zachwyceni urodą tego zakątka przygotowali dokumentalny film o mazurskim krajobrazie.

i materiałem budulcowym. Pozostawił w pejzażu ciągi morenowych wzgórz, sięgające niekiedy trzystu metrów n.p.m., długie wały zwane ozami, jeziora rynnowe i morenowe (Ryc. 2, 3) oraz liczne głazowiska (Ryc. 4). Niektóre mazurskie rzeki i potoki żłobiąc swoje koryta w wysokich wzniesieniach, przecinały je, tworząc urokliwe wąwozy (Ryc. 5). Mazurski polodowcowy krajobraz dopełniają lasy o charakterze tajgi. Są utworzone są przez bory sosnowo-świerkowe z dużym udziałem drzew i krzewów liściastych.

Pnie drzew pokrywa gęsty kożuch porostów i mchów. Liczne są zagajniki, kępy drzew i zadrzewienia śródpolne. Duże połacie terenu zajmuje roślinność torfowiskowa oraz błotna. Mazurską faunę stanowią różnorodne gatunki bezkręgowców, szczególnie owadów. Kręgowce są reprezentowane przez wiele gatunków ryb, płazów, gadów, ptaków i ssaków. Ma-



Ryc. 2. Rynnowe jezioro Juksty. Fot. M. Olszowska.

zury nazywane są „ptasim rajem”. W skład awifauny wchodzi gatunki ptactwa leśnego, błotnego, jeziornego i łąkowego. Znaczna część ptaków prowadzi tu życie osiadłe. Pojawiające się licznie ptaki przelotowe zdają się przypominać, że Mazury to także ich kraina, bo właśnie w niej znajdują dla siebie odpowiednie warunki do żerowania i odbycia godów.



Ryc. 3. Morenowe jezioro Niegocin. Fot. M. Olszowska.

Wizytówką regionu jest kormoran (*Phalacrocorax carbo*). Ten ciemno ubarwiony łowca patroluje taflę jeziora w poszukiwaniu potencjalnej zdobyczy. Żywi się niemal wyłącznie rybami. Pod wodą porusza się jedynie za pomocą kończyn tylnych. Jego pióra nasiakają wodą, co powoduje, że ptak może nurkować głębiej niż inne ptaki wodne i pozostawać pod powierzchnią wody nawet przez minutę. Częstym widokiem na jeziorach są kormorany suszące swoje skrzydła (Ryc. 6). Ptaki odlatują od nas pod koniec lata.

Nieodłączną częścią panoramy Krainy Tysiąca Jezior są łabędzie nieme (*Cygnus olor*). Któż nie zna

tych pięknych ptaków. Startujące do lotu przypominają samoloty, zaś spokojnie pływające po wodzie wyglądają niczym znaki zapytania. Łabędzie odznaczają się sylwetką pełną gracji, którą cechuje zaokrąglona głowa, esowato wygięta szyja, długie sterówki i skrzydła uniesione na kształt żagli. Łabędzie pary są



Ryc. 4. Leśne głazowisko. Rosocha. Fot. M. Olszowska.

symbolem wierności. Nie zmienia tego nawet śmierć jednego z partnerów. Pływają całymi rodzinami. Chętnie przebywają w pobliżu turystów, żeglarzy i ich jachtów (Ryc. 7), korzystając z darmowego dokarmiania. Niestety część z nich tak przyzwyczaja się do ludzkiej opieki, że nie odlatuje na zimę.



Ryc. 5. Wąwóz Polski. Mrągowo. Fot. M. Olszowska.

Ozdobą mazurskich akwenów są pojawiające się w kwietniu populacje perkoza dwuczubego (*Podiceps cristatus*), największego przedstawiciela rzędu perkozów w Polsce. Ptaki te w szacie godowej wyróżniają czarne pęczki piór na szczycie głowy oraz rdzawo-czarna kryza wokół szyi (Ryc. 8). Podobnie jak łabędzie nieme są monogamiczne. Ptaki te są wdzięcznym obiektem łatwych do prowadzenia przyrodniczych obserwacji, bo gniazdują w niezbyt gęstych szuwarach. Polując na ryby, nurkują na znaczną głębokość. W przypadku zagrożenia gwałtownie

znikają pod wodą. Odlatują od nas w październiku ale przy dobrej jesiennej pogodzie spotkać je można jeszcze w listopadzie.



Ryc. 6. Kormoran-wizytówka Mazur. Giżycko. Fot. M. Olszowska.

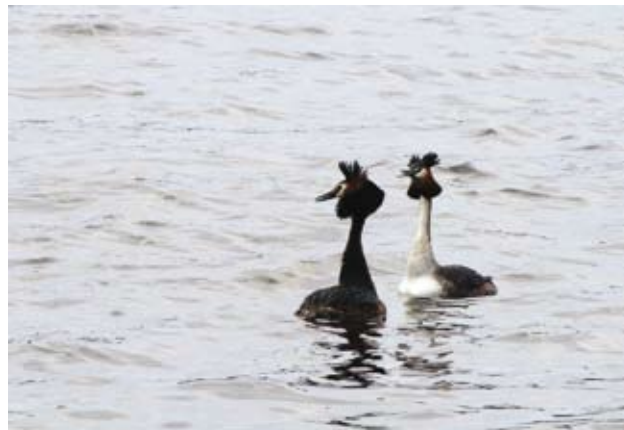
Na miano symbolu Mazur bez wątpienia zasługuje bocian biały (*Ciconia ciconia*), uważany za zwiastuna wiosny i ptaka, który przynosi ludziom szczęście. Bywa, że bociany pojawiają się, gdy pola przyprószone są jeszcze śniegiem. Największe w Europie zagęszczenie bocianich gniazd znajduje się w mazurskiej wiosce Żywkowo. Gniazda tych ptaków zobaczymy na dachach domów, stodół, na drzewach



Ryc. 7. Łabędzie często przebywają w pobliżu jachtów. Mikołajki. Fot. M. Olszowska.

i słupach energetycznych (Ryc. 9), z których wiosną dochodzi głośnie klekotanie. Samce klekocą i odchylają naprzemiennie głowę do tyłu i do przodu, w ten sposób wabiąc samice do zajętego gniazda. Klekot wydawany w duecie przez ptaki obu płci jest częścią ich godowego rytuału. We wsi znajduje się wieża widokowa, która umożliwia podglądanie ptaków w gnieździe. W logo Mazurskiego Parku Krajobrazowego zobaczymy tego właśnie pięknego ptaka. Bociany, które z różnych przyczyn nie mogły odlecieć na zimę, mają zapewnioną opiekę w przygotowanej dla nich przechowalni, funkcjonującej przy siedzibie MPK w Krutyni.

Podziw każdego obserwatora przyrody wzbudzą żurawie (*Grus grus*) zarówno z powodu wydawanego głosu jak też imponującego wyglądu. Są to duże,



Ryc. 8. Perkoz dwczuby w czasie godów. Mrągowo. Fot. M. Olszowska.

eleganckie ptaki, posiadające długie nogi, smukłą, długą i giętą szyję. Żuraw ma szaro-białe upierzenie z brązowym odcieniem na wierzchu ciała a głowę z wyraźną czerwoną plamą. Charakterystyczny dla tego gatunku jest zwisający z tyłu pióropusz, utworzony przez wyrastające najbliżej nasady skrzydeł lotki trzeciorzędowe (Ryc. 10). Widowskie są ich toki w czasie których osobniki wykonują charak-



Ryc. 9. Bociany białe licznie odwiedzają Mazury. Fot. M. Olszowska.

terystyczny taniec, podskakując i kłaniając się sobie z rozpostartymi płasko skrzydłami. Żurawie żywią się przede wszystkim nasionami, zielonymi częściami roślin, dżdżownicami oraz ślimakami. W połowie kwietnia w naziemnych gniazdach zbudowanych ze zbutwiałych roślin samice składają przeważnie dwa jaja. Głośny żurawi klangor słyszymy głównie na wiosnę, gdy ptaki dobierają się w pary i jesienią, gdy klucze tych odlatujących ptaków pojawią się na wrześnieowym niebie.

Na Mazurach żyje wiele ptaków drapieżnych. Na świeżo skoszonej łące zaobserwujemy orlika krzykliwego (*Aquila pomarina*), poszukującego tutaj gryzoni,

plazów i gadów (Ryc. 11), które stanowią główny składnik jego menu. Drapieżnik nie gardzi też mięczakami i innymi drobnymi bezkręgowcami. Jego ciało jest brązowe, matowe z kontrastującymi ciemniejszymi lotkami i sterówkami. Pojawia się na Mazurach od kwietnia do października. Na zimowiska odlatuje pojedynczo. Polska Czerwona Księga określa go jako gatunek wymagający szczególnej uwagi przyrodników.



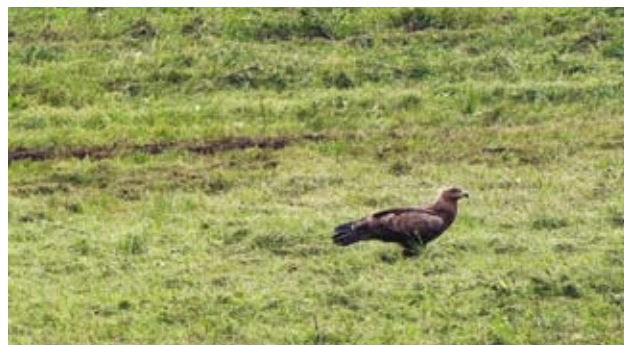
Ryc. 10. Na świeżo zaoranych polach żerują piękne żurawie. Mrągowo. Fot. M. Olszowska.

Swoim majestatycznym lotem nad wodami jezior zachwyci nas bielik zwyczajny (*Haliaeetus albicilla*). Dorosłego osobnika można łatwo rozpoznać po jasnej głowie i białym ogonie (Ryc. 12). Ptak poluje w pojedynkę. Żywi się rybami, ptakami wodnymi a niekiedy nawet padliną. Jest monogamiczny. Polskie bieliki są ptakami osiadłymi. Polska północno-wschodnia jest drugim co do liczebności obszarem jego występowania w Polsce.

Jeżeli nad polami i łąkami usłyszymy przeciągłe, miauczące hije, hije, hije..., z pewnością zaobserwujemy krążącego lotem szybowcowym myszołowa zwyczajnego (*Buteo buteo*). To jeden z najczęściej spotykanych na Mazurach ptaków szponiastych. Wyróżnia się dużą zmiennością ubarwienia. Najczęściej spotyka się osobniki brązowe z podkowiastą plamą na piersi. Gdy ptak wypatrzy zdobycz, pikuje na nią błyskawicznie i łapie na ziemi. Myszołów często wysiada na słupku ogrodzeniowym, na stogu siana czy na drzewie rosnącym przy drodze. Ptak nie reaguje na przejeżdżające obok samochody. Niektóre osobniki pozostają u nas na zimę, inne we wrześniu odlatują na tereny południowo-zachodniej Europy.

Mazury zwyciężyły w rankingu najpopularniejszych atrakcji turystycznych polskiej „Ściany Wschodniej”. Była to dwuletnia ogólnopolska kampania informacyjna

„Piękny Wschód”, którą prowadziła Polska Organizacja Turystyczna. Na drugim miejscu znalazły się Bieszczady zaś na trzecim Warmia. Mazury od zawsze przyciągały naukowców ze względu na wyjątkową aurę dzikości i niezwykle bogactwo przyrody. Malownicza sceneria polodowcowego krajobrazu, zmieniającego swoje barwy zgodnie z porami roku, wzbudza podziw fotografów i artystów. Do odwiedzania mazurskiej krainy zachęcają lasy pełne grzybów



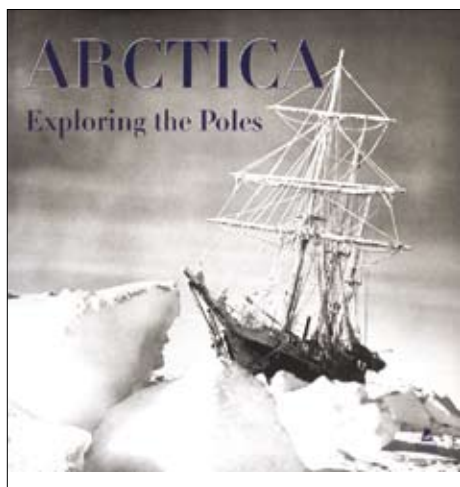
Ryc. 11. Na skoszzonej łące orlik krzykliwy poszukuje pokarmu. Woźnice. Fot. M. Olszowska.

i czyste powietrze pachnące wiatrem. Mazury zachwycają jeziorami, rzekami, kanałami i śluzami, które połączone z sobą tworzą gigantyczną sieć wodną. Kraina jezior i lasów jest mekką dla wodniaków, którzy są nią zauroczeni. Żeglarze przybywają tu co roku. Czy jest to sprawka Czarodziejki Jezior? Kto to wie.... Według dawnej pruskiej legendy Czarodziejka pływa po mazurskich jeziorach w łódeczce z liścia olchy i tka pajęczę nitki. Oplątuje nimi serca przybyszy, aby pamiętali o tym wyjątkowym zakątku Polski i ciągle tu wracali. Może właśnie oni spełniając swoje marzenia, ruszą nieznanym tropem, aby odkrywać kolejne cuda mazurskiej ziemi.



Ryc. 12. Bielik zwyczajny nad jeziorem Beldany. Fot. M. Olszowska.

Yves de Chazournes: **Arctica. Exploring the poles.** Éditions Place de Victoires, Paris, 2010, 567 str., ponad 450 czarno-białych i kolorowych fotografii, szkiców, rysunków, map i dokumentów. Twarda oprawa, format 29,8 × 29,8 cm. Cena: 159.99 PLN. ISBN: 978-2-8099-0254-9.



Zajmujące olbrzymie przestrzenie wokół obu biegunów Ziemi obszary polarne najdłużej opierały się odkrywczym zapędom człowieka, a w wielu miejscach trwa jeszcze na nich okres odkryć przyrodniczych. Główną przeszkodą tamującą ich eksplorację były i są ekstremalnie trudne warunki klimatyczne, z którymi przychodziło się zmagać wszystkim śmiałościom zapuszczającym się w te skrajnie nieprzyjazne człowiekowi regiony naszego globu. Dlatego wszystkie podróże odkrywcze w obszary podbiegunowe zawierały w sobie szczególny pierwiastek bohaterski, nie raz największej miary, a w skrajnych przypadkach ich uczestnicy płacili najwyższą cenę życia za podejmowane próby wydarcia lodowym pustyniom skrytych tajemnic.

Fascynująca historia odkrywania, poznawania i badania skutych lodem regionów polarnych została opisana w tysiącach tomów, które mogłyby zapełnić całkiem pokaźną bibliotekę. Do tej bogatej literatury „polarnej” dochodzi teraz niezwykle album o dziejach eksploracji obu biegunów Ziemi widziany przez pryzmat losów i odkryć dokonanych przez wybrane ekspedycje. Jest on opracowany na podstawie materiałów archiwalnych, będących w posiadaniu Królewskiego Towarzystwa Geograficznego w Londynie i obejmuje prawie pół tysiąca map, szkiców i rysunków sporządzonych przez legendarnych podróżników oraz bogatą dokumentację fotograficzną wielu późniejszych wypraw. Często są to unikatowe materiały, nigdy dotąd niepublikowane i znane tylko specjalistom. Autor oddaje głos przede wszystkim dokumentom,

ograniczając do niezbędnego minimum komentarz, który napisany jest po angielsku, niemiecku i holendersku, podobnie jak i podpisy pod rycinami.

Rzeczywiste badania w Arktyce rozpoczęły się w XIX wieku i w ogólnych zarysach obszar ten został poznany w fazie poszukiwania nowych, krótszych dróg morskich do Indii i Chin na północ od Ameryki (Przejšcie Północno-Zachodnie) i na północ od Eurazji (Przejšcie Północno-Wschodnie). Dopiero później celem stało się dotarcie do obu biegunów północnych: geograficznego i magnetycznego. Z licznych arktycznych wypraw eksploracyjnych autor omawianego albumu wybrał głównie ekspedycje brytyjskie, ukierunkowane na Przejšcie Północno-Zachodnie, co było zapewne podyktowane największą obfitością i dostępnością dla niego materiałów archiwalnych.

Zainicjował je w 1818 roku John Ross, a kontynuowali w następnych latach William E. Parry, który w latach 1819–1827 zorganizował 4 wyprawy do wnętrza Kanadyjskiego Archipelagu Arktycznego oraz ponownie John Ross z bratankiem Jamesem C. Rossem w latach 1829–1833. Brytyjską aktywność w tej części Arktyki przerwała dramatyczna wyprawa Johna Franklina z 1845 roku. Zakończyła się ona największą tragedią w dziejach badań arktycznych, w której śmierć poniósł dowódca i 128 członków wyprawy oraz zniszczone zostały dwa słynne okręty: *Terror* i *Erebus*, na których James C. Ross w odbył w latach 1839–1842 wiekopomną wyprawę antarktyczną. Dopiero w latach 1875–1876 George S. Nares, opromieniony sukcesem kierowanej przez siebie słynnej wyprawy oceanograficznej na korwecie *Challenger* w latach 1872–1874, stanął na czele nowej wyprawy brytyjskiej, której celem było zdobycie bieguna północnego. Zakończyła się ona porażką, gdyż ekspedycja nie osiągnęła zamierzonego celu, chociaż dokonała licznych odkryć nieznanych wybrzeży Oceanu Arktycznego i udowodniła, że Grenlandia jest wyspą.

Część poświęconą Arktyce zamykają materiały traktujące o dwóch dużych wyprawach skandynawskich i jednej amerykańskiej. Szczególnie bogato udokumentowana jest wyprawa Fridtjofa Nansena, który w latach 1893–1895, dryfując na wmarzniętym w lody statku *Fram*, próbował zdobyć biegun północny. Do pełnego sukcesu zabrakło mu tylko 450 km, ale wyprawa rozwiązała największą zagadkę Oceanu Arktycznego, gdyż stwierdzono, że środkowa Arktyka tworzy basen morski o głębokości 3000–3840 m.

Na samym początku ubiegłego wieku na arktycznej scenie pojawił się Roald Amundsen, jeden z największych odkrywców czasów najnowszych. W latach 1903–1906 jako pierwszy przebył on jednym

statkiem *Gjøa* Przejście Północno-Zachodnie i ustalił położenie północnego bieguna magnetycznego. Heroiczną epokę zdobywania Arktyki zakończyło zdobycie bieguna północnego 6 kwietnia 1909 roku przez Roberta E. Peary'ego. Przy okazji autor przypomina tu historię Fredericka Cooka, który dla zdobycia sławy posłużył się już po raz drugi w swej karierze kłamstwem (pierwszy raz w 1906 roku próbując wmówić wszystkim, że jako pierwszy zdobył najwyższy szczyt Ameryki Północnej – Mt. McKinley na Alasce) twierdząc, że dotarł do bieguna rok wcześniej niż R. E. Peary. Chociaż oficjalnie jego relacje uznano za oszustwo, to wątpliwości kto istotnie zdobył jako pierwszy biegun północny nie zostały rozwiązane po dzień dzisiejszy, tym bardziej że pojawiła się też niepewność czy i Peary osiągnął faktycznie biegun; prawdopodobnie zbliżył się on do niego na odległość zaledwie 3 km.

Od drugiej dekady XX wieku w eksplorację Arktyki włączyła się technika i w wyprawach do bieguna zaczęto szeroko wykorzystywać nowoczesne środki lokomocji: balony, sterowce, samoloty, a na końcu i łodzie podwodne. W epilogu do badań arktycznych przypomniano najważniejsze wyprawy z lat 1925–2010, w tym pionierskie loty na biegun północny Lincolna Ellswortha, Umberto Nobile, Richarda Byrda, tragiczną śmierć Amundsena spieszącego na pomoc Nobilemu po katastrofie sterowca *Italia* czy lądowanie na biegunie w 1937 roku rosyjskiego lotnika Iwana Papanina.

Eksploracja południowych obszarów polarnych, przynajmniej w pierwszym okresie, miała odmienny charakter niż odkrywanie terenów arktycznych. Przede wszystkim aż do 1820 roku nic nie wiadano o istnieniu samej Antarktydy, kiedy kontynent ten został dostrzeżony w różnych miejscach prawie jednocześnie przez dwie wyprawy: rosyjską Fabiana G. Th. von Bellingshausena i angielską Edwarda Bransfielda. Jednakże przez prawie dwie dekady nowo odkryte obszary Zachodniej Antarktyki były we władaniu łowców fok i wielorybów, którzy ustanowili swoje bazy na subantarktycznej wyspie Georgia Południowa i na Szetlandach Południowych.

Dopiero pod koniec lat 30. XIX wieku na Dalekie Południe wyruszyły 3 wielkie wyprawy, z których dwie zaprezentowane są w omawianym albumie. Francuska wyprawa Julesa Dumonta d'Urville'a na okrętach *Astrolabe* i *Zélée* w latach 1837–1840 odkryła Ziemię Adeli we Wschodniej Antarktyce oraz zbadała północną część Półwyspu Antarktycznego. Natomiast wspomniana wcześniej brytyjska wyprawa Jamesa C. Rossa na okrętach *Terror* i *Erebus* w latach 1839–1842 odkryła Morze Rossa, Barierę Rossa i Ziemię Wiktorii,

a przede wszystkim udowodniła, że Antarktyda jest lądem stałym, a nie lodową czapą wokół bieguna południowego. Te dwie wyprawy oraz nie omawiana tutaj amerykańska ekspedycja Charlesa Wilkesa w latach 1838–1842 wniosły olbrzymi wkład w rozwój wiedzy o Antarktydzie. Jednocześnie trudności, jakie napotkały te ekspedycje, były tak zniechęcające, że nastąpiła prawie sześćdziesięcioletnia przerwa w wyprawach badawczych w regiony podbiegunowe południowej półkuli.

Renesans zainteresowania Antarktydą nastąpił dopiero pod koniec XIX stulecia, gdy belgijska wyprawa Adriena de Gerlache de Gomery na statku *Belgica* w latach 1897–1899 otworzyła nowy rozdział w badaniach siódmego kontynentu. Trwający dwie dekady heroiczny okres w eksploracji Antarktydy zakończyła Imperialna Transantarktyczna Wyprawa Ernesta Shackletona na statku *Endurance* w latach 1914–1917, która przeszła do legendy wypraw polarnych. Najważniejsze wyprawy z tego okresu są udokumentowane w omawianym albumie, chociaż pewne zdziwienie, biorąc pod uwagę narodowość autora, może budzić fakt, że pominął on milczeniem dwie francuskie ekspedycje Jeana Charcota w latach 1903–1905 i 1908–1910, które przeprowadziły bardzo wartościowe badania w rejonie Półwyspu Antarktycznego.

Kulminacyjnym punktem w eksploracji Antarktydy tym okresie był słynny wyścig do bieguna południowego Roberta F. Scotta, dowódcy brytyjskiej wyprawy na statku *Terra Nova* i Roalda Amundsena, lidera norweskiej wyprawy na dobrze znanym statku Nansena *Fram*. Zakończył się on zwycięstwem Amundsena, który 14 grudnia 1911 roku stanął na biegunie południowym. Dopiero w 33 dni później dotarł tam także z czterema towarzyszami Scott, ale wszyscy oni zginęli w drodze powrotnej do bazy na Wyspie Rossa. Tej najtragiczniejszej od czasu Johna Franklina brytyjskiej wyprawie polarnej poświęcona jest prawie jedna czwarta całej dokumentacji fotograficznej tego albumu. Książkę zamyka materiał dotyczący Transantarktycznej Wyprawy Brytyjskiej Wspólnoty Narodów w latach 1955–1958 pod dowództwem Viviana E. Fuchsa, z udziałem zdobywców Mt. Everestu Edmunda P. Hillary'ego.

W dobie dzisiejszej Antarktyka jest obiektem intensywnych badań wielu państw, które mają tu stałe stacje badawcze. Obszar ten jest też coraz popularniejszym celem wycieczek turystycznych, a także amatorów sportów ekstremalnych, a kilka znanych nazwisk współczesnych podróżników, m.in. Mike'a Strouda i Ramulpha Fiennesa, zaprezentowanych jest także w tym albumie.

Miłośników literatury podróżniczej i polarnej nie trzeba chyba specjalnie zachęcać i przekonywać do zapoznania się z tą niezwykle książką. Jest ona prawdziwą skarbnicą unikatowej dokumentacji przybliżającej słynne wyprawy odkrywcze w obszary podbiegunowe obu półkul. Może sam jej tytuł jest niezbyt fortunny, gdyż sugeruje odkrycia dokonywane tylko w Arktyce, ale dla znawców problematyki polarnej słynna fotografia ściśniętego lodami na Morzu Weddela statku *Endurance* Ernesta Shackletona, która zdobi okładkę omawianej książki, od razu mówi, że rzecz dotyczy także Antarktydy. Oczywiście można

krytykować autora za pominięcie wielu wypraw kluczowych dla poznania obszarów polarnych, np. dobrze udokumentowanej australijskiej wyprawy Douglasa Mawsona na Antarktydę w latach 1911–1914, czy też brak najmniejszej wzmianki o ekspedycjach związanych z Przejściem Północno-Wschodnim. Mimo tych braków, jego subiektywny wybór należy uznać, ponieważ zapoznaje on czytelnika z ogromem unikatowych dokumentów poświęconych wybranym przez siebie ekspedycjom.

Ryszard Ochyra (Kraków)

Fabian Gottlieb Thaddeus von Bellingshausen: **Dwukrotne poszukiwania w Południowym Lodowatym Oceanie i pływanie naokoło świata w latach 1819, 20 i 21** Polska Akademia Nauk, Instytut Historii Nauki, Zakład Biologii Antarktyki, Muzeum i Instytut Zoologii, Warszawa, 2009, 250 str., bardzo liczne ryciny. Twarda oprawa, format 23,8 × 16,2 cm. Cena: nie podano. ISBN: 978-83-7545-094-1.



W drugiej połowie XVIII wieku miała miejsce kolejna fala odkryć geograficznych, a głównym celem licznych wypraw były morza południowe, gdyż wyobraźnię żeglarzy i ich mocodawców rozpalala przede wszystkim wizja odkrycia mitycznego lądu na Dalekim Południu – „terra australis incognita”. Chociaż nie udało się jeszcze wówczas dotrzeć do Antarktydy (najbliższy tego był angielski żeglarz J. Cook, który w grudniu 1774 roku przekroczył południowe koło podbiegunowe i dotarł na 71°10' szerokości geograficznej, a nie znajdując tam lądu ugrunтовал na kilka dziesięcioleci przekonanie o nieistnieniu wielkiego kontynentu wokół bieguna południowego), to wyprawy te przetrwały szlaki dla łowców fok i wielorybów, którzy na przemysłową skalę eksploatowali żywe zasoby Oceanu Południowego. Niektóre z tych

osiemnastowiecznych wypraw miały doniosłe znaczenie naukowe, na przykład francuska wyprawa dookoła świata A. L. de Bougainville’a w latach 1766–1769, w której wzięło udział wielu przyrodników (m.in. Ph. Commerson), astronomów i innych uczonych, którzy dokonali odkryć wielu gatunków roślin i zwierząt w tych odległych i całkowicie nie zbadanych zakątkach Ziemi.

Ponowny wzrost zainteresowania światowych mocarstw dalekim południem nastąpił pod koniec drugiej dekady XIX wieku. Obok działających na Oceanie Południowym licznych statków wielorybnych, na wodach tych pojawiły się także wyprawy badawcze, których celem była eksploracja tych ciągle słabo jeszcze poznanych obszarów. Do tradycyjnych morskich potęg: Wielkiej Brytanii, Francji, Stanów Zjednoczonych i Hiszpanii dołączyła również opromieniona wielkim wkładem w zwycięstwo nad Napoleonem carska Rosja. Była ona zainteresowana przede wszystkim ekspansją na Północnym Pacyfiku, ale nie traciła również z oczu odleglejszych obszarów na południowej półkuli. Już w latach 1803–1806 pierwsza rosyjska wyprawa na statkach *Nadieżda* i *Newa* pod dowództwem Iwana Fedorowicza Kruzenszterna opłynęła dookoła świat i przeprowadziła wartościowe badania na Pacyfiku. W roku 1815 wyruszyła następna rosyjska wyprawa na Pacyfik pod dowództwem Otto von Kotzebue na statku *Rurik* z zadaniem sprawdzenia odkryć poczynionych przez Holendrów w XVII i XVIII wieku i odszukania Przejścia Północno-Wschodniego od strony Cieśniny Beringa. Trwała ona do 1818 roku i jest doskonale znana dzięki dwóm relacjom z tej podróży przyrodnika i poety A. von Chamisso, które należą do najlepszych utworów literatury podróżniczej XIX wieku. Warto jeszcze wspomnieć drugą podróż dookoła świata Wasilija Gołowina w latach 1817–1819. Pierwsza podróż tego żeglarza wokół globu na statku *Diana* rozpoczęła się w 1807 roku i trwała do 1813 roku, przy czym ostatnie 3 lata

spędził on w niewoli japońskiej. Gołowin poznał gruntownie życie Japonii, które opisał w wydany w 1836 roku dziele, stanowiącym najważniejsze źródło wiadomości o Japonii od czasów E. Kämpfera.

Zachęcona sukcesami wcześniejszych wypraw rosyjska Admiralicja wysłała w 1819 roku kolejną ekspedycję na morza południowe. Jej dowództwo powierzono kapitanowi Fabianowi Gottliebowi Thaddeusowi von Bellingshausenowi (1778–1852), pochodzącemu ze szlacheckiej rodziny z Estonii. Był on uczestnikiem pierwszej rosyjskiej wyprawy dookoła świata pod dowództwem I. F. Kruzenszterna, podczas której wykazał się dużymi umiejętnościami, wykonując większość map nawigacyjnych. Wyprawa wyruszyła z Kronsztadu 4 lipca 1819 roku na dwóch okrętach: *Wostok* i *Mirnyj*. Pierwszym dowodził sam Bellingshausen, a jego zastępcą był kapitan Iwan Zawodowski, Rosjanin polskiego pochodzenia. (Nazwisko jego uwiecznił Bellingshausen nazywając na jego cześć małą wulkaniczną wysepkę w archipelagu Sandwiczu Południowego.) Natomiast statkiem *Mirnyj* dowodził lejtnant Michaił Piotrowicz Łazariew, który wcześniej pływał dookoła świata w latach 1813–1816. Instrukcja Admiralicji była prosta: wyprawa miała wykorzystać wszystkie możliwości i podjąć największy wysiłek, aby dopłynąć jak najbliżej bieguna południowego.

Cel wyprawy został w pełni zrealizowany. 15 grudnia 1819 roku Bellingshausen dotarł do subantarktycznej wyspy Georgia Południowa i archipelagu Sandwiczu Południowego, a następnie żeglując wzdłuż kontynentu antarktycznego, przekroczył koło podbiegunowe i 27 stycznia 1820 roku dostrzegł Wybrzeże Księżniczki Marty na Ziemi Królowej Maud na Antarktydzie. Bellingshausen odebrał w ten sposób palmę pierwszeństwa w odkryciu ostatniego kontynentu Ziemi Edwardowi Bransfieldowi, uczestnikowi brytyjskiej wyprawy Williama Smitha na statku *Williams*, który 30 stycznia odkrył Ziemię Trinity, najdalej na północ wysuniętą część Półwyspu Antarktycznego. Żeglując dalej na wschód Bellingshausen jeszcze kilkakrotnie przekraczał koło podbiegunowe zbliżając się do Wybrzeża Księżniczki Ragnhildy, by ostatecznie 27 marca dotrzeć do Port Jackson w Australii. Po kilkutygodniowym wypooczynku, 8 maja wyprawa skierowała się ku Nowej Zelandii, a następnie popłynęła na wyspy Polinezji, które badano przez następne pół roku, by 31 października zameldować się z powrotem w Port Jackson.

Z Australii Bellingshausen skierował statki na południe, odwiedzając po drodze subantarktyczną wyspę Macquarie i obierając kurs na zachód płynął wzdłuż wybrzeży pacyficznego sektora Antarktydy.

W styczniu 1821 roku na morzu nazwanym dziś jego imieniem odkrył Wyspę Piotra I i Wyspę Aleksandra I, a następnie zbadał dokładnie wyspy archipelagu Szeftlandów Południowych. Nie wiedząc, że zostały one odkryte i skartowane w czasie południowej wiosny i lata 1819–1820 roku przez W. Smitha i E. Bransfielda kiedy był on już w drodze na Antarktydę, Bellingshausen nazwał wszystkie wyspy, używając nazw związanych z wojnami napoleońskimi, np. Waterloo (obecnie King George Island), Berezyna (Greenwich I.), Smoleńsk (Livingston I.) czy Jarosław (Deception I.). Z początkiem lutego w okolicach Georgii Południowej Bellingshausen zamknął wielką o pętlę opływając Antarktydę i będąc pierwszym żeglarzem, który dostrzegł jej brzegi. Stąd była już prosta droga do Kronsztadu, gdzie zameldował się 24 czerwca po prawie dwuletniej podróży.

Jak wszyscy kapitanowie, Bellingshausen prowadził dziennik okrętowy, który jest bardzo szczegółowym i suchym dokumentem opisującym przebieg ekspedycji i realizację postawionych przed nim zadań. Ta relacja z podróży, której efektem było odkrycie ostatniego, siódmego kontynentu Ziemi ukazała się drukiem w Sankt Petersburgu w 1831 roku w formie obszernego dwutomowego dzieła, którego pełny tytuł, zgodnie z duchem tamtej epoki, brzmi: *Dwukrotne poszukiwania w Południowym Lodowatym Oceanie i pływanie naokoło świata w latach 1819, 20 i 21 na okrętach „Wostok” i „Mirnyj” pod dowództwem kapitana Bellingshausena, komendanta okrętu „Wostok”, okrętem „Mirnyj” dowodził lejtnant Łazariew*.

Dziennik okrętowy Bellingshausena został przetłumaczony na język niemiecki i ukazał się drukiem w 1902 roku w Lipsku, a w 1945 wydana została w Londynie angielska wersja pod redakcją F. Debenhama. Teraz do rąk czytelników trafia skrócone polskie tłumaczenie tego sprawozdania z podróży antarktycznej Bellingshausena, którego dokonał profesor Stanisław Rakusa-Suszczewski, prekursor współczesnych polskich badań w Antarktyce. Jest to niebywała gratka dla miłośników literatury podróżniczej, gdyż relacja ta jest unikatowym dokumentem z epoki „drewnianych statków i żelaznych ludzi”. Jest to znakomite świadectwo ówczesnej techniki, poziomu wiedzy i bohaterskich zmagających się ekstremalnymi warunkami życia na morzu i w krainach skutych wiecznym lodem.

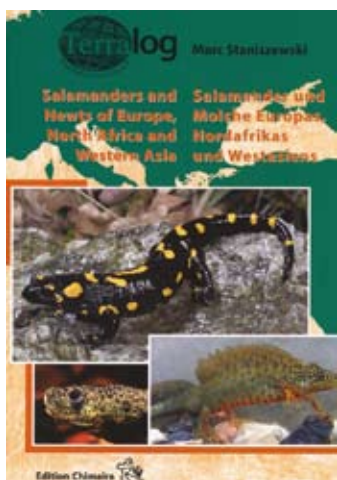
Wyprawa Bellingshausena na trwałe zapisała się w historii odkryć geograficznych, ale nie przyniosła większych efektów naukowych. Chociaż wszędzie zbierane były okazy roślin i zwierząt, los tych kolekcji jest nieznanym. Zabrakło wówczas w Rosji naukowców, których zainteresowałyby te egzotyczne

zbiory i nie zostały one przekazane do badania nielicznym wówczas biologom europejskim mających pewną wiedzę o roślinach i zwierzętach tych odległych rejonów Ziemi. Dlatego na poważne odkrycia naukowe i opisy flory i fauny lodowego kontynentu trzeba było poczekać jeszcze prawie cały wiek, gdy belgijska wyprawa A. Gerlache de Gomery na statku

Belgica w latach 1897–1899, której uczestnikami byli polscy badacze: H. Arctowski i A. Dobrowolski, zainicjowała „heroiczny” okres w odkrywaniu Antarktydy, który zaowocował poznaniem bogatej flory i fauny tej skutecznej lodami pustyni.

Ryszard Ochyra (Kraków)

Marc Staniszewski: **Salamanders and Newts of the World. Vol. 1: Salamanders and Newts of North Africa, Europe and Western Asia/Salamander und Molche Nordafrikas, Europas und Westasiens**, TERRALOG 21, Edition Chimaira, Frankfurt am Main, 2011, ISBN 978-3-89973-369-3, ponad 540 kolorowych zdjęć, pp. 161, cena 39,80 €.



Celem atlasów z serii TERRALOG (*Herpetological reference of the World*) jest fotograficzny przegląd płazów i gadów z różnych części świata, jednocześnie przy tekście ograniczonym do minimum. Dwudziesty pierwszy tom, a zarazem pierwszy z serii *Salamandry i traszki świata* przedstawia gatunki występujące w Afryce Północnej, Europie oraz zachodniej Azji.

Jak wskazuje tytuł, książka jest dwujęzyczna. Rozpoczyna się 18-sto stronicowym wprowadzeniem, na

które składają się lista gatunków, opisy zmian w systematyce jakie zaszły w poszczególnych rodzinach oraz spis ważniejszej literatury. Każdy z 74 gatunków i podgatunków przedstawiono zwykle na kilku kolorowych zdjęciach, pokazujących ich zmienność ubarwienia, co może ułatwić identyfikację. Zamieszczono też zdjęcia jaj, larw oraz siedlisk, w których te płazy występują. Przy każdym zdjęciu widnieje zestaw liczb i piktogramów, dzięki którym można dowiedzieć się m. in. rozmiarach poszczególnych salamander i traszek, a także o wymaganiach hodowlanych (wielkość terrarium, głębokość lustra wody, temperatura), o parametrach ekologicznych, zwyczajach, aktywności, sposobie rozmnażania, pokarmie itp. Dodatkowo zamieszczono 42 mapy pokazujące zasięgi występowania wszystkich gatunków i podgatunków.

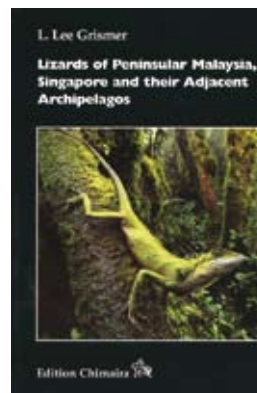
Autor starał się przedstawić najbardziej aktualną systematykę, stąd pojawienie się takich traszek jak *Lissotriton lanzi*, *L. kosswigi*, *L. maltzani*, *Triturus arntzeni* czy *T. macedonicus*. Z kolei podniesienie do rangi gatunku *Salamandra longirostris* nie zostało poparte jak dotąd wystarczającymi dowodami. Autor zdążył również włączyć zdjęcia nowoopisanego w 2011 r. gatunku *Lyciasalamandra irfani* i wspomniał, że następne czekają w kolejce (w 2012 r. opisano *L. arikani* i *L. yehudahi*, tym samym liczba gatunków z tego rodzaju doszła do 10).

Książka przeznaczona jest zarówno dla profesjonalnych herpetologów jak i amatorów interesujących się płazami ogoniastymi.

Piotr Sura

L. Lee Grismer: **Lizards of Peninsular Malaysia, Singapore, and their Adjacent Archipelagos. Their Description, Distribution, and Natural History**. Edition Chimaira, Frankfurt am Main 2011, ISBN 978-3-89973-484-3, 530 kolorowych zdjęć, ss. 728, cena 88,00 €.

Niedawno miałem okazję przebywać w dżungli malezyjskiego stanu Sarawak, łowiąc płazy i gady. Ogromne bogactwo gatunków występujących w każdym lesie tropikalnym może stwarzać kłopoty z ich identyfikacją, ważne są więc klucze i przewodniki



terenowe ułatwiające to zadanie. Chociaż literatura poświęcona herpetofaunie Borneo jest bogata, brakuje jednak tak wspaniałej monografii, jaka właśnie się ukazała, i która prezentuje faunę jaszczurek malezyjskiej części Półwyspu Malajskiego, Singapuru oraz okalających archipelagów, ale niestety bez stanów Sarawak i Sabah na Borneo. W związku z dużą endemicznością gatunków z Borneo będzie mniej przydatna do oznaczania jaszczurek z tego rejonu, niemniej jednak w pewnym zakresie może być wykorzystana również przez osoby zainteresowane herpetofauną Borneo.

Na początku autor wprowadza czytelnika w geografę Półwyspu Malajskiego, opisując bogactwo siedlisk i stref roślinności. Półwysep stanowił i nadal stanowi biogeograficzny korytarz dla wymiany organizmów żywych pomiędzy kontynentalną Azją a Archipelagem Indo-Australijskim. Ponadto wiele mniejszych archipelagów okalających Półwysep jak Langkawi, Perhentian czy Seribuatan stanowi nie tylko rezerwuariat bioróżnorodności, ale dostarcza również biologicznych i geologicznych dowodów na historyczne więzi pomiędzy Półwypsem a innymi rejonami Azji Południowo-Wschodniej. Półwysep Malajski obecnie stanowi wąski pas lądu o długości 1600 km poczynając od południowej Tajlandii i południowego Myanmaru. Większość jego powierzchni zajmują tereny nizinne, zaś najwyższe szczyty pasma górskiego Banjaran Titiwangsa osiągają ok. 2100 m n.p.m. Ponad 50 zdjęć przedstawia wspaniałe krajobrazy uzupełnione o kolejne zdjęcia pokazujące piękno świata roślinnego. Po tym rozdziale autor rozpoczyna część poświęconą herpetofaunie od historii badań herpetologicznych na omawianym terenie oraz przedstawia skład fauny jaszczurek pod kątem biogeograficznym.

Po tym wstępie zaczynają się opisy poszczególnych rodzin, rodzajów i 128 gatunków jaszczurek, w tym 28 z rodziny Agamidae, 2 z Leiolepididae (rodzina ta częściej traktowana jest jako podrodzina w obrębie Agamidae), 1 z Eublepharidae, 52 z Gekkonidae, 1 z Lacertidae, 38 z Scincidae, 2 z Dibamidae oraz 4 z Varanidae. Ułatwieniem w identyfikacji są nie tylko świetne zdjęcia, ale również klucze oraz bardzo szczegółowe opisy morfologii. Nie zabrakło informacji o biologii poszczególnych jaszczurek, jeżeli takie istnieją, choć często niewiele albo wręcz nic nie wiadomo o gatunkach niedawno opisanych. Zamieszczono też kolorowe mapy występowania na terenie Półwyspu. Książkę kończy rozdział o ochronie przyrody. Pokrzepiające jest zdanie autora, że Półwysep Malajski jest najbardziej obiecującym regionem w Azji Południowo-Wschodniej pod względem dbałości o utrzymanie naturalnego środowiska w jak najmniej zmienionym stanie, a mieszkańcy Malezji są dumni ze swojego naturalnego dziedzictwa.

Dr Grismer uważa się za szczęśliwca, który całą swoją karierę naukową związał z badaniami terenowymi. Zaczynał na Półwyspie Kalifornijskim (Baja California), a w tej części Azji prowadzi badania już od ponad 15 lat. Wystarczy wspomnieć, że spośród 16 gat. z rodzaju *Sphenomorphus* stwierdzonych na tym terenie 6 zostało opisanych właśnie przez niego, z 16 gat. *Cyrtodactylus* połowa, zaś z 19 gat. z rodzaju *Cnemaspis* aż 14. Jest więc najbardziej kompetentną osobą do napisania takiej monografii. Z niecierpliwością więc przyjdzie nam czekać na zapowiedziane kolejne tomy poświęcone węzom oraz płazom.

Piotr Sura



Ryc. Salamandra plamista *Salamandra atra*. Gorczański Park Narodowy. Fot. A. Brożonowicz.

W

ikłacz (*Ploceus intermedius*). Park Narodowy Pilanesberg, RPA. Fot. Witold Bryszewski.



