

WSZECHŚWIAT

PISMO PRZYRODNICZE

Tom 108 Nr 7-9

Lipiec-Sierpień-Wrzesień 2007



*Różnorodność życia na Ziemi
— wspólna troska, wspólne działanie*

*GBIF — światowa sieć informacji
o bioróżnorodności*



ISSN 0043-9592



Najpiękniejsze ptaki Pomorza



Sowa jarzębata *Surnia ulula*. Fot. Mateusz Matysiak; www.mateuszmatysiak.pl

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 (2523–2525)

BIORÓŻNORODNOŚĆ

- S. Knutelski, M. Kozakiewicz, P. Tykarski, Dla bioróżnorodności 171
- M. Kozakiewicz, P. Tykarski, Różnorodność życia na Ziemi — wspólna troska,
wspólne działanie, czyli o Światowej Sieci Informacji o Bioróżnorodności GBIF
i jej polskiej części — KSIB 172
- J. Weiner, Kłopoty z bioróżnorodnością 177
- J. K. Nowakowski, Badania wędrówek ptaków a bioróżnorodność 181
- H. Werblan-Jakubiec, M. Zych, Rola ogrodów botanicznych w badaniach nad bioróżnorodnością . . 187
- P. Tykarski, Bazy danych i poziom organizmalny bioróżnorodności 190
- S. Twarek, O różnorodności biologicznej w kontekście działań na rzecz ochrony przyrody 196
- D. Iwan, Rola muzeów przyrodniczych w badaniach bioróżnorodności 202
- S. Knutelski, Ryjkowce przykładem bardzo różnorodnej grupy chrząszczy 207
- B. Jaroszewicz, Różnorodność biologiczna lasów polskich 216

ARTYKUŁY

- A. Mękarska, J. Skotnicki, Europejska Księga Rodowodowa Fenków *Fennecus (Vulpes) zerda* . . . 222
- P. Niedźwiedzka, W. Deptuła, Drobnoustroje żyjące w nietypowych warunkach 225
- R. Karczmarszuk, Prymat bursztynowego napoju z liści 228
- R. Garlacz, Owady w jądłospisie człowieka 231

ARTYKUŁY INFORMACYJNE

- E. Kościński, Karl Foerster jako klasyk uprawy bylin w Niemczech i w Europie 234

DROBIAZGI

- Minóg strumieniowy z rzeki Brdy (Ł. Binkowski, W. Wojtaś) 238

- WSZECHŚWIAT PRZED STU LATY (oprac. J. G. Vetulani) 239

RECENZJE

- Kawiak J., Krzanowska H., Płytycz B., Zabel M. (red.): Słownik Biologii Komórki (J. J. Lipa) 243
- Naturaliści w Ojcowie (K. Mazurski). 243

WSPOMNIENIA Z PODRÓŻY

- Park Narodowy Dżudź (K. Mazurski) 244
- Listy z Antarktydy (c. d.) (K. Birkenmajer) 246

O k ł a d k a: *Arka Noego* (1846), obraz Edwarda Hicksa (1780–1849), Philadelphia Museum of Art, USA.
Reprodukcja ze strony internetowej http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Noahs_Ark.jpg

Do Czytelników

Informujemy, że istnieje możliwość zakupienia bieżących numerów *Wszechświata* bezpośrednio w Redakcji czasopisma poprzez dokonanie wpłaty przekazem pocztowym na adres:

Redakcja Czasopisma Wszechświat, 31-118 Kraków, ul. Podwale 1

z zaznaczeniem, którego numeru dotyczy wpłata. W roku 2007 cena pojedynczego, kwartalnego zeszytu *Wszechświata* będzie wynosiła 9 zł, a za cały rok 36 zł.

Można również dokonać zakupu dawniejszych numerów *Wszechświata* wydanych do roku 1999 (w miarę posiadanych zapasów) w cenie po 4 zł za zeszyt podwójny i 2 zł za miesięczny.

Redakcja nie dysponuje zeszytem *Wszechświata*, tom 104, nr 7-9 zawierającym płytę CD z głosami ptaków

Informujemy naszych Czytelników, że Polskie Towarzystwo Przyrodników im. Kopernika, będące wydawcą pisma przyrodniczego *Wszechświat*, uzyskało w roku 2005 status organizacji pożytku publicznego. W tej sytuacji każdy z Państwa może przekazać 1% swoich odpisów podatkowych na konto naszego Towarzystwa a uzyskane w ten sposób kwoty pomogą podreperować nasz budżet.

Polskie Towarzystwo Przyrodników im. Kopernika

31-118 Kraków, ul. Podwale 1

Pismo Przyrodnicze *Wszechświat*

Kredyt Bank I Oddział Kraków

Nr konta: 811500 11421220 60339745 0000

Ten numer *Wszechświata* powstał dzięki finansowej pomocy

Krajowej Sieci Informacji o Bioróżnorodności (KSIB)



Rada redakcyjna: Przewodniczący: Jerzy Vetulani

Z-cy przewodniczącego: Ryszard Tadeusiewicz, Jacek Rajchel

Sekretarz Rady: Elżbieta Pyza

Członkowie: Stefan Witold Alexandrowicz, Wincenty Kilarski, Jerzy Kreiner, Wiesław Krzemiński, Irena Nalepa, Barbara Plytycz, Marek Sanak, January Weiner, Bronisław W. Wołoszyn

Komitet redakcyjny: Redaktor Naczelny: Jacek Rajchel

Z-ca Redaktora Naczelnego: Jerzy Vetulani

Sekretarz Redakcji: Andrzej Krawczyk

Członkowie: Witold Paweł Alexandrowicz, Tomasz Bartuś

Adres Redakcji: Redakcja Czasopisma Wszechświat

31-118 Kraków, ul. Podwale 1, tel. (0-12) 422-29-24

e-mail: wszechswiat@agh.edu.pl;

Strona internetowa <http://www.wszechswiat.agh.edu.pl>

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

Skład: PP Rekart Krzysztof Magda

Druk: Drukarnia PW Stabil sc, Kraków, ul. Nabelaka 16, tel. (012) 410 28 20

Nakład: 800 egz.

WSZECHŚWIAT

PISMO POLSKIEGO TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA
WYDAWANE PRZY WSPÓŁDZIAŁE: AKADEMII GÓRNICZO-HUTNICZEJ,
MINISTERSTWA NAUKI I SZKOLNICTWA WYŻSZEGO, POLSKIEJ AKADEMII UMIEJĘTNOŚCI
UNIwersytetu Jagiellońskiego

TOM 108
ROK 125

LIPIEC-SIERPIEŃ-WRZESIEŃ 2007

ZESZYT 7-9
2523-2525



DLA BIORÓŻNORODNOŚCI

Wszelkie istoty, w których było tchnienie życia, weszły po parze do Noego arki.
(Księga Rodzaju 7:15)

W niniejszym tomie przedstawiamy P.P. Czytelnikom 9 artykułów o bardzo zróżnicowanej objętości i różnej tematyce, ale wszystkie poświęcone szeroko rozumianej bioróżnorodności. Większość z nich jest ilustrowana pięknymi rycinami — zdjęciami, mapkami, rysunkami i diagramami. Razem dają pewien, choć jeszcze niepełny, obraz różnorodności życia na wszystkich jego poziomach organizacji oraz przedstawiają problemy wynikające z konieczności gromadzenia, przetwarzania i wykorzystania danych o różnorodności biologicznej oraz potrzeby jej ochrony, zwłaszcza w naszym kraju.

Zainteresowanie człowieka otaczającym go żywym światem organizmów innych niż on sam zaczęło się prawdopodobnie już od początku istnienia gatunku *Homo sapiens*, a być może nawet jeszcze wcześniej. Świadczą o tym różnego rodzaju ślady (np. rysunki różnych zwierząt w jaskini Lascaux we Francji) oraz przekazy ustne (różnego rodzaju legendy opowiadane z pokolenia na pokolenie w różnych krajach) lub pisane (np. wersy Księgi Rodzaju dotyczące ratowania ziemskiego życia przez Noego na jego arce). Jednakże dopiero w 1992 roku podczas międzynarodowej konferencji w Buenos Aires w Brazylii pojęcie *Biodiversity* (zróżnicowanie życia) zyskało globalne znaczenie w sensie problemu i właściwy sobie status, nie tylko prawny z różnymi tego konsekwencjami, które zostały ratyfikowane przez większość państw świata. W efekcie tego w różnych zakątkach naszej matki żywicielki Ziemi rozwinęło się szereg różnych programów dotyczących badania różnorodności biologicznej, zarówno w zakresie lokalnym, jak i globalnym. Wśród nich wiodącą rolę obecnie wiodzie GBIF (*Global Biodiversity Information Facility*). Ideą tego programu jest gromadzenie, porządkowanie, przetwarzanie i powszechne udostępnianie poprzez Internet wszelkich informacji dotyczących zróżnicowania życia na wszystkich jego poziomach, a szczególnie na poziomie organizmowym. GBIF powstał w styczniu 1996 roku, a jego geneza wywodzi się z prac OECD. Od tego czasu do tego programu przystąpiło wiele państw będących obecnie członkami rzeczywistymi lub tzw. członkami stowarzyszonymi.

Polska przyłączyła się do GBIF w marcu 2001 jako tzw. członek stowarzyszony, zobowiązując się tym samym do udostępniania krajowych danych dotyczących bioróżnorodności oraz do utworzenia infrastruktury realizującej cele tej światowej sieci. W następstwie tego zobowiązania było powstanie Krajowej Sieci Informacji o Bioróżnorodności (KSIB). Funkcjonuje ona od stycznia 2004 r. i została powołana na mocy porozumienia Uczestników-Założycieli działających w oparciu o decyzję KBN Nr 115/E-343/SPB/MSN/P-04/ DWM721/2003-2004 z dnia 09.12.2003 r. Sieć działa w oparciu własny regulamin, przyjęty przez Członków-Założycieli i obecnie obejmuje już 26 uczestników — różnych instytucji z wielu rejonów kraju.

Jednym z zadań KSIB jest rozpowszechnianie wiadomości o bioróżnorodności. Stąd pod naszą koordynacją wyłoniła się grupa Autorów, która zgodnie ze swoją specjalnością zechciała przybliżyć Szanownym Czytelnikom *Wszechświata* zarówno samo zagadnienie bioróżnorodności, jak również wiele rozmaitych problemów dotyczących gromadzenia, przetwarzania oraz udostępniania danych o niej, a także działań na rzecz jej chronienia i zachowania w jak najmniej naruszalnym stanie dla dobra obecnych oraz przyszłych pokoleń. Pamiętajmy, życie we wszelkich jego postaciach, wymiarach oraz organizacji jest tylko jedno i to tylko na naszej Ziemi (poza nią w naszym układzie, jak dotychczas, nie stwierdzono oznak innego, podobnego do naszego życia). Według przekazów biblijnych, życie już raz zostało uratowane (Księga Rodzaju), a dobytek tej bioróżnorodności policzony. Zinventaryzujmy więc ofiarowaną nam ziemską bioróżnorodność oraz zgromadźmy wszelkie o niej wiadomości, aby nią dobrze gospodarować i nie niszczyć jej bezmyślnie, lecz z niej dobrze obecnie korzystać w taki sposób, aby bez przesadnego uszczerbku zachować pełnię tego wspaniałego daru dla naszych następców.

Przedstawione w tym tomie zagadnienia nie wyczerpują tematyki dotyczącej bioróżnorodności, rozumianej w szerokim aspekcie, a są jedynie impulsem do dalszych działań, które będą stopniowo przybliżać informacje o różnorodności życia, zarówno w skali globalnej, jak i lokalnej. Mamy także nadzieję, że zapoczątkowane w ramach KSIB działania będą się tak dobrze rozwijać jak dotychczas i uzyskają odpowiednią przychylną finansową na dalsze funkcjonowanie krajowej sieci, aby w niedalekiej przyszłości można było zgromadzić pełne informacje o krajowej bioróżnorodności, z korzyścią zarówno dla nauki, naszego społeczeństwa, jak racjonalnego zarządzania zasobami przyrody polskiej.

Stanisław Knutelski (Kraków), Michał Kozakiewicz i Piotr Tykarski (Warszawa)

Michał KOZAKIEWICZ, Piotr TYKARSKI (Warszawa)

RÓŻNORODNOŚĆ ŻYCIA NA ZIEMI — WSPÓLNA TROSKA, WSPÓLNE DZIAŁANIE, CZYLI O ŚWIATOWEJ SIECI INFORMACJI O BIORÓŻNORODNOŚCI GBIF I JEJ POLSKIEJ CZĘŚCI — KSIB

Dlaczego tak ważna jest troska o bioróżnorodność Ziemi?

Obecny, niesłyszany dynamiczny rozwój cywilizacyjny radykalnie zmienia oblicze otaczającej nas rzeczywistości. Osiągnięcia technik przetwarzania oraz przekazywania informacji lub biologii molekularnej — np. odczytanie genomu człowieka, czy wreszcie loty kosmiczne i rozwój astronautyki — to tylko niektóre przykłady pokazujące w jak pasjonujących oraz wspaniałych czasach przyszło nam żyć. Pod wieloma względami można je nazwać czasami „NAJ” — czasy **naj**szybszych pociągów i samolotów, **naj**lepszych komputerów, **naj**skuteczniejszych terapii w zwalczaniu nieuleczalnych niegdyś chorób, czy poznawania **naj**odleglejszych rejonów Wszechświata...

Niestety, wśród tych wszystkich „NAJ” są też i takie, które stanowią poważne problemy i wyzwania dla ludzi obecnie i w przyszłości. Jednym z nich jest narastające tempo wzrostu populacji człowieka, której liczebność osiągnęła tak wysoki poziom, jakiego nie notowano w całej historii gatunku *Homo sapiens*. Warto przypomnieć, że pierwszy miliard ludzkość osiągnęła około roku 1850. Na to potrzeba było dwu lub więcej milionów lat, czyli tyle, na ile szacuje się historię gatunku człowieka rozumnego. Natomiast już około 1930 roku nastąpiło podwojenie się liczby ludności na świecie. Tak więc osiągnięcie drugiego miliarda zabrało tylko 80 lat. Zaś następne podwojenie się populacji człowieka i osiągnięcie 4 miliardów trwało zaledwie 45 lat. Obecnie tempo to wcale nie zmniejsza się i szacuje się, że około roku 2015 na Ziemi będzie aż 8 miliardów ludzi. Ten ostatni podwójny przyrost zajmie jedynie 40 lat (tab. 1)! Aby mocniej podkreślić, jak przerażająco szybki jest to przyrost, wystarczy wyobrazić sobie, że na Ziemi obecnie co minutę przybywa około 180 osób. Oznacza to, że co tydzień ludność świata powiększa się o następne ok. 1,7 miliona, czyli mniej więcej o tyle, ile mieszkańców liczy sobie obecnie Warszawa.

Tabela 1. Tempo wzrostu populacji ludzkiej

Wielkość populacji	Rok	Czas potrzebny do podwojenia się liczebności
1 miliard	1850	Cała historia ludzkości
2 miliardy	1930	80 lat
4 miliardy	1975	45 lat
8 miliardów (prognoza)	2015	40 lat

Tak niezwykle szybkie tempo wzrostu populacji ludzkiej, przy jednoczesnym, niezwykle dynamicznym rozwoju techniki, nieuchronnie pociąga za sobą ogromny wzrost presji człowieka na środowisko przyrodnicze. Skutkuje to między innymi wzrostem globalnego tempa wymierania gatunków, które obecnie uważane jest za **największe** w całej historii życia na naszej planecie. Ocenia się, że na Ziemi codziennie ginie co najmniej jeden gatunek! W po-

równaniu z tym wszystkie katastrofy i związane z nimi masowe zagłady gatunków, jakie miały miejsce w historii Ziemi, przebiegały w rzeczywistości bardzo powoli, choć na pozór wydają się one gwałtowne. Na przykład, okres słynnej zagłady dinozaurów pod koniec ery mezozoicznej trwał aż około 50 milionów lat! Takiemu powolnemu i naturalnemu wymieraniu jednych gatunków towarzyszyło pojawianie się innych, a zmiany różnorodności biologicznej na naszym globie miały stopniowy, ewolucyjny przebieg. Nie należy się więc dziwić, że przyrodniczy całego świata biją na alarm i coraz głośniejsz nawołują do globalnej ochrony bioróżnorodności.

Jak chronić różnorodność biologiczną Ziemi, skoro tak mało o niej wiemy?

Potrzeba troski o różnorodność biologiczną zyskuje zrozumienie w coraz szerszych kręgach światowego społeczeństwa, ma też poparcie wielu rządów i organizacji pozarządowych. Należałoby więc szybko opracować i wprowadzić w życie realizację takich programów działań, które — na tyle na ile jest to możliwe — pozwolą pogodzić ekspansję człowieka z utrzymaniem istniejącej różnorodności biologicznej Ziemi. Tu jednak zaczynają się pojawiać pierwsze kłopoty, gdyż dotychczas nikt na świecie nie był w stanie wykazać rzeczywistej liczby gatunków wszystkich organizmów żyjących współcześnie na Ziemi. Podawane przez różnych autorów szacunkowe liczby są tak rozbieżne, że pod względem wartości naukowej są mało wiarygodne. Liczba aktualnie zinwentaryzowanych gatunków wszelkich organizmów, które współcześnie żyją na naszej planecie wynosi około 1.350.000 (wg <http://www.speciesaccounts.org/SPECIES%20LISTS.htm>). Jednak wszyscy naukowcy są zgodni, że jest to tylko część bogactwa gatunkowego Ziemi. Powstaje więc pytanie: jak wielka jest to część? Według ostrożnych obliczeń liczbę gatunków współcześnie żyjących szacuje się na cztery do trzydziestu milionów. Są jednak tacy, którzy mówią nawet o stu milionach!

Okazuje się także, że nie tylko nie znamy realnego bogactwa gatunkowego naszego globu, ale bardzo często nie wiemy, jakie gatunki występują w danym kraju lub jakimś rejonie geograficznym. Często, pomimo długoletnich oraz żmudnych badań nie potrafimy nawet podać składu gatunkowego niewielkiego i prostego ekosystemu (zob. też artykuł „Kłopoty z bioróżnorodnością” w tym numerze *Wszechświata*). Okazuje się, że łatwiej było naukowcom policzyć cząsteczki lub atomy w jednym molu substancji (tzw. liczba Avogadro), bądź też podać liczbę gwiazd na Drozdzie Mlecznej, niż uporać się z poznaniem gatunków żyjących w najbliższym otoczeniu, wśród których żyjemy i

jesteśmy z nimi związani szeregiem różnych relacji, czy się nam to podoba, czy też nie.

Stan poznania różnorodności biologicznej w rozmaitych częściach świata jest bardzo zróżnicowany. Na ogół wiedza ta jest pełniejsza w tych rejonach, w których położone są kraje bogate (jak np. Ameryka Północna i Europa), których rządy hojniej finansują badania naukowe, niż w uboższych rejonach świata, jak np. Afryka, znaczna część Azji i Ameryki Południowej. A właśnie, w tych częściach naszej planety różnorodność biologiczna jest największa. Jeśli dodatkowo uświadomimy sobie, że w różnych krajach, a nawet odmiennych instytucjach tego samego państwa sposób gromadzenia, przechowywania i wykorzystywania informacji o bioróżnorodności bywa bardzo zróżnicowany, uzyskujemy odpowiedź — dlaczego dysponujemy, zarówno tak małą ilością danych, jak również słabymi możliwościami ich łatwego rozpowszechniania i wykorzystania. Właśnie dlatego tak ważne staje się stworzenie jednego i akceptowanego przez wszystkich, ogólnoświatowego systemu gromadzenia oraz przetwarzania danych o bioróżnorodności Ziemi. Narzędzie to jest konieczne naukowcom do badań różnorodności biologicznej i odpowiedniego troszczenia się o nią dla dobra obecnych i przyszłych pokoleń ludzi. Na szczęście, pewne kroki w tym zakresie zaczęto już podejmować, co warto bliżej przedstawić.

Global Biodiversity Information Facility (GBIF) — co to jest i czemu ma służyć?

Global Biodiversity Information Facility (Światowa Sieć Informacji o Bioróżnorodności), w skrócie GBIF (www.gbif.org), jest właśnie próbą stworzenia takiego systemu. Koncepcja utworzenia GBIF powstała w wyniku pracy ekspertów z kilkudziesięciu krajów świata, początkowo pod egidą *MegaScience Forum* OECD. Formalnie jednak GBIF rozpoczął swoją działalność w marcu 2001 roku. Za podstawę działania tej sieci przyjęto dokument założycielski zatytułowany „Memorandum of Understanding” (MoU). Dokument ten określa cele, zasady uczestnictwa, sposób działania oraz strukturę i finansowanie GBIF. MoU jest więc rodzajem wielostronnej umowy zawieranej na pięcioletnie okresy.

Cele GBIF

GBIF jest rozproszoną strukturą informatyczną gromadzącą wystandaryzowane dane o bioróżnorodności, która umożliwia ich łączenie z danymi molekularnymi, ekologicznymi, klimatycznymi, itd. Swoim zasięgiem sieć ta zamierza objąć wszystkie istniejące na świecie źródła informacji o różnorodności biologicznej. Wszystkie dane o bioróżnorodności znajdujące się obecnie w zasobach GBIF dostępne są do powszechnego użytku poprzez system dostępu (portal GBIF), a korzystanie z nich jest bezpłatne. Podstawowe cele Światowej Sieci Informacji o Bioróżnorodności można więc zdefiniować następująco:

- gromadzenie istniejących na świecie danych o bioróżnorodności w jednym spójnym systemie o zasięgu ogólnoświatowym;

- opracowanie i wdrożenie standardów dotyczących danych o bioróżnorodności oraz sposobów ich prezentacji:

- udostępnienie światowych danych o bioróżnorodności wszystkim zainteresowanym odbiorcom (w tym przede wszystkim placówkom naukowym).

Udostępniane przez GBIF dane o bioróżnorodności są chronione zapisami zapewniającymi respektowanie praw własności intelektualnej. Każda dostępna w sieci informacja (tzw. rekord danych) powinna zawierać także dane o jej pochodzeniu i właścicielu. Jakikolwiek przypadek wykorzystania tych wiadomości powinien być przez użytkownika odpowiednio cytowany podobnie, jak w przypadku publikacji naukowych. Ponadto właściciele danych mogą także wymagać zamieszczania dodatkowych informacji o bazach, z których one pochodzą. Użytkownicy danych dostępnych w GBIF są również zobowiązani do przestrzegania innych zasad i warunków korzystania, jeśli wymaga tego ich właściciel. Wszelkie dodatkowe wymagania są zwykle zamieszczone wraz z informacją o zbiorach i ich posiadaczach.

Zasady uczestnictwa w GBIF

W dokumencie *Memorandum of Understanding* wyróżniono dwie kategorie członkostwa w GBIF: 1) członek pełnoprawny (ang. *Voting Participant*) i 2) członek stowarzyszony (ang. *Associate Participant*). Ci z ostatniej grupy nie posiadają prawa głosu przy podejmowaniu decyzji dotyczących GBIF, ale nie są też zobowiązani do płacenia składek członkowskich. Członkiem GBIF może zostać każde państwo lub organizacja międzyrządowa. Warunkiem uczestnictwa jest parafowanie MoU. W dniu przesłania artykułu do Redakcji GBIF zrzeszał 25 krajów — członków pełnoprawnych, 16 krajów — członków stowarzyszonych oraz 31 międzynarodowych organizacji — członków stowarzyszonych, reprezentujących wszystkie kontynenty (ryc. 1). Każdy członek GBIF zobowiązany jest do utworzenia własnego (krajowego, lokalnego) ośrodka, tzw. węzła danych o bioróżnorodności i udostępnienia tych informacji poprzez sieć GBIF. Obecnie (stan na dzień przesłania artykułu do Redakcji) baza danych GBIF liczy 120.114.905 rekordów, pochodzących z 1032 zbiorów danych, reprezentowanych przez 200 dostarczycieli danych (od ang. *data providers*). Jednakże liczba rekordów rośnie z dnia na dzień i aktualnie jest ich już zapewne dużo więcej. Zresztą każdy z Czytelników może się o tym przekonać osobiście wchodząc do Internetu na stronę GBIF (<http://www.gbif.org/>).



Ryc. 1. Członkowie sieci GBIF (zaznaczono na czerwono)

Struktura GBIF

Powołana została Rada Zarządzająca (ang. *Governing Board*), w skład której wchodzi po jednym przedstawicielu

wszystkich członków GBIF. Na jej czele stoi Przewodniczący (ang. *Executive Secretary*). Zbiera się ona na posiedzenia raz w roku i podejmuje wszelkie decyzje dotyczące działalności GBIF. Przyjmuje roczne sprawozdania z działalności, zatwierdza budżet organizacji itp. Spośród członków Rady Zarządzającej wybierani są przedstawiciele do poszczególnych Komisji (np. Komisja Budżetowa, Komisja ds. Nauki). Koordynację całej Sieci prowadzi Sekretariat. Ma on swoją siedzibę w budynku Muzeum Zoologicznego Uniwersytetu w Kopenhadze, w Danii. Działalność GBIF finansowana jest w całości ze składek członków pełnoprawnych (wysokość składki jest zależna od możliwości kraju członkowskiego); zewnętrzne źródła finansowania mają charakter okazjonalny i jedynie wspomagają działalność GBIF. Budżet przeznaczony jest na bieżącą działalność GBIF (praca Sekretariatu, organizacja posiedzeń Rady Zarządzającej). Jego część kierowana jest także dla wspomagania rozwoju Sieci (wspomaganie informatyczne uczestników — szkolenia, wizyty specjalistów, konkursy programów badawczych wykorzystujących istniejące bazy danych).

Uczestnictwo Polski w GBIF

Polska przystąpiła do GBIF w marcu 2001 r. jako Członek Stowarzyszony, zobowiązując się tym samym do udostępnienia krajowych danych dotyczących bioróżnorodności oraz do utworzenia polskich struktur w ramach tej sieci. Zadanie to od stycznia 2004 roku spełnia Krajowa Sieć Informacji o Bioróżnorodności (KSIB), która została powołana na mocy decyzji Uczestników-Założycieli działających w oparciu o dokument Komitetu Badań Naukowych Nr 115/E-343/SPB/MSN/P-04/DWM721/2003–2004 z dnia 09.12.2003 r. Jednostką koordynującą jej pracę jest Węzeł Krajowy (ang. *National Node*), zlokalizowany na Wydziale Biologii Uniwersytetu Warszawskiego. Najistotniejszymi jego elementami są tzw. Węzły Danych (ang. *Data Nodes*). Reprezentują je jednostki informatyczne poszczególnych Uczestników. Jednostki te udostępniają dane, które poprzez KSIB trafiają do Sieci GBIF.

Rolą Węzła Krajowego jest nawiązywanie kontaktów z instytucjami i organizacjami posiadającymi cenne zasoby danych o bioróżnorodności, zachęcanie ich do współpracy oraz zapewnienie wspólnej platformy przepływu informacji (obsługa informatyczna). Do jego zadań należy między innymi utworzenie rejestru informacji o zasobach wszystkich krajowych źródeł informacji o bioróżnorodności (tzw. baza metadanych, od ang. *metadata* — informacja o informacji). Ma również za zadanie opracowanie standardów usprawniających pracę nad digitalizacją danych istniejących w formie innej niż elektroniczna oraz standardów zarządzania i wymiany informacji przez Uczestników Sieci. Odbywa się to m.in. poprzez udostępnianie dla członków Sieci referencyjnych baz informacji geograficznych oraz taksonomicznych.

Do innych z podstawowych zadań Węzła Krajowego KSIB należy także zapewnienie polskim naukowcom łatwiejszego dostępu do informacji znajdujących się w sieci GBIF, szczególną uwagę poświęcając jej polskiej części. Tak jak pozostali Uczestnicy KSIB, Węzeł Krajowy również gromadzi dane związane z różnorodnością biologiczną,

pełniąc tym samym równocześnie funkcję Węzła Danych. Prowadzi także szkolenia przeznaczone dla Uczestników Sieci w zakresie organizacji i udostępniania danych. KSIB korzysta z nieodpłatnej pomocy GBIF w zakresie instalacji i użytkowania niezbędnego oprogramowania.

Aktualnie Krajowa Sieć Informacji o Bioróżnorodności zrzesza 27 Uczestników (ryc. 2, tab. 2). Posiada ona własną stronę internetową (www.ksib.pl), na której znajdują się wszystkie niezbędne informacje o jej działalności. Według stanu na dzień przesłania artykułu do Redakcji 22 polskich Uczestników KSIB dostarcza łącznie do światowej Sieci GBIF 989.528 rekordów danych. Liczba ta stale wzrasta i sądzimy, że przekroczy milion już w momencie oddawania tego numeru Wszechświata do rąk Czytelników (ryc. 3).

Tabela 2. Lista Uczestników KSIB (stan na dzień przesłania artykułu do Redakcji)

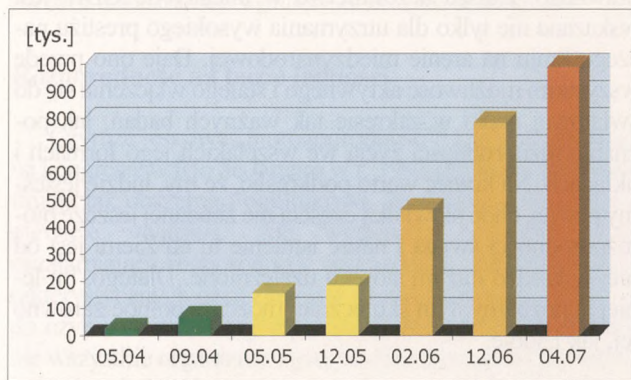
Instytucje	
1.	Białowiecki Park Narodowy
2.	Instytut Badawczy Leśnictwa, Zakład Lasów Naturalnych, Białowieża
3.	Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego, Warszawa
4.	Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików
5.	Muzeum Górnśląskie, Bytom
6.	Narodowy Instytut Leków, Warszawa
Polska Akademia Nauk:	
7.	Instytut Biochemii i Biofizyki, Warszawa
8.	Instytut Dendrologii, Kórnik
9.	Instytut Ochrony Przyrody, Kraków
10.	Instytut Systematyki i Ewolucji Zwierząt, Kraków
11.	Muzeum i Instytut Zoologii, Warszawa
12.	Zakład Badania Ssaków, Białowieża
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego:	
13.	Katedra Entomologii Stosowanej Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Biologiczno-Chemiczny:
14.	Instytut Biologii Uniwersytet Gdański, Wydział Biologii, Geografii i Oceanologii:
15.	Katedra Taksonomii Roślin i Ochrony Przyrody
16.	Stacja Badania Wędrówek Ptaków Uniwersytet Jagielloński, Wydział Biologii i Nauk o Ziemi:
17.	Instytut Nauk o Środowisku
18.	Instytut Zoologii Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Wydział Biologii i Nauk o Ziemi:
19.	Instytut Ekologii i Ochrony Środowiska Uniwersytet Opolski, Wydział Przyrodniczo-Techniczny:
20.	Katedra Biosystematyki Uniwersytet Śląski, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska:
21.	Katedra Botaniki Systematycznej Uniwersytet Warszawski, Wydział Biologii:
22.	Białowiecka Stacja Geobotaniczna
23.	Ogród Botaniczny wraz z Zielnikiem
24.	Węzeł Krajowy Uniwersytet Wrocławski:
25.	Wydział Nauk Biologicznych
26.	Muzeum Przyrodnicze
Organizacje	
27.	Stowarzyszenie dla Natury WILK

Sposób działania Sieci Krajowej jest zbliżony do funkcjonowania GBIF i opiera się na podobnych założeniach oraz technologiach. Podstawą jest wspólna platforma wymiany danych, umożliwiająca działanie w rozproszonej strukturze, bez konieczności tworzenia centralnego systemu. Dzięki takiemu rozwiązaniu Uczestnicy Sieci zachowują pełną kontrolę nad udostępnianymi danymi, możliwość roz-



Ryc. 2. Uczestnicy (czarne pola) Krajowej Sieci Informacji o Bioróżnorodności (KSIB)

budowywania i modyfikacji swoich baz danych oraz prawo decyzji, co do treści udostępnianych informacji. Na nich jednakże spoczywa obowiązek dbania o najwyższą jakość danych oraz podtrzymywania połączenia z Siecią. Dzięki przyjętemu przez GBIF wdrożeniu rozwiązań technologicznych i dostosowaniu struktury, Uczestnicy KSIB są automatycznie rozpoznawani przez Sieć światową, a udostępniane przez nich dane widoczne poprzez system dostępu (Portal GBIF).



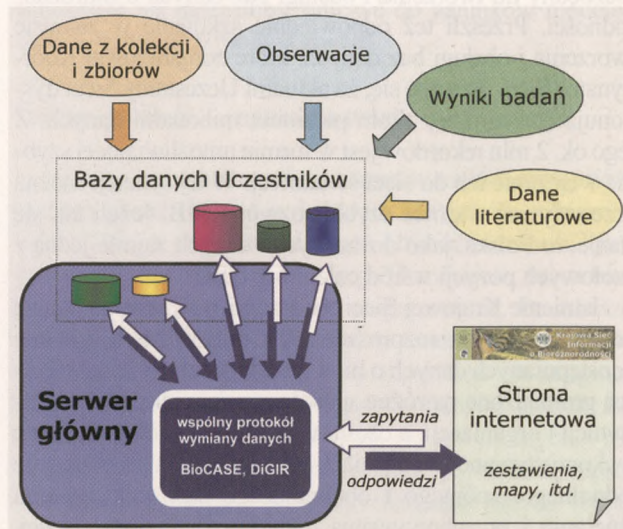
Ryc. 3. Przyrost liczby rekordów w zasobach KSIB

Jak to wygląda dokładniej? Wspólne standardy wymiany danych, dzięki którym w ogóle możliwe jest utworzenie sieci, wykorzystują język XML (ang. *Extensible Markup Language*). Umożliwia on przesyłanie danych w ściśle określonym, a jednocześnie elastycznym układzie. Dane o występowaniu gatunków roślin i zwierząt, które wędrują od komputera do komputera, są niejako „zapakowane” w standardowy sposób, przy czym w tej „paczce”, utworzonej przez strukturę XML, każdy element ma swoje wyznaczone miejsce. Jedyne, czego potrzeba, to aby maszyna, a właściwie aplikacja wysyłająca umiała dane „zapakować”, a aplikacja na komputerze odbiorczym odpowiednio wydobyć je z „opakowania”.

To rozwiązanie sprawia, że bazy danych, przechowujące informacje Uczestników sieci, nie muszą mieć takiej samej struktury i działać w tym samym systemie. Ko-

nieczne jest jedynie, aby program komunikujący się z Siecią pobierał dane z bazy i „pakował” je w sposób zgodny ze standardem. Obecnie w KSIB, jak i w GBIF, wykorzystywane są dwa standardy wymiany danych (dwa sposoby „opakowywania”) — ABCD (od *Access to Biological Collection Data*) oraz Darwin Core (w skrócie DwC). Pierwszy z nich przesyłany jest protokołem BioCASE (od *Biological Collection Access Services*), drugi za pomocą protokołu DiGIR (od *Distributed Generic Information Retrieval*). ABCD jest rozwiązaniem preferowanym w Sieci Krajowej, jako narzędzie bardziej wszechstronne, nadające się do każdego typu danych. DwC to z kolei schemat dużo prostszy, o mniej skomplikowanym układzie, ale z założenia przeznaczony do danych zoologicznych (z racji swojej historii — został opracowany do obsługi sieci MANS, łączącej amerykańskie muzea zoologiczne).

Bazy poszczególnych Węzłów Danych, należące do Uczestników Sieci, mogą udostępniać dane z niezależnych serwerów lub z serwera głównego w Węzle Krajowym, jeśli jest taka potrzeba (ryc. 4). Użytkownik Sieci, otwierając stronę internetową KSIB, może dotrzeć do zasobów poszczególnych Węzłów, uzyskując listy gatunków i szczegółowe dane o rekordach udostępnionych z ich baz. W dalszym etapie możliwe będzie kierowanie zapytań do wielu baz jednocześnie, analogicznie do funkcji dostępnych obecnie w Portalu GBIF, tyle że w odniesieniu do danych pochodzących z węzłów krajowych.



Ryc. 4. Schemat funkcjonowania KSIB: informacje z różnego typu źródeł gromadzone są w bazach danych o układzie zależnym od ich właścicieli. Część z nich znajduje się na serwerze Węzła Krajowego, a część na serwerach lokalnych. Osią systemu jest wspólny sposób wymiany danych (protokół), przekazujący zapytania ze strony internetowej do odpowiednich baz i zbierający od nich odpowiedzi w jednolitej formie

Perspektywy rozwoju GBIF

Pierwsze porozumienie *Memorandum of Understanding*, na mocy którego istnieje GBIF, wygasło w marcu 2006 r. — pięć lat po jego podpisaniu przez Członków-Założycieli. Obecnie GBIF działa w oparciu o nowe MoU — tzw. MoU-2, w którym w stosunku do poprzedniego dokonane zostały niewielkie zmiany. Tworząc nowy dokument na ko-

lejne pięć lat działalności Rada Zarządzająca GBIF oceniła dokonania pierwszych pięciu lat. Wszyscy uczestnicy Sieci Światowej biorący udział w pracach Rady zdecydowanie poparli propozycję kontynuowania działalności GBIF. Podkreślano znaczenie GBIF dla integracji i rozwoju nauki światowej, a także dla ochrony zasobów bioróżnorodności w skali świata. Podkreślano także, że pierwsze pięć lat działalności GBIF, choć zakończone sukcesem, należy traktować jako wstępne — przygotowujące pracę na przyszłe lata. Zwrócono także uwagę na fakt, iż GBIF jest organizacją niezależną finansowo — jej działalność opiera się niemal wyłącznie na własnym, dobrowolnym finansowaniu przez członków. W odróżnieniu od innych inicjatyw o podobnym profilu, finansowanych ze źródeł zewnętrznych, działalność GBIF nie jest więc narażona na niebezpieczeństwo zaprzestania pracy na skutek braku środków, a działalność organizacji może trwać tak długo, jak długo jej członkowie będą mieli wolę jej finansowania. Stwarza to dobre perspektywy wieloletniej działalności GBIF, a tylko taka ma sens.

Perspektywy rozwoju KSIB

Krajowa Sieć informacji o bioróżnorodności uzyskała finansowanie na lata 2005–2008 (Decyzja Ministra Nauki — Przewodniczącego KBN Nr 115/E-343/SPB/MSN/P-04/DWM 27/2005–2008 z dnia 26.01.2005 r. Wszyscy jej Uczestnicy wyposażeni zostali w sprzęt komputerowy niezbędny do tworzenia i obsługi baz danych o bioróżnorodności. Przeszli też odpowiednie szkolenie w zakresie tworzenia i obsługi baz danych, które zorganizował Koordynator Sieci. Szacuje się, że aktualni Uczestnicy Sieci dysponują co najmniej około pięcioma milionami danych. Z tego ok. 2 mln rekordów jest w formie umożliwiającej szybkie włączenie ich do sieci światowej. W tej sytuacji można przewidywać wkrótce szybki rozwój KSIB. Jeżeli tak się stanie, to Polska, jako dostarczyciel danych zajmie jedną z czołowych pozycji wśród członków GBIF.

Istnienie Krajowej Sieci stwarza niepowtarzalną okazję do zintegrowania rozproszonych i dotychczas niechętnie udostępnianych danych o bioróżnorodności, które są w Polsce gromadzone na różne sposoby przez wiele różnych instytucji i organizacji, a często wcale lub w ogóle nie są one wykorzystywane w badaniach naukowych. Wprowadzenie jednolitego, spójnego i obejmującego cały kraj systemu zbierania i przechowywania danych o bioróżnorodności, zintegrowanego ze światową siecią powinno być celem nadrzędnym, jaki stawia sobie KSIB. Pierwsze lata działalności KSIB stworzyły dobrą podstawę do tego. Do najważniejszych zadań Koordynatora polskiej Sieci powinny w najbliższej przyszłości należeć:

— wskazanie wszystkich instytucji, organizacji i osób prywatnych będących w posiadaniu wiarygodnych danych o bioróżnorodności i włączenie ich do Sieci Krajowej. Wstępne oceny pozwalają przewidywać, że liczba członków — Uczestników KSIB powinna wzrosnąć do około 40;

— stworzenie jednego, zwartego systemu informatycznego obsługującego bazy danych wszystkich członków KSIB, zintegrowanego z systemem światowym GBIF;

— utworzenie i udostępnienie wszystkim członkom KSIB referencyjnych baz danych (dane geograficzne, klimatyczne, hydrologiczne i in.);

— opracowanie i udostępnienie wszystkim członkom KSIB jednolitego systemu opracowywania i prezentacji danych o bioróżnorodności;

— wypracowanie w przyszłości jednolitego systemu monitoringu bioróżnorodności, funkcjonującego w skali całego kraju, który objąłby wszystkie występujące w Polsce grupy organizmów żywych; informacje te uzupełniałyby na bieżąco istniejące bazy danych;

— udostępnianie istniejących baz danych jako niezbędnego źródła informacji dla wszelkich analiz dotyczących aktualnego stanu i zagrożenia środowiska oraz dla prognozowania zachodzących w nim zmian.

Dla realizacji tych celów niezbędna jest stabilność oraz znacząca poprawa finansowania Krajowej Sieci Informacji o Bioróżnorodności przez środki budżetowe naszego państwa. Niewątpliwie Polska powinna kontynuować uczestnictwo w GBIF, nawet w przypadku zaistnienia konieczności zmiany statusu członka stowarzyszonego na pełnoprawnego. Dalsze uczestnictwo w inicjatywie GBIF jest wskazane nie tylko dla utrzymania wysokiego prestiżu naszego kraju na arenie międzynarodowej. Daje ono przede wszystkim możliwość aktywnego i stałego włączenia się do światowej nauki w zakresie tak ważnych badań, jak poznanie różnorodności życia we wszelakich jego formach i układach. Na koniec warto podkreślić, że my, ludzie jesteśmy pewną, choć niewielką częścią nie zbadanej jeszcze bioróżnorodności świata i nasze istnienie tu na Ziemi jest od niej w bardzo dużym stopniu uzależnione. Dlatego, im lepiej ją poznamy, tym skuteczniej możemy pomóc zarówno jej, jak i sobie.

Wpłynęło 29.06.2007

Prof. dr hab. Michał Kozakiewicz jest kierownikiem Zakładu Ekologii na Wydziale Biologii Uniwersytetu Warszawskiego. Pełni też funkcję koordynatora Węzła Krajowego KSIB.

Dr Piotr Tykarski jest adiunktem w Zakładzie Ekologii na Wydziale Biologii UW. Zajmuje się ekologią owadów saproksylicznych, a w KSIB odpowiada za organizację i udostępnianie baz danych.

January WEINER (Kraków)

KŁOPOTY Z BIORÓŻNORODNOŚCIĄ

Termin „bioróżnorodność”, który zrobił niezwykłą karierę w środkach masowego przekazu, jak wiele innych słów podchwyconych i rozpowszechnianych przez media jest językowo błędny: nie powinno się łączyć obcojęzycznego przedrostka z rodzimym rdzeniem; poprawnie byłoby mówić i pisać „różnorodność biotyczna”, albo „różnorodność życia”. Ale trudno, termin się utrwalił i szkoda czasu na jego rugowanie, podobnie jak nie ma już nadziei na przywrócenie językowi polskiemu właściwego znaczenia słowa „ekologia”. Zresztą, w swojej konstrukcji termin „bioróżnorodność” przypomina inną hybrydę — mianowicie słowo „pseudonauka”, a bez tego pojęcia już nie można się obejść.

The variability among living organisms from all sources including, inter alia, terrestrial, marine and other aquatic ecosystems and the ecological complexes of which they are part; this includes diversity within species, between species and of ecosystems.

„Zmienność organizmów żywych pochodzących zewsząd, włączając, między innymi, ekosystemy lądowe, morskie i inne ekosystemy wodne, oraz zespoły ekologiczne, których część stanowią; obejmuje to różnorodność wewnątrzgatunkową, międzygatunkową i różnorodność ekosystemów”

Definicja bioróżnorodności wg Konwencji ONZ, Rio de Janeiro, 1992

Różnorodność na bazie jedności

Czymże jest owa „bioróżnorodność”? Definicję podano na kongresie w Rio de Janeiro w r. 1992 [ramka] i jest to definicja tak obszerna i ogólnikowa, że obejmuje wszystko i niewiele wyjaśnia. Ale wystarczy powiedzieć, że oszałamiająca różnorodność jest jedną z najbardziej charakterystycznych cech zjawiska zwanego życiem. Mamy tu do czynienia ze szczególnym paradoksem, bo równocześnie wszystkie organizmy żywe na Ziemi przejawiają fundamentalną jedność w swojej budowie i funkcjonowaniu. Jedność ta posunięta jest tak daleko, że wszystkim tym organizmom musimy przypisać pochodzenie od wspólnego przodka. A jednak — nie ma dwóch jednakowych organizmów i nawet klony, na przykład bliźniacy jednojajowi, różnią się od siebie dość wyraźnie. Formy życia na Ziemi przejawiają się w postaci wielkiej liczby różnorodnych gatunków, łączących się urozmaicone zespoły (biocenozy, ekosystemy). Fascynacja tymi dwoma aspektami życia na Ziemi leży u podstaw biologii. Nauka ta, od początku swojego nowoczesnego rozwoju, z różnym natężeniem koncentrowała się raz na jednym, raz na drugim z tych aspektów.

W początkowym okresie rozwoju naukowej biologii, począwszy od Buffona i Linneusza, przeważało zainteresowanie różnorodnością przejawów życia: naturaliści z zapałem opisywali i klasyfikowali coraz to nowe gatunki roślin i zwierząt, zwracając uwagę na cechy, którymi się różnią. Rozwijała się metoda porównawcza, dzięki której opisano bogactwo strategii życiowych, planów budowy i nieograni-

czoną różnorodność adaptacji organizmów. Powstawała ogromna wiedza faktograficzna, trudna do uogólnienia innego niż hierarchiczne klasyfikowanie (wynalazek Linneusza), dopóki Darwin nie przedstawił swojej genialnie prostej teorii doboru naturalnego.

Równolegle rozwijało się i z czasem uzyskało przewagę podejście badawcze koncentrujące się na jedności życia. Temu podejściu zawdzięczamy rozwój takich dziedzin, jak biochemia, biofizyka, biologia molekularna, cytologia, genetyka i inne nauki o wspólnych cechach żywych organizmów. Ogromny postęp tych dziedzin możliwy był, między innymi, dzięki zignorowaniu różnorodności życia, po to by skupić się na badaniu kilku, początkowo nie więcej niż tuzin gatunków, reprezentujących miliony obecnie żyjących i pewnie miliardy wymarłych gatunków, występujących na tej planecie: przysłowiowej świnki morskiej (tę zaangażował do roli modelu badawczego już Lavoisier), muszki owocowej, białej myszy czy pałeczki okrężnicy. Stosunkowo niedawno doszedł jeszcze nicień *Caenorhabditis elegans* i roślina — rzodkiewnik pospolity *Arabidopsis thaliana*. Ten sposób uprawiania biologii przyczynił się do tryumfu tej dziedziny i dał podwaliny naukowej medycynie (człowieka też należałoby zaliczyć do gatunków modelowych w badaniach biologicznych).

Teoria ewolucji — naczelną teorią całej biologii

W ostatnich latach szala zainteresowań biologów znów zaczyna przechylać się w kierunku przejawów różnorodności życia, a popularność słowa „bioróżnorodność” jest jednym z przejawów tej tendencji. Oczywiście, praca biologów w tym aspekcie trwała nieprzerwanie, bo zawsze uprawiano taksonomię, florystykę, faunistykę i ekologię zespołów, ale dyscypliny te były zepchnięte na marginesy biologii. Wciąż dostarczały nowych faktów, jednak ich podstawy teoretyczne nie rozwijały się równie szybko, jak w innych dziedzinach. W historii biologii badacze reprezentujący te odmienne podejścia nierzadko dawali wyraz wzajemnemu lekceważeniu, w czym zazwyczaj celowali ci, którzy w danym momencie odnosili bardziej spektakularne sukcesy. Można mieć nadzieję, że teraz emocje te wygasną, gdyż zupełnie oczywisty staje się fakt, iż oba podejścia są ściśle komplementarne. Czas rekoncylacji nadchodzi nie tylko dlatego, że biologom molekularnym przestają wystarczać nieliczne gatunki modelowe i — aby rozwiązywać problemy specyficzne dla swojej dyscypliny — muszą sięgać po coraz to inne organizmy, zaś ekologowie i systematycy wzbogacają warsztat o techniki podpatrzone w laboratoriach molekularnych. Powody są głębsze: biologia molekularna i komórkowa, a nawet nauki biomedyczne, dojrzały do uwzględniania w swoich badaniach naczelnej teorii całej biologii — teorii doboru naturalnego. Wyjaśnienia zjawisk badanych przez biologów nie są kompletne, o ile nie uwzględnimy kontekstu ewolucyjnego, a ten zazwyczaj wy-

maga uwzględnienia immanentnej zmienności i różnorodności przejawów życia.

Po drugie, sukcesy tych gałęzi biologii, które służą m.in. medycynie czy rolnictwu (np. fizjologii, cytologii, genetyki, biologii molekularnej) nie wystarczają by rozwiązać najbardziej palące problemy ludzkości. Zdajemy sobie coraz lepiej sprawę z tego, że aby zapewnić sobie długie i szczęśliwe życie, musimy dbać nie tylko o nasze zdrowie, ale też pilnie musimy się zająć zdrowiem i szansą długiego trwania całej biosfery. A tu nie wystarczy zajmowanie się tylko kilkoma modelowymi organizmami, gdyż trzeba także zrozumieć, jak funkcjonują wielogatunkowe zespoły organizmów. A więc, trzeba się zająć różnorodnością życia, a to jest domena naukowej ekologii. Aby wyjaśniać wzorce i procesy przebiegające na poziomie populacyjnym czy ekosystemowym dzisiejsi ekolodzy muszą jednak sięgnąć do poziomu komórek i molekuł. Podobnie, systematycy, dążący do uogólnień poprzez odtwarzanie filogenetycznych związków między organizmami, muszą sięgać do ustalania pokrewieństw metodami molekularnymi. Fundamentalna, paradygmatyczna teoria całej biologii — teoria ewolucji — w sposób harmonijny łączy zatem oba podejścia, podkreślające jedność i różnorodność życia. Integracja całej biologii staje się faktem.

Dlaczego tak trudno jest badać bioróżnorodność?

Różnorodność życia przejawia się na wielu poziomach, począwszy od poziomu molekularnego (geny, białka), a skończywszy na ekosystemalnym. Osobniki należące do tego samego gatunku różnią się genotypem (polimorfizm genetyczny), nawet osobniki genetycznie jednakowe mogą się różnić fenotypowo. To wszystko składa się na różnorodność biotyczną. Słowo „bioróżnorodność” używane jest jednak najczęściej w odniesieniu do bogactwa gatunkowego, to znaczy do liczby gatunków, które żyją na jakimś obszarze, albo — wszystkich gatunków żyjących na naszej planecie.

Trudnym do pojęcia paradoksem jest to, że mimo kilkusetletniej pracy botaników i zoologów nawet w przybliżeniu nie wiemy, ile gatunków żyje obecnie na Ziemi. Co więcej, nie potrafimy (z bardzo niewieloma wyjątkami) podać kompletnej listy znanych już gatunków, zasiedlających choćby niewielki, pozornie dobrze zbadany fragment powierzchni naszej planety, na przykład skwerk przed wydziałem biologii wielkiego uniwersytetu. Ba, może się zdarzyć, że na takim skwerku żyje jakiś gatunek pierwotniaka albo bezkręgowca wciąż jeszcze nieznanym nauce!

Skoro nie znamy tak prostych, wydawałoby się, danych, to nic dziwnego, że trudno nam zrozumieć zasady funkcjonowania ekosystemów. Zapóźnienie ekologii w stosunku do innych działów biologii tylko częściowo można przypisać temu, że przez dziesiątki lat ogromna większość najbardziej ambitnych badaczy, uzbrojona w lwią część środków na badania przyrodnicze, koncentrowała się na aspekcie „jednościowym” życia. Przyczyną jest i to, że aspekty „różnorodnościowe” są pod względem praktyki i metodologii badań szczególnie trudne i niewdzięczne. Podstawą wszelkich badań ekosystemowych i biocenotycznych powinna być — banalna, zdawałoby się — identyfikacja obiektu badań. Skoro badamy las — no to spisujemy naj-

pierw, z jakich organizmów się składa. W praktyce jest to trudność nie do pokonania.

Można to zilustrować na konkretnym przykładzie pewnego projektu badawczego, którego celem było ustalenie, jak poszczególne gatunki drzew leśnych, poprzez zmiany w chemizmie gleby, wpływają na warunki życia innych organizmów i w konsekwencji — funkcjonowanie całego ekosystemu. Jako model badawczy wybrano bardzo prosty i ubogi w gatunki układ doświadczalny, złożony z szeregu poletek porośniętych 30-letnimi monokulturami drzew. Stosunkowo szybko można się było uporać ze zintegrowanym opisem podstawowych funkcji tych modelowych ekosystemów — chemizmu gleb, tempa produkcji i dekompozycji materii organicznej itd. Znacznie trudniejsze okazało się ustalenie, jak organizmy w rzeczywistości realizują te procesy, a bez tego trudno wyjaśnić, skąd biorą się zaobserwowane różnice. Dość szybko spisano rośliny runa — łącznie około 50 gatunków; grzybów znaleziono blisko 300 gatunków, tutaj już musiano się uciec do metod molekularnych. Po żmudnych badaniach taksonomicznych okazało się, że w skład samej tylko fauny drapieżnych chrząszczy tych niepozornych lasów wchodzi m.in. około 80 gatunków z rodziny kusakowatych, około 40 gatunków biegaczowatych, a obok drapieżnych są przecież jeszcze inne chrząszcze — liczne ryjkowce, żuki i tak dalej. Drapieżnikami dna lasu są też pajęczaki (kilkadziesiąt gatunków) i niektóre wiję. W glebie żyje prawie 20 gatunków wazonkowców, nie mniej niż 6 gatunków dżdżownic i blisko 60 gatunków skoczogonków. Aby to ustalić trzeba było zidentyfikować do gatunku setki tysięcy osobników! A to przecież nie koniec fauny (badania trwają), gatunki nicieni i roztoczy można liczyć na setki, a są jeszcze muchówki, skorupiaki, mięczaki i Bóg wie co jeszcze. W omawianym projekcie nie do wszystkich grup znaleźli się odpowiedni taksonomie, niezajęci akurat innymi projektami. Problem polega na tym, że specjalistów potrafiących odróżniać gatunki w obrębie poszczególnych grup taksonomicznych, w kraju takim jak Polska można liczyć na palcach jednej — a co najwyżej dwóch rąk (w innych krajach, gdzie przez dziesięciolecia zbyt jednostronnie rozwijano biologię, bywa jeszcze gorzej). Nabycie umiejętności taksonoma oznacza bowiem zazwyczaj poświęcenie całego życia badaniu wybranej grupy organizmów. Sporządzenie listy gatunków jednej tylko rodziny chrząszczy w małym, ubogim lasu, to kilka miesięcy żmudnej pracy przy mikroskopie. A to dopiero początek badań! Jakiegokolwiek ogólne wnioski na temat zasad funkcjonowania zespołów organizmów w ekosystemach leśnych wymagają przebadania wielu takich ekosystemów, z uwzględnieniem zmienności geograficznej i sezonowej, a najlepiej — z zastosowaniem manipulacji eksperymentalnych. Nic też dziwnego, że ukuto żartobliwy, niby-prawniczy termin *impedimentum taxonomicum* („przeszkoda taksonomiczna”), który oznacza fundamentalną trudność, hamującą badania ekologiczne już na samym początku każdego projektu. Warto przy tym pamiętać, że w równikowym lesie deszczowym liczba gatunków chrząszczy, żyjących na kilku zaledwie takich samych drzewach może wynosić kilka tysięcy (uwaga: gatunków, nie osobników!). Ekolodzy uciekają się do sposobów pozwalających obejść tę trudność — skupiają się na uogólnionych wskaźnikach funkcjonalnych, ignorując skład gatunkowy

biocenozy, albo wybierają grupy organizmów stosunkowo łatwe do identyfikacji. Większość naszej wiedzy o funkcjonowaniu biocenoz i ekosystemów wywodzi się z uogólniania obserwacji poczynionych na tych grupach organizmów, które same są stosunkowo mało różnorodne: rośliny kwiatowe, ptaki, duże motyle dzienne (znawcy tych grup taksonomicznych występują też zazwyczaj w znacznej obfitości). Przypomina to jednak szukanie zgubionego zegarka pod latarnią (bo tam jaśniej), zamiast tam, gdzie go zgubiono. Można mieć wątpliwości, czy uogólnienia te są miarodajne, bo wiadomo wszak, że podstawowe funkcje ekosystemów realizują przede wszystkim najbardziej niepozorne i najtrudniejsze do identyfikacji bakterie, grzyby, czy drobne bezkręgowce.

Nadzieja na to, że dzięki zastosowaniu metod molekularnych tempo identyfikowania gatunków wchodzących w skład naturalnych biocenoz i ekosystemów wkrótce ulegnie przyspieszeniu, jest wciąż jeszcze przedwczesna. Rzeczywiście, rozwijane są metody identyfikowania gatunków poprzez badanie ich materiału genetycznego; zwłaszcza w odniesieniu do mikroorganizmów i niektórych małych bezkręgowców (np. nicieni) są już pierwsze sukcesy. Mówiąc najkrócej, metody te polegają na ekstrakowaniu DNA z próbek zebranych w środowisku (np. gleby, osadów dennych czy planktonu) i rozpoznaniu na podstawie identyfikacji DNA, jakie gatunki organizmów tam występowały. Łatwo powiedzieć, ale niezależnie od pokonania wszystkich trudności technicznych, trzeba dysponować „kluczem” do DNA wszystkich organizmów (także tych, o których istnieniu jeszcze nie wiemy). Do tego jeszcze bardzo daleko, a postęp wciąż wymaga ogromnej pracy taksonomów metodami klasycznymi.

Jednym z problemów badania różnorodności życia biosfery jest brak dobrej komunikacji między badaczami, skutkiem czego nie tylko nie wiemy, ile jest jeszcze nieopisanych gatunków na Ziemi, ale nie wiemy też dokładnie ile gatunków już opisano i gdzie występują. Tradycyjny sposób komunikacji, polegający na publikowaniu w czasopiśmie naukowych doniesień o zakończonych badaniach, rozwiązujących jakiś problem, okazuje się niewystarczający. W dokumentacji badań terenowych, w katalogach muzeów przyrodniczych, istnieje mnóstwo danych o występowaniu poszczególnych gatunków w różnych miejscach na Ziemi, ale ta informacja nie ogląda światła dziennego w formie publikacji naukowych, a więc — dostępnej dla ogółu badaczy zainteresowanych bioróżnorodnością. W sukurs przychodzi dzisiejsza technika, która pozwala obejść ten problem poprzez tworzenie powszechnie dostępnych, nieograniczenie pojemnych, a przy tym łatwych do przeszukiwania i uzupełniania komputerowych baz informacji. Ich tworzenie i obsługa wymaga współpracy międzynarodowej, oraz solidarnie ponoszonych sporych kosztów. Jedną z najbardziej znanych baz, jest GBIF — *Global Biodiversity Information Facility* (zob. artykuł „O sieci GBIF i KSIB — jej polskiej części” w tym numerze Wszechświata).

Co dalej z różnorodnością biotyczną Ziemi?

Tymczasem uwagę opinii publicznej przyciąga bioróżnorodność widoczna gołym okiem: bogactwo gatunków

roślin kwiatowych, kręgowców, motyli i tym podobnych. Nie ulega już dziś wątpliwości, że mamy do czynienia z szybką redukcją różnorodności biotycznej w większości ekosystemów planety, głównie za sprawą ingerencji człowieka, który podporządkowuje swoim potrzebom coraz większe obszary, nie tylko bezpośrednio eksploatując zasoby życia (np. bezlitośnie wyławiając resztki populacji wielorybów i wielu gatunków ryb morskich, czy też wymordowując ostatnie nosorożce dla pozyskania rogów, którym przypisuje się czarodziejskie właściwości), ale przede wszystkim — zmieniając naturalne siedliska.

Ocena tempa, w jakim liczba koegzystujących na Ziemi gatunków ulega obecnie redukcji jest trudna i zdania na ten temat są mocno podzielone. Niektórzy badacze podają dość przekonujące argumenty, że tempo to może przypominać jedną z katastrof biosfery, zwanych przez paleontologów „wielkimi wymierzeniami”. Chodzi przede wszystkim o zanik naturalnych siedlisk w rejonach, odznaczających się szczególnie wysokim stopniem endemizmu i spustoszenia powodowane przez rozwlekane przez człowieka różnych gatunków po całym świecie (co powoduje spadek różnorodności i homogenizację faun i flor). Mimo sporów, co do pomiaru tempa obecnych wymierań, wśród badaczy panuje zgoda co do samego faktu i jego względnie dużego natężenia. Wiemy więc, że już nie poznamy wszystkich gatunków, które żyły na Ziemi w tym czasie, kiedy pojawił się jeszcze jeden — *Homo sapiens*, by wkrótce zdominować całą planetę. Ponad wszelką wątpliwość człowiek zastał na Ziemi największą liczbę gatunków, jakie tu kiedykolwiek żyły równocześnie. Rozwojowi cywilizacji towarzyszy stały, coraz szybszy proces wymierania gatunków.

Czy powinno nas to niepokoić? To jeszcze jedno pytanie, na które nie można jednoznacznie odpowiedzieć. Nie wiemy, jak redukcja liczby gatunków wpłynie na funkcjonowanie biosfery. Na pewno nie ma obawy, by tępienie gatunków przez człowieka mogło spowodować destabilizację biosfery w stopniu zagrażającym dalszemu trwaniu życia na Ziemi. Takie obawy, czasem formułowane w mediach, są jeszcze jednym przejawem niebotycznej megalomanii naszego gatunku, który póki co nie daje sobie rady nawet z wysterylizowaniem strzykawki, szkoda więc mówić o sterylizowaniu planet. Życie na Ziemi przetrwało katastrofy, jakich na pewno człowiek nie jest w stanie spowodować. Po każdym kryzysie różnorodność biotyczna biosfery odradzała się z nawiązką — chociaż zwykle zajmowało to dziesiątki milionów lat (dlatego też nie ma co liczyć na to, że ludzkość doczeka się skompensowania obecnych wymierań trwającym wszak nieprzerwanie procesem ewolucji i specjacji). A więc obawa o skutki zmniejszenia bioróżnorodności nie dotyczy życia na Ziemi, tylko zagrożeń dla naszego własnego gatunku; i nie chodzi tu o przetrwanie biologiczne (bo *Homo sapiens* jako gatunek biologiczny okaże się pewnie bardzo odporny na wymarcie), tylko o jakość życia ludzi, która — być może — w bardzo istotny sposób zależy od różnorodności życia biosfery. Nasz gatunek i nasza kultura rozwijały się w warunkach środowiskowych ukształtowanych przez bardzo różnorodny zespół organizmów biosfery. Z historii wiemy, że poszczególne cywilizacje naszego gatunku okazały się bardzo wrażliwe na zmiany środowiska. Nie potrafimy jeszcze przewidzieć, jakie konkretne skutki może mieć redukcja różnorodności dla funk-

cjonowania biosfery, ale uzasadnione są obawy, że skutki dla komfortu życia ludzi mogą być dramatyczne. Zrozumiałe jest zatem zaniepokojenie wielu ludzi, w tym działaczy „ekologicznych”, i wyrażanie przez nich nieraz radykalnych postulatów ochrony bioróżnorodności za wszelką cenę.

Czy jednak celem powinno być maksymalizowanie różnorodności gatunkowej wszędzie gdzie się da? Warto zdać sobie sprawę z tego, że różnorodności życia na naszej planecie nie da się ochronić tylko poprzez odizolowanie od wpływów człowieka jakichś obszarów uznanych za cenne z powodu wysokiej bioróżnorodności. Dopóki nie zrozumimy mechanizmów tworzenia się i stabilizowania na określonym poziomie wielogatunkowych zespołów organizmów, nie będziemy mieli narzędzi do ich ochrony i zachowania całej ich różnorodności.

Jak to jest, że na 1 hektarze lasu równikowego można znaleźć prawie 300 gatunków drzew, a w tajdze zaledwie kilka? Wiadomo, że obszary te różnią się produktywnością (co wynika z warunków abiotycznych, zależnych od klimatu, a więc od szerokości geograficznej), ale ta różnica jest stosunkowo niewielka. Zresztą, dlaczego różnica w ograniczeniu tempa fotosyntezy ma przekładać się na liczbę gatunków żyjących w danym miejscu? To jedno z fundamentalnych pytań, na które naukowcy ekologia poszukuje odpowiedzi od prawie 200 lat, na razie bez powodzenia. Aby wyjaśnić tę zagadkę, obok wielu innych problemów związanych z rozwojem, redukcją i skutkami zmian bioróżnorodności, musi się dokonać poważny postęp w naukowej ekologii.

Współczesna ekologia przechodzi obecnie burzliwy kryzys, polegający na ścieraniu się różnych postulatów teoretycznych, stanowiących podstawę dla modeli wyjaśniających strukturę bioróżnorodności ekosystemów. To dobry znak, bo takie kryzysy zwykle prowadzą do przyspieszenia rozwoju danej dyscypliny. Spory, o których tu mowa, wciąż jeszcze w niewielkim stopniu znajdują odzwierciedlenie w popularnych podręcznikach ekologii, ale można pokrótce wyjaśnić, o co chodzi. Klasyczne podejście do analizy struktury zespołów przywiązuje zasadniczą wagę do działania konkurencji między organizmami. Wychodząc ze znanych modeli konkurencji przewiduje się, iż w danym zespole koegzystować mogą tylko takie gatunki, których nisze ekologiczne zbyt mocno się nie pokrywają. Z czasem koewolucja wielu gatunków (w dużej skali przestrzennej i czasowej) i „dobieranie się” gatunków do lokalnych biocenoz doprowadza do maksymalnego „upakowania” gatunków bardzo wyspecjalizowanych, realizujących tylko część zakresu swoich i tak już wąskich nisz potencjalnych. Gatunki te — w danych warunkach siedliskowych — tworzą zespoły „zrównoważone”, to jest takie, do których nie mogą już dołączyć inne gatunki, a w razie wymarcia któregoś z nich, zastąpić go może jedynie inny gatunek o podobnym wymiarze niszy.

Przeciwstawne podejście (tzw. modele neutralne) wychodzi z założenia, że istniejące zespoły są w znacznej mierze wynikiem działania procesów losowych, a stopień wyspecjalizowania gatunków nie odgrywa zasadniczej roli w ich kształtowaniu (gatunki są sobie równoważne). Sęk w tym, że modele zespołów budowane w oparciu o oba te po-

dejścia, czasem przechodzą pomyślnie przez testy eksperymentalne, a czasem zawodzą. W dalszym ciągu nie ma też rozstrzygających ustaleń na temat tego, co ogranicza liczbę gatunków w zespołach. Nie wiadomo też, jaki wpływ ma liczba gatunków na funkcje ekosystemowe, mimo iż obecnie prowadzone są intensywne badania we wszystkich tych kierunkach, obejmujące zarówno zaawansowane modelowanie matematyczne, jak i trudne, bo długotrwałe i kosztowne badania terenowe. Mówiąc krótko, ekologia bioróżnorodności wciąż nie dysponuje jednolitą i uwiarygodnioną teorią, która pozwalałaby wyjaśniać i przewidywać zjawiska związane ze zmianami różnorodności biotycznej, i to zarówno w skali lokalnej jak globalnej. Ogromnie utrudnia to projektowanie i wdrażanie długofalowych działań praktycznych w celu ochrony bioróżnorodności. Naukowe badania bioróżnorodności nie sprowadzają się więc do spisania możliwie kompletnych list gatunków i obliczania wskaźników dominacji, lecz jest to żmudne i rygorystyczne poszukiwanie ogólnych praw, rządzących koegzystencją wielu gatunków w zespołach biotycznych.

I tutaj pojawia się obawa, że możemy stracić jedyną okazję, aby zbudować taką teorię, ponieważ z powierzchni Ziemi znikają nie tylko poszczególne gatunki, ale całe ich naturalne zespoły; jeżeli ich zabraknie, nie będziemy już mogli wyjaśnić znaczenia poszczególnych interakcji, opisać procesów, warunków stabilności i odwracalności zjawisk. Dlatego takie wielkie znaczenie mają tereny chronione: rezerwy i parki narodowe, a także — ochrona poszczególnych gatunków. Nie chodzi tylko o zachowanie ich jako pomników przyrody dla przyszłych pokoleń, o ich walory estetyczne i wartość etyczną (zob. J. Weiner, 2005: Czy i jak chronić przyrodę w mieście? *Wszechświat* 106, 10/12: 258–263, oraz J. Weiner: *Przyroda Krakowa w twórczości Stanisława Wyspiańskiego*. *Wszechświat* 106, 10/12: 276–280). Ważne jest to, że tereny chronione potrzebne są również — a może przede wszystkim — jako miejsce badań naukowych, gdzie można poznać zasady funkcjonowania ekosystemów. O takim właśnie, poznawczym znaczeniu ochrony przyrody często się zapomina, na plan pierwszy wysuwając aspekt „konsumpcyjny”. Walczący o zachowanie naturalnych, a przynajmniej bogatych w różnorodność biotyczną terenów działacze („ekolodzy”, przez media w naszym kraju zwani bez sensu „ekologami”) nie występują przeciw interesom ludzi dla dobra jakichś żabek czy robaczek, nawet nie to jest najważniejsze, że bronią interesów tych ludzi, dla których owe żabki i żuczki stanowią autentyczną i bardzo cenną wartość, ale może przede wszystkim — próbują chronić długofalowe interesy całej ludzkości. Warunkiem osiągnięcia kompromisu pomiędzy zaspokojeniem doraźnych potrzeb a koniecznością zapobieżenia przyszłym trudnościami, jest dobre zrozumienie istoty problemu: czym jest i jakie znaczenie ma różnorodność biotyczna.

Wpłynęło 29.06.2007

Prof. dr. hab. January Weiner pracuje w Instytucie Nauk o Środowisku Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie.
e-mail: january.weiner@uj.edu.pl

Jarosław K. NOWAKOWSKI (Salino)

BADANIA WĘDRÓWEK PTAKÓW A BIORÓŻNORODNOŚĆ

Ptaki wędrowne — bioróżnorodność dynamiczna

Naukowiec zajmujący się badaniami wędrówek ptaków na pytanie, co jest przedmiotem jego dociekań naukowych odpowie: ewolucja migracji, strategie migracyjne lub fizjologia migracji. Jestem przekonany, że nikt, lub prawie nikt nie odpowiedziałby: „badam bioróżnorodność”. Ale jeśli pytanie byłoby sformułowane inaczej: „Czy badasz bioróżnorodność?” Większość osób, po krótszym lub dłuższym namyśle, odpowiedziałaby: „tak”. Co więcej, ptaki, a w szczególności ptaki wędrowne, przedstawiają szczególnie ciekawy aspekt bioróżnorodności — niezwykle dynamiczny, zmienny w czasie i przestrzeni dosłownie z godziny na godzinę. Około 33% gatunków ptaków Europy opuszcza jesienią miejsca lęgowe i przemieszcza się w rejony tropikalne, do Afryki lub południowej Azji. Dalsze 45% nie opuszcza wprawdzie kontynentu (lub czyni to tylko część osobników), ale przemieszcza się kilkaset do kilku tysięcy kilometrów na południe lub zachód całkowicie lub w znacznym stopniu opuszczając tereny lęgowe. Te wszystkie przemieszczenia powodują, że zimą bioróżnorodność ptaków na północy Europy spada kilkakrotnie. W Polsce, gdzie klimat jest i tak stosunkowo łagodny, liczba gatunków ptaków zimujących (osiadłych i przybyłych z północy) stanowi zaledwie 48% liczby ptaków lęgowych (bioróżnorodność awifauny spada o 52%). Te dane obejmują gatunki wodne utrzymujące się w rejonach przybrzeżnych niezamarzającego Bałtyku oraz te gatunki, które zimą korzystają z pomocy człowieka. W rozległych kompleksach leśnych wschodniej Polski bioróżnorodność ptaków spada zimą znacznie radykalniej. Jednocześnie w Czarnej Afryce — dokąd podąża większość naszych ptaków wędrujących w rejony tropikalne — przybysze z północy zwiększają bioróżnorodność zaledwie o około 10%. Wynika to z faktu, że rodzima, osiadła awifauna w krajach o ciepłym klimacie jest niezwykle różnorodna — w przypadku Afryki na południe od Sahary jest to blisko 2 tys. gatunków lęgowych. Badający te problemy ornitolodzy stawiają sobie pytania: dlaczego ptaki muszą okresowo opuszczać zimne rejony naszej planety?; dlaczego pewne systematyczne grupy ptaków robią to częściej a inne rzadziej?; w jakich warunkach wyewoluowało zjawisko cyklicznego zmniejszania i zwiększania zagęszczeń i bogactwa gatunkowego ptaków?; jak oceniać liczebność i zagrożenia organizmów, które ciągle zmieniają miejsce pobytu?; jak chronić taką „koczującą bioróżnorodność”?

Większa bioróżnorodność z powodu większej bioróżnorodności

Większość ludzi sądzi, że ptaki muszą opuszczać rodzinne strony z powodu panujących zimą niskich temperatur. W takim stwierdzeniu są dwa błędy, a ich wskazanie pozwala zrozumieć dwa ważne prawa rządzące bioróżnorodnością. Po pierwsze główną przyczyną ptasich wędrówek nie jest zimno tylko głód. Ptaki dzięki swemu upie-

rzeniu mogą znosić bez szwanku nawet bardzo ciężkie mrozy. Wiadomo, że najbardziej narażone na wychłodzenie są małe gatunki zwierząt, u których bezwładność cieplna organizmu jest najmniejsza, a stosunek masy do powierzchni ciała najmniej korzystny. Tymczasem wystarczy odbyć kilkudziesięciminutowy spacer wśród ośnieżonego styczniowego lasu, żeby usłyszeć charakterystyczne wysokie tony wydawane jakby przez małe dzwoneczki — to stadko najmniejszego europejskiego gatunku ptaka — mysikrólika *Regulus regulus*. Jakim cudem ten zaledwie kilkugramowy ptak może przetrwać 20 stopniowe mrozy? Odpowiedź jest prosta! Jego głównym rodzajem pokarmu są jaja owadów przyklejane do igieł i najcieńszych gałązek. Ponieważ tego rodzaju pożywienia zimą nie brakuje, mysikrólik ma czym palić w małym metabolicznym piecu swojego organizmu. Dzięki temu w największe mrozy potrafi utrzymać temperaturę ciała na poziomie ponad 40°C. Z drugiej strony wiele ptaków żywiących się tymi samymi gatunkami owadów musi migrować aż do Czarnej Afryki, nawet jeśli są kilka razy większe od mysikrólika i potrzebują stosunkowo mniej paliwa do ogrzania jednego grama swojego ciała. Dobrym przykładem może być chociażby muchołówka żałobna *Ficedula hypoleuca*. Ona również żywi się drobnymi owadami, ale nie w stadium jaj, tylko latających postaci dojrzałych, a te ostatnie zimą nie występują lub są nieaktywne. Z punktu widzenia bioróżnorodności możemy więc opisać wędrówki ptaków jako okresowe zmiany zagęszczenia i liczby gatunków ptaków związane ze zmianą liczby, różnorodności i zagęszczenia innych organizmów stanowiących ich pokarm (stojących niżej w drabinie pokarmowej). Dlatego wśród zimujących u nas ptaków mamy dużą różnorodność gatunków żywiących się nasionami i owocami (np. czeczotka *Carduelis flammea*, czy *Carduelis spinus*, trznadel *Emberiza citrinella*, krzyżodziób *Loxia curvirostra*, jemioluska *Bombycilla garrulus*, gil *Pyrrhula pyrrhula*) — ten rodzaj pokarmu występuje zimą w dużej różnorodności. Powyższe rozważania tyczą się nie tylko ptaków, ale można z nich wysnuć ogólniejszy wniosek. Dla wszystkich grup organizmów, z wyjątkiem tych stojących najniżej w drabinie pokarmowej, przyczyną decydującą o ich większej lub mniejszej bioróżnorodności jest bioróżnorodność organizmów, którymi się żywią. Ale nawet dla organizmów samożywnych, takich jak mchy, decydujące znaczenie dla liczby gatunków występujących na jakimś terenie ma występowanie na tym terenie dużej liczby gatunków drzew, które tworzą dla nich specyficzne mikrośrodowiska (niektóre mchy i porosty występują tylko na jednym gatunku drzewa). Nieco żartobliwie można więc sformułować zasadę, że „bioróżnorodność wzrasta wraz ze wzrostem bioróżnorodności”.

Wędrowka śladami pradziadów

Wróćmy jednak do wędrówek ptaków i do zdania otwierającego poprzedni rozdział. Gdzie leży drugi błąd?

W powszechnym przekonaniu, że to nasze ptaki na zimę „opuszczają ojczyznę”. W istocie bliższe prawdy jest stwierdzenie, że niektóre gatunki z ciepłych rejonów świata przylatują do nas w poszukiwaniu dogodnych warunków rozmnażania, a jesienią powracają do „ojczyzny”. O takim przebiegu ewolucji migracji świadczy wiele dowodów. Do interesujących wniosków dochodzimy analizując trasy migracji niektórych gatunków. Przyjrzyjmy się dla przykładu białorzycie *Oenanthe oenanthe*. Jest to gatunek szeroko rozpowszechniony na półkuli północnej — obejmuje swym zasięgiem całą Europę, północną Azję, Alaskę i wschodnią Kanadę. Zdziwienie budzi już sam fakt, że osobniki lęgące się na tym rozległym obszarze, niezależnie od miejsca urodzenia, zimę spędzają w Afryce. Przecież dla białorzyczek urodzonych na Alasce bliżej i bezpieczniej było by polecieć na sawanny południowej Brazylii niż przemierzać wielokrotnie dłuższą trasę przez niegościnne półpustynie i góry środkowej Azji. Jeżeli nawet tylko Afryka dostarcza im odpowiedniego środowiska do przetrwania zimy, to populacje z Alaski powinny wędrować na wschód a nie na zachód — tak jak ich wschodniokanadyjscy pobratymcy. Taka trasa byłaby krótsza o ponad 20%. Dlaczego tak się nie dzieje? Otóż białorzyczki z Alaski nic o tym nie wiedzą, że w Ameryce Południowej znalazłyby dogodne warunki do zimowania, ani o tym, że ziemia jest okrągła i na zachód można dotrzeć podróżując na wschód. Co roku przemierzają one jedyną znaną sobie trasę, jaką ich przodkowie rozprzestrzerali się w poszukiwaniu dogodnych miejsc lęgowych ze swej afrykańskiej ojczyzny. Oprócz takich dowodów pośrednich, mamy też dowody bezpośrednie. Znamy gatunki, u których skłonność do wędrówek wyewoluowała w czasach historycznych, dosłownie na naszych oczach. Jeszcze około roku 1980 kulczyk *Serinus serinus*, mały ptak z rodziny łuszczaków *Fringillidae*, był gatunkiem osiadłym, lęgnącym się w basenie Morza Śródziemnego. Od tego czasu zaczął się rozpowszechniać na północ docierając stopniowo aż do południowej Anglii i krajów skandynawskich. Populacje lęgące się na nowo zajętych terenach, poza basenem Morza Śródziemnego, są wędrowne i co roku powracają na zimę w rejon swego pierwotnego pochodzenia.

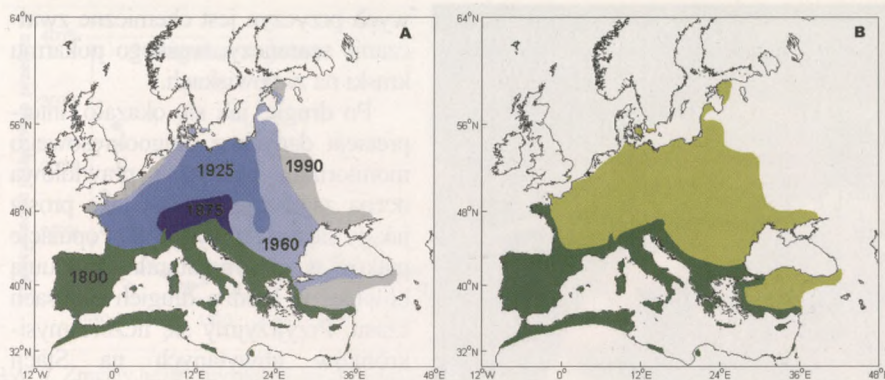
Przykład kulczyka i białorzyczki prowadzi do jeszcze dwu ciekawych wniosków. Otóż trudno przypuszczać, żeby na terenie dajmy na to Bułgarii, do roku 1800 panowały niekorzystne warunki do rozrodów kulczyków, albo żeby białorzyczki z Alaski nie miały korzyści z krótszej wędrówki do Meksyku. W obu jednak wypadkach te potencjalne możliwości nie są lub nie były wykorzystywane z powodów „historycznych”. I tu dochodzimy do wniosku, że bioróżnorodność jaką zastajemy na jakimś obszarze nie wynika tylko z potencjalnych możliwości jakie daje środowisko, ale w ogromnym stopniu uwarunkowana jest przez czynniki historyczne i geograficzne oraz przez czysty przypadek. Łatwo sobie wyobrazić jak by potoczyła się ewolucja na wyspach Galapagos, gdyby były one położone bliżej lądu stałego i kolonizowane przez liczne napływające gatunki ptaków ziarno-, owado- i nektarozernych, a nie tylko przodków zięb Darwina. Łatwo też sobie wyobrazić konsekwencje faktu, że na wyspy Galapagos przybywa jeden gatunek, ale o zupełnie innej budowie dzioba, albo też nie przybywa tu żaden gatunek drobnego ptaka, co przecież

mogło się zdarzyć z wysokim prawdopodobieństwem. Być może ta ostatnia sytuacja zaowocowałaby niezwykłą ewolucją jakiegoś niepozornego gatunku chrząszcza.



Ryc. 1. Wilga *Oriolus oriolus* jest świeżym przybyszem z Afryki, o czym świadczy jej kolorowe upierzenie i „ekscytryczne” zachowanie, np. nie spotykany u innych europejskich gatunków sposób wicia gniazda. Fot. Jarosław K. Nowakowski

Druga uwaga opiera się na spostrzeżeniu, że ptaki wędrowne opuszczają ciepłą strefę klimatyczną w okresie rozrodu, ponieważ właśnie ten okres limituje liczebność gatunków. Korzyść jaka płynie dla gatunku z takiej strategii jest oczywista, jeśli porównamy zagęszczenia, jakie potrafią osiągnąć migranci lęgące się w lasach Europy i afrykańscy rezydenci. W Puszczy Białowieskiej w dogodnych środowiskach zięba *Fringilla coelebs* osiąga zagęszczenia rzędu 60 par na 25 ha (standardowy rozmiar powierzchni monitoringowej dla drobnych i średnich ptaków), przybywająca z Afryki muchołówka białoszyja *Ficedula albicollis* 30 par/25 ha, znacznie większy śpiewak *Turdus philomelos* 20 par/25 ha. W tropikalnym lesie źródłiskowym w południowej Etiopii, gdzie prowadziłem badania w zeszłym roku, dwoma najliczniejszymi gatunkami był mieniący się jak klejnot, owadożerny zimorodek malutki *Ispidina picta* i elegancki, choć nie mniej kolorowy perlik *Mandingoa nitidula*. Oba te gatunki na 25 ha powierzchni gnieździły się w liczbie 3–5 par. Ta różnica nie jest przypadkowa. Bardzo duża bioróżnorodność lasu tropikalnego powoduje, że gatunki tam występujące poddane są silnej presji różnorodnych drapieżników oraz bardzo silnej konkurencji ze strony gatunków zajmujących podobne co one nisze ekologiczne. Prowadzi to z jednej strony do zawężenia nisz ekologicznych zajmowanych przez poszczególne gatunki i silnej specjalizacji, z drugiej do dużych strat w okresie rozrodczym. W tych warunkach żaden gatunek nie jest w stanie osiągnąć zbyt wysokich zagęszczeń. Inaczej jest w lesie strefy umiarkowanej. Tutaj liczba i różnorodność drapieżników, głównie ssaków, jest ograniczana przez zimowy spadek dostępności pokarmu i chwilowa wysoka podaż pożywienia w okresie wiosennym nie może być przez nie skutecznie wykorzystana (z korzyścią dla ich ofiar, czyli ptaków). Jednocześnie stosunkowo niewielka liczba konkurujących gatunków pozwala zachować szerokie nisze ekologiczne — w szczególności korzystać z bardziej różnorodnego pokarmu. W sumie, dzięki tym dwu czynnikom,



Ryc. 2. Historia i stan obecny populacji kulczyka *Serinus serinus* w Europie. A. Rozprzestrzenienie się gatunku z terenów zajętych przez osiadłą populację około roku 1800; B. Obszary zajęte obecnie przez populację osiadłą (ciemnozielony) i wędrowną (jasnozielony).

ptaki przemieszczające się na okres lęgowy do strefy umiarkowanej osiągają znaczny sukces rozrodczy, który z nawiązką rekompensuje wysoką śmiertelność w czasie wędrówki.

Jak populacje ptaków zmieniają swą liczebność

Obecnie do badań wędrówek ptaków wykorzystywanych jest wiele nowoczesnych metod (testowania preferencji kierunkowych ptaków w specjalnych klatkach orientacyjnych, analizy DNA, analiza pierwiastków śladowych) i wyrafinowanych urządzeń technicznych (radary, detektory podczerwieni czy nadajniki przekazujące do satelitów sygnał o aktualnej pozycji ptaka — tak zwana telemetria satelitarna). Niestety każda z wymienionych metod ma liczne ograniczenia, które powodują, że wciąż podstawową metodą używaną w badaniach tego typu jest, stosowane już od ponad 100 lat, chwywanie i obrączkowanie ptaków. Również instytucja w której pracuję, Stacja Badania Wędrówek Ptaków Uniwersytetu Gdańskiego, jako podstawowej metody używa obrączkowania. Współczesne obrączkowanie to już oczywiście nie tylko akt nałożenia na nogę ptaka obrączki z niepowtarzalnym numerem pozwalającym go zidentyfikować nawet po przelecie tysięcy kilometrów i po wielu latach. O każdym schwytanym osobniku staramy się zebrać jak najwięcej informacji. Są one mierzone: długość skrzydła, wzajemna długość lotek w skrzydle (tak zwana formuła skrzydła), długość ogona oraz u niektórych gatunków długość skoku i dzioba. Następnie ptaki są ważone i określa się stopień ich otłuszczenia, co jest możliwe dzięki temu, że u większości małych i średnich ptaków skóra jest cienka i przezroczysta. Tłuszcz gromadzący się między jelitami czy wokół wątroby można po prostu zobaczyć. Wszystkie ptaki okresowo zmieniają pióra (pierzą się), a proces ten jest często rozciągany w czasie i wielokrotnie przerywany. Dlatego najczęściej schwymany ptak ma na sobie dwie lub więcej generacji piór, co także szczegółowo opisujemy. Najczęs-

tiej dokonuje się jeszcze różnych badań dodatkowych: pobiera się kroplę krwi do badań pasożytów wewnętrznych lub kał do badań wirusologicznych, pozyskuje pióro do badań genetycznych, przeprowadza 10 minutowy eksperyment orientacyjny itp. W ten sposób gromadzi się bogaty materiał o bioróżnorodności. Pamiętajmy, że bioróżnorodność to nie tylko długa lista gatunków, ale całe oparte o genetykę zróżnicowanie wewnątrzgatunkowe: bogactwo zmienności wymiarów, systemów pierzenia i zachowań, jakie spotykamy między rasami danego gatunku i wewnątrz rasy między osobnikami. Zachowanie tego wewnątrzgatunkowego zróżnicowania jest nie mniej ważne niż samo zachowanie jak największej liczby gatunków. Wewnątrzgatunkowa bioróżnorodność pozwala zwierzętom zachowywać elastyczność i szybko przystosowywać się do zmieniających się warunków środowiska. Gatunki mało zróżnicowane genetycznie są szczególnie narażone na wyginięcie. Zmniejszająca się różnorodność populacji może wskazywać na nasilanie się zjawiska chowu wsobnego (krzyżowania się osobników blisko spokrewnionych), a więc pośrednio świadczy o zmniejszeniu się zasięgu gatunku i porożrywaniu go na izolowane wyspy.

Trzy stacje obrączkowania, jakie prowadzi nasza placówka badawcza, pracują według tych samych metod i w tych samych miejscach od blisko 50 lat. To stwarza niepowtarzalną możliwość śledzenia zmian, jakie zachodzą w populacjach ptaków wędrownych, w szczególności zmian liczebności poszczególnych gatunków. Taki monitoring stanu populacji jest możliwy również na stałych powierzchniach badających ptaki w okresie lęgowym (zespół wzorcowych powierzchni znajduje się w Białowieckim Parku Narodowym). Ale tak zwany monitoring lęgowy jest niezwykle pracochłonny i w związku z tym zawsze ograniczony do kilkudziesięciohektarowej (wyjątkowo 100 ha) powierzchni. W jego wyniku otrzymujemy precyzyjny obraz zmian bioróżnorodności awifauny jakiegoś obszaru, możemy wnioskować o lokalnych zmianach środowiska, w przypadku gatunków rzadkich i chronionych postulować konieczne działania ochroniarskie. Tylko z największą ost-



Ryc. 3. Porównanie wyglądu dwu naturalnych rodzajów lasu: A. Europa — grąd wilgotny w Białowieckim Parku Narodowym, Polska; B. Afryka — źródłiskowy las tropikalny w Parku Narodowym Nechisar, Etiopia. Fot. Jarosław K. Nowakowski



Ryc. 4. Najbardziej pospolite gatunki ptaków w tropikalnym lesie źródłiskowym w Etiopii: A. zimorodek malutki *Ispidina picta*; B. perlik *Mandingoa nitidula*. Fot. Jarosław K. Nowakowski

roznością takie dane można interpretować w szerszej skali geograficznej. Inaczej jest w wypadku monitoringu wędrownego, jaki prowadzi się na stacjach obrączkowania ptaków. Tutaj dane nie są tak precyzyjne, ale za to opisują stan populacji na wielkich obszarach. Na podstawie monitoringu wędrownego można wnioskować o zagrożeniach dla gatunku nie w skali jednego kompleksu lasów czy bagien, ale w skali całego kontynentu. Zauważone znaczne spadki liczebności jakiegoś gatunku powinny dawać impuls do tworzenia dużych międzynarodowych programów ochrony ptaków. W tym miejscu rodzą się dwie refleksje. Po pierwsze ochrona gatunków ptaków wędrownych może być naprawdę skuteczna tylko wtedy, kiedy obejmuje wszystkie miejsca ich występowania: legowiska, miejsca postoju w czasie wędrówki i zimowiska. A o takie działania bardzo trudno, szczególnie że zimowiska znajdują się często na obszarach ubogich, o niskim poziomie edukacji ekologicznej. Smutnego przykładu dostarcza kraska *Coracias garrulus*. Ten piękny niebieski ptak był dość pospolity we wschodniej Polsce jeszcze w początku lat 70 ubiegłego stulecia. Od tego czasu jego populacja zaczęła gwałtownie spadać i obecnie kraska jest na granicy całkowitego wyginięcia w naszym kraju. Od wielu lat przyrodnicy zawodowi i setki amatorów podejmuje szeroko zakrojone działania ochrony miejsc występowania, a szczególnie gniazdowania krask, ale nie przynosi to żadnych skutków. Przyczyny załamania populacji tego gatunku leżą bowiem najprawdopodobniej na obszarze wschodniej Afryki. Jedną z możli-



Ryc. 5. Krętogłów *Jynx torquilla* schwytyany w sieć ornitologiczną. Fot. Jarosław K. Nowakowski

wych przyczyn jest chemiczne zwalczanie szarańczy, ważnego pokarmu kraski na zimowiskach.

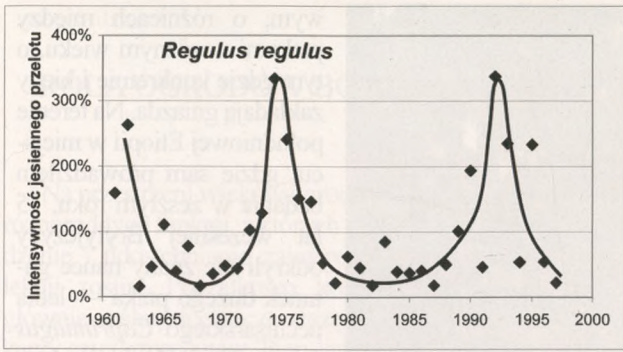
Po drugie, jak się okazało, interpretacja danych z długookresowego monitoringu ptaków i prawidłowa ocena zagrożeń, nie jest taka prosta jak by się mogło wydawać. Populacje ptaków w sposób naturalny fluktuują bowiem w bardzo długich okresach czasu. Przyjrzyjmy się liczbie mysikrólików chwytyanych na Stacji Obrączkowania Ptaków Mierzeja Wiślana przedstawionych na rycinie 7. W latach 1961–1997 odnotowano trzy cykle (około 17 letnie) zmian li-

czebności tego gatunku z bardzo wyraźnymi wahaniami od zaledwie 16% do ponad 300% średniej wieloletniej. Pomimo tych wahań nic nie wskazuje, żeby mysikrólik był gatunkiem zagrożonym — w okresie całych 37 lat nie odnotowano żadnego wyraźnego trendu liczebności. Dane te potwierdzają wyniki uzyskane na 20 innych stacjach obrączkowania pracujących w środkowej Europie: na większości również nie stwierdzono trendu wieloletniego. Wyobraźmy sobie jednak, że badania na Mierzei Wiślanej rozpoczęto by w roku 1974. Po 6 latach badań prerażeni naukowcy doszliby do przekonania, że mysikrólik jest w Europie gatunkiem skrajnie zagrożonym a organizacje ekologiczne wszczęłyby gwałtowne protesty w obronie tego gatunku. Dalsze 3 lat zdają się potwierdzać najczarniejsze przypuszczenia: w sumie, w latach 1974–1982 liczba chwytyanych mysikrólików spadła do 5% stanu początkowego! Możemy sobie wyobrazić humorystyczną sytuację, w której w roku 1992, w 18 lat po rozpoczęciu badań aktywności — ochroniarze fetują swój wielki sukces — uratowanie mysikrólika od zagłady i przywrócenie jego populacji „pierwotnej” liczebności. Dopiero z perspektywy blisko 40 lat widać jak naprawdę ma się mysikrólik.

Podobne cykle, chociaż najczęściej z krótszym okresem pomiędzy kolejnymi szczytami liczebności, zanotowaliśmy



Ryc. 6. Kraska *Coracias garrulus* gatunek znajdujący się w Polsce na skraju zagłady

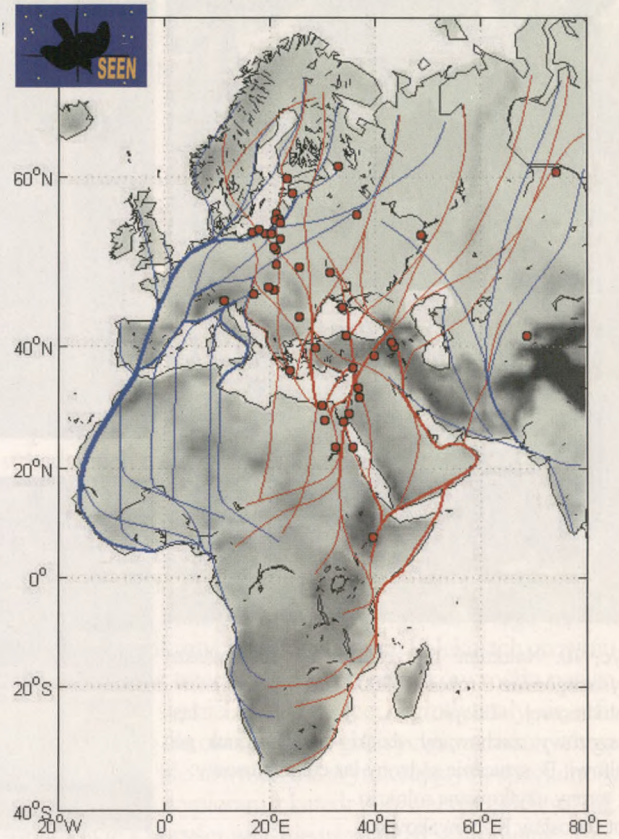


Ryc. 7. Zmiany liczby myszokrólików *Regulus regulus* chwypanych na Stacji Obrączkowania Ptaków Mierzeja Wiślana w latach 1961–1997. 100% — średnia z badanego okresu

u wielu innych gatunków ptaków. Fakt ten nie może jednak być argumentem przeciw prowadzeniu szczegółowych działań badawczych i ochroniarskich w wypadku wykazania kilkuletniego spadku liczebności. Rzadko dysponujemy danymi z wystarczającej liczby lat, aby ocenić jakie jest realne zagrożenie. Niewielki spadek liczebności może przecież równie dobrze oznaczać gwałtowne załamanie populacji jakiegoś gatunku zamaskowane poprzez wzrostową fazę jego cyklu liczebności. Wszelkie niepokojące sygnały muszą być impulsem do wzmożonych działań badawczych obejmujących nie tylko ocenę zmian liczebności populacji, ale także rozpoznania stanu środowisk w miejscach lęgów, zimowania i na trasie przemieszczeń. Często konieczne są szczegółowe badania biologii zagrożonego gatunku, które pozwalają ocenić, które elementy środowiska są dla niego kluczowe. Bardzo często chcąc chronić przyrodę działamy po omacku, bez należytego rozpoznania przyczyn i zakresu zachodzących zmian. Takie działania często nie przynoszą rezultatów, albo, co gorsza, jeszcze szkodzą chronionym zwierzętom. O cyklach obserwowanych w przyrodzie wiemy wciąż bardzo mało i ta niewiedza nie może stanowić dla nas alibi. Niektóre dane wydają się wskazywać, że u ptaków występują, niezależnie od cykli średnioterminowych, cykle bardzo długo terminowe — nawet 50 letnie. Coś pewnego na ten temat będziemy mogli powiedzieć po dalszych 100 latach badań, a trudno przez ten czas siedzieć z założonymi rękami. Wiemy jak zmniejszyła się bioróżnorodność europejskiej przyrody w ciągu ostatnich 100 lat. Tylko z awifauny polski zniknęło 8 gatunków, a los 4 dalszych wydaje się być przesadzony.

W pogoni za wędrującą bioróżnorodnością

Ponieważ, zarówno do zrozumienia biologii, jak i ochrony ptaków wędrownych potrzebujemy wiedzy o wszystkich okresach ich życia: lęgowym, wędrowek i zimowania, badacz ptaków musi podążać za obiektem swych badań. O ile o przemieszczeniach ptaków w Europie Zachodniej, badanej intensywnie od z górą stu lat, wiemy stosunkowo dużo, o tyle nasza wiedza o tych zjawiskach w Europie wschodniej i południowo wschodniej jest bardzo ograniczona. Nie mówiąc już o krajach Bliskiego Wschodu i Afryki. Dlatego w 1996 roku pod przewodnictwem naszej Stacji Badania Wędrowek Ptaków, i przy osobistym zaangażowaniu prof. Przemysława Busse, została zawiązana wielka sieć badawcza skoncentrowana na poznawaniu tak



Ryc. 8. Wschodnia trasa wędrowkowa (czerwone linie) i Stacje Obrączkowania Ptaków zrzeszone w SEEN lub stworzone przez tę organizację (czerwone kropki). W górnym rogu godło SEEN

zwanego wschodniego szlaku wędrowkowego — prowadzącego przez Bliski Wschód do Afryki. Sieć przybrała nazwę *SE European Bird Migration Network* (w skrócie SEEN). Kilkanaście instytucji badawczych z różnych krajów, które założyło sieć, postanowiło ujednoczyć metody,



Ryc. 9. Czoloczeb żółtoki *Prionops plumata* — gatunek o dużej liczbie podgatunków, często słabo opisanych.

Fot. Jarosław K. Nowakowski



Ryc. 10. Naturalne i przekształcone środowiska wysokogórskie (około 3000 m n.p.m.) w południowej Etiopii: A. wysokogórski las deszczowy zachowany dzięki otaczającemu go kultowi; B. sztucznie sadzony las eukaliptusowy; C. tereny użytkowane rolniczo.

Fot. Jarosław K. Nowakowski

wymieniać się danymi i doświadczeniami i przede wszystkim poszukiwać możliwości badania wędrownych ptaków tam, gdzie takich badań dotychczas nie prowadzono. Szybko udało się nawiązać kontakty naukowe w krajach nie mających tradycji ornitologicznych, ale mających młodych naukowców chcących to zmienić: w Turcji, Egipcie, Jordanii, na Ukrainie. Założyliśmy wspólnie blisko 20 nowych stacji obrączkowania. W zeszłym roku, w naszej pogoni za wędrującymi ptakami, przekroczyliśmy Saharę. Obecnie SEEN jest największą siecią badawczą tego typu na świecie i ciągle mamy nowe zgłoszenia.

Im dalej na południe posuwamy się z naszymi badaniami, tym częściej spotykamy gatunki i problemy, o których niewiele wiadomo, a które niewątpliwie wiążą się z bioróżnorodnością. To, co w Europie wydaje się być wiedzą całkowicie podstawową: okres wędrówki, systemy pierzenia poszczególnych gatunków, główne trasy przemieszczeń, zasięgi lęgówisk i zimowisk — już na Bliskim Wschodzie i w północnej Afryce nie jest aż takie oczywiste. Dosłownie każdy dzień zmienia nasze wyobrażenia, przynosi nowe odkrycia. Jeszcze kilka lat temu byliśmy pewni, że dolina Nilu i saharyjskie oazy Egiptu są dla drobnych ptaków wróblowych *Passeriformes* przemieszczających się na trasie z Europy do Afryki bardzo ważnymi miejscami postoju i odpoczynku. Tymczasem większość „wróblaków” przelatuje Saharę jednym skokiem nie zwracając uwagi na te małe skrawki zieleni. Posuwając się dalej na południe spotkaliśmy się z terenami i gatunkami ptaków, o których dosłownie nie wiadomo nic ponad to, że istnieją. W wielu wypadkach mamy mgliste pojęcie nawet o ogólnym zasięgu gatunku, nie mówiąc o zróżnicowaniu podgatunko-

wym, o różnicach między ptakami w różnym wieku, o tym gdzie konkretnie i kiedy zakładają gniazda. Na terenie południowej Etiopii w miejscu, gdzie sam prowadziłem badania w zeszłym roku, 15 lat wcześniej Brytyjczycy odkryli nie znany nauce gatunek dużego ptaka — lelka nechisarskiego *Caprimulgus solala*. Na badaczy bezkregowców setki nieopisanych gatunków czekają dosłownie na każdym drzewie. Niestety wiele z nich nie zostanie nigdy odkryta, ponieważ dewastacja przyrody w wielu regionach trzeciego świata postępuje w zastraszającym tempie. W czasie wspomnianej wyprawy do Etiopii nadarzyła się niepowtarzalna okazja zbadania świętych lasów w górach stanowiących zachodnią ścianę wielkiej doliny ryftowej. Byłem bardzo podekscyto-

wany. Wiedziałem, że lasy te w związku z otaczającym je kultem nigdy nie były cięte i zachowały swój pierwotny charakter. Wiedziałem, że nigdy nie były badane przez żadnego naukowca. Ba!, nigdy żaden Europejczyk nie miał możliwości chodzenia po nich! Może i ja znajdę swój nowy, nie znany nauce gatunek ptaka. Rzeczywiście las, który eksplorowaliśmy przez dwa dni urzekł nas pięknem. Niestety dwa dni wyczerpanej pracy dały nikłe efekty. Jeden gatunek ptaka schwytany, dwa inne zaobserwowane. Las okazał się niemal pusty. W całym rozległym paśmie górskim zachowało się zaledwie kilkadziesiąt niewielkich świętych lasów. Reszta puszczy została w ciągu ostatnich kilkadziesiąt lat wycięta pod pola uprawne i plantacje eukaliptusów. Kilkadziesiąt małych kawałków, nawet pięknie zachowanego lasu to za mało, żeby utrzymać niezbadaną bioróżnorodność lasów deszczowych porastających niegdyś te góry. Proces wycinki był zbyt gwałtowny, żeby gatunki kregowców zdążyły się przystosować do nowych warunków.

Chrońmy naszą bioróżnorodność zanim nie będzie za późno! Bardzo często, już jest za późno.

Wpłynęło 29.06.2007

Dr Jarosław Krzysztof Nowakowski jest adiunktem w Stacji Badania Wędrówek Ptaków Uniwersytetu Gdańskiego i instruktorem SE European Bird Migration Network. Jego zainteresowania naukowe to: ewolucja migracji, migracja częściowa drobnych ptaków wróblowych, kształtowanie się migracji u różnych grup ptaków pod wpływem czynników genetycznych i środowiskowych.
e-mail: j.k.nowakowski@gmail.com

Hanna WERBLAN-JAKUBIEC, Marcin ZYCH (Warszawa)

ROLA OGRODÓW BOTANICZNYCH W BADANIACH NAD BIORÓŻNORODNOŚCIĄ

Na przestrzeni wieków ogrody botaniczne pełniły wiele różnorodnych funkcji, z których najważniejszą było gromadzenie i udostępnianie zainteresowanym rozmaitych kolekcji roślin. Początkowo kolekcje takie obejmowały głównie rośliny lecznicze służące edukacji przyszłych lekarzy czy farmaceutów. Pierwsze europejskie ogrody w Pizie i Padwie były właśnie ogrodami lekarskimi. Wraz z nastaniem epoki odkryć geograficznych, rozpoczęto tworzenie w ogrodach botanicznych kolekcji gatunków pochodzących z innych stref klimatycznych. Miały one służyć przede wszystkim dostarczaniu materiału roślinnego do uzyskiwania nowych odmian roślin użytkowych.

Historia kołem się toczy...

Wraz z rozwojem nauki (na początku głównie systematyki) znaczenia nabierało pokazywanie pokrewieństwa roślin. Z czasem więc ogrody botaniczne, obok czysto użytkowej funkcji — polegającej na dostarczaniu materiału roślinnego — zyskały nową rolę polegającą na przedstawianiu różnorodności świata roślin. Z powodu związków instytucjonalnych — były zwykle częścią uniwersytetów — zaczęły pełnić *de facto* funkcję centrów nauk botanicznych, pracowali tam bowiem klasycy botanicy, taksonomie, floryści, fizjologowie roślin i fitogeografowie. Niektóre ogrody, jak *Royal Botanic Gardens Kew* czy Ogród Botaniczny w Berlin-Dahlem, zyskały wręcz rangę samodzielnych instytucji badawczych nadających kierunek prowadzonym na świecie badaniom. Inne, jak ogrody botaniczne Uniwersytetu Warszawskiego czy Jagiellońskiego, dały początek licznym uniwersyteckim instytutom czy katedrom specjalizującym się w różnych gałęziach szeroko pojętej botaniki. Rozkwit ogrodów botanicznych następował w czasach rozwoju nauk opisowych — taksonomii, morfologii, anatomii. Z tego też powodu najwięcej ogrodów w naszej części Europy powstało w wiekach XVIII–XIX, ich rola znacząco jednak spadła w dobie rozkwitu biologii molekularnej. Instytucje te zaczęły być wtedy postrzegane jako anachroni-

czne, a do zgromadzonych w nich zbiorów nie przywiązywano wielkiej wagi.

Ogrody botaniczne a różnorodność biologiczna

Spadek zainteresowania ogrodami botanicznymi nie trwał jednak długo. Wraz z rozwojem technik molekularnych wykorzystywanych do coraz to innych celów badawczych okazało się, że poważnym problemem technicznym w badaniach może być dostęp do odpowiedniego materiału roślinnego — a taki zapewnić mogą nieprzebrane zbiory zielnikowe i kolekcje roślin żywych zgromadzone w ogrodach botanicznych. Jednym z ważnych wyzwań współczesnej biologii stało się także dokumentowanie i próba ochrony różnorodności biologicznej naszego globu, a tego już bez ogrodów botanicznych, które w swych kolekcjach utrzymują prawie jedną trzecią opisanych gatunków roślin nasiennej, uczynić się nie da. Co więcej, ogrody stały się refugiami nie tylko dla około 10 tys. ginących i zagrożonych gatunków roślin, ale również dla wymierających specjalności naukowych — wypierani z katedr i uniwersyteckich sal taksonomie i floryści właśnie tu znaleźli schronienie.



Ryc. 2. Szachownica kostkowana *Fritillaria meleagris* gatunek zagrożony wyginięciem we florze Polski — uprawiany w polskich ogrodach botanicznych. Fot. M. Zych



Ryc. 1. Ogród Botaniczny UW to jeden z najstarszych polskich ogrodów botanicznych. Fot. M. Zych

Dzisiejsze zainteresowania naukowe ogrodów botanicznych są jednak znacznie szersze i głębsze niż w wiekach poprzednich. Prowadzi się w nich badania z zakresu: systematyki, filogenetyki, ekologii, anatomii, ochrony przyrody. Przede wszystkim jednak działalność ogrodów skupia się na badaniach nad szeroko pojętą różnorodnością świata roślin. Obecnie właściwie trudno sobie wyobrazić jakiegokolwiek badania tego typu obejmujące rośliny (często także i zwierzęta!) bez udziału pracowników ogrodów botanicz-

nych lub choćby kolekcji tych instytucji. Polskie ogrody botaniczne nie odstają tu od średniej światowej. Na przykład w Ogrodzie Botanicznym Uniwersytetu Warszawskiego od wielu lat prowadzone są badania nad roślinnością Suwalszczyzny, które zaowocowały także planami ochronnymi niektórych cennych terenów w tym rejonie Polski. Podobne badania, wykonywane także w innych regionach Polski, dotyczą nie tylko roślinności naturalnej, ale również antropogenicznej — na przykład zmian bogactwa gatunkowego flory opuszczonych siedlisk ludzkich w Puszczy Kampinoskiej czy różnorodności genetycznej zdziczałych i dziczejących grusz polnych.

Współczesna funkcja ogrodów botanicznych

Funkcja i definicja, a co za tym idzie również zadania ogrodu botanicznego zmieniały się w ciągu wieków. Pojawiały się różne rodzaje specjalistycznych ogrodów utrzymujących np. kolekcje roślin drzewiastych (arboreta) czy leczniczych. Poza pełnieniem roli czysto wystawienniczej, a później także naukowej, ogrody botaniczne aktywnie włączyły się w działania ochroniarskie (*ex situ* i *in situ*) oraz edukacyjne adresowane nie tylko do społeczności akademickiej, ale do ogółu społeczeństwa. Na przykład dzięki pracy uczonych z Ogródu Botanicznego PAN udało się ocalić jedną z polskich roślin endemicznych warzuchę polską *Cochlearia polonica*, występującą jeszcze w latach 70. w źródłiskach rzeki Białej w okolicach Olkusza na obrzeżu Pustyni Błędowskiej. Gatunek ten, przeniesiony z naturalnego stanowiska, które uległo zniszczeniu, rozmnożono w Ogrodzie Botanicznym Polskiej Akademii Nauk w Powsinie, a młode rośliny posadzono w źródłach rzeki Centurii i Wiercicy na terenie Jury Krakowsko-Częstochowskiej. Niektóre gatunki, jak na przykład będąca w Polsce pod ochroną kotewka orzech wodny *Trapa natans* nadal występuje na naturalnych siedliskach, jakimi są czyste starorzecza lub niewielkie stawy. Jest ona jednak coraz rzadsza. Aby zwiększyć liczbę stanowisk kotewki, prowadzi się uprawę tego gatunku w arboretum w Bolestraszczykach pod Przemyślem, a zebrane nasiona wysiewa się w miejsca, gdzie kotewka kiedyś występowała. W kilku polskich ogrodach botanicznych m.in. w Ogrodzie Botanicznym Uniwer-

sytetu Warszawskiego uprawia się wytopiony w naturze, rodzimy gatunek paproci wodnej — *Marsilea quadrifolia*.

Wszystkie te funkcje składają się na nowoczesną definicję ogrodu botanicznego, według której jest to „instytucja utrzymująca udokumentowane kolekcje żywych roślin wykorzystywanych do celów naukowych, ochroniarskich, wystawienniczych i edukacyjnych” (wg. *International Agenda for Botanic Gardens in Conservation* opracowanej przez *Botanic Gardens Conservation International*). Naukowa rola ogrodów botanicznych, sprowadzająca się m.in. do dokumentowania różnorodności biologicznej roślin, wynika więc wprost z ich definicji, jest też poparta licznymi aktami międzynarodowymi.

Dokumenty formalne

W roku 2000 na spotkaniu w Gran Canaria (Hiszpania), przedstawiciele światowych ogrodów botanicznych uchwalili *Deklarację z Gran Canaria* wzywającą do przyjęcia międzynarodowej strategii ochrony roślin w ramach Konwencji o Różnorodności Biologicznej. Strategia taka, wskazująca 16 najważniejszych celów związanych z katalogowaniem i ochroną różnorodności świata roślin, została włączona do zapisów Konwencji w 2002 roku (Decyzja VI/9). Wcześniej, w roku 2000, przygotowano Międzynarodową Agendę dla Ogródów Botanicznych, która zawierała liczne zapisy włączone później do Światowej Strategii Ochrony Roślin. W myśl Agendy *rozumienie różnorodności roślin jest podstawą jej ochrony*, a rola ogrodów botanicznych polega m.in. na:

- dokumentowaniu tej różnorodności;
- rozwijaniu, utrzymywaniu, weryfikowaniu posiadanych kolekcji roślinnych będących łatwo dostępnym źródłem materiału do badań na bioróżnorodności;
- służeniu jako centra referencyjne dla oznaczania roślin, ustalania metod ich uprawy, rejestracji nowych kultuwarów;
- prowadzeniu programów ochrony *ex situ* i *in situ* gatunków zagrożonych;
- prowadzeniu działań edukacyjnych pokazujących konieczność i sposoby ochrony różnorodności biologicznej.

Ile warte są ogrody?

Obecnie na świecie istnieje prawie 2200 ogrodów botanicznych, z czego większość (ok. 60%) znajduje się w rejonach klimatu umiarkowanego (Ameryka Płn., Europa, kraje byłego ZSRR). Jak wynika z szacunkowych danych w ich kolekcjach znajduje się w uprawie około 80 000 gatunków roślin naczyniowych — głównie nago- i okrytonasiennych (ok. 160 000 taksonów — odmian, podgatunków, kultuwarów), łącznie stanowi to około 6 mln akcesji. Jeszcze większe są ich zbiory zielnikowe, określa się je na około 150 mln arkuszy. Szczególnie cenne są np. kolekcje roślin uprawnych — w ogrodach uprawianych jest lub przechowywanych (w postaci banków genów) większość gatunków uprawnych lub taksonów blisko z nimi spokrewnionych oraz roślin uznanych za zagrożone lub ginące (według IUCN na światowej czerwonej liście roślin znajduje się około 34 tys. gatunków, a 10 tys. z nich jest uprawianych w ogrodach botanicznych).



Ryc. 3. Ogrody botaniczne to także miejsce gromadzenia licznych odmian ozdobnych. Na zdjęciu stara polska odmiana jawora *Acer pseudoplatanus* 'Foliis Atropurpureis Argenteomarginatis', wyhodowana przez F. Rożyńskiego, ocalona dzięki wysiłkowi dendrologów z Ogródu Botanicznego UW. Fot. M. Zych



Ryc. 4. Obiektem badań naukowców z ogrodów botanicznych są często rośliny ginące i zagrożone, takie jak wielosił błękitny *Polemonium caeruleum*. Fot. M. Zych

W Polsce działa 30 tego typu instytucji, większość to ogrody należące do szkół wyższych, PAN lub innych państwowych instytucji naukowych, nieliczne należą do nadleśnictw i samorządów lokalnych, zaledwie jeden jest w rękach prywatnych. W ich kolekcjach znajduje się prawie 39 000 gatunków (21 000 szklarniowych), w tym niemal połowa gatunków umieszczonych w „Polskiej czerwonej księdze roślin” oraz prawie wszystkie polskie gatunki chronione. Ważną częścią kolekcji polskich ogrodów botanicznych są rodzime odmiany roślin użytkowych — drzew owocowych, zbóż, roślin ozdobnych. W Ogrodzie Botanicznym UW od kilku lat trwa np. gromadzenie starych odmian drzew i krzewów ozdobnych polskiego pochodzenia, zaś w Arboretum w Bolestraszczykach pod Przemysłem znajduje się znacząca, licząca ponad 3000 drzew, kolekcja starych odmian jabłoni, gruszy, dereni i innych drzew owocowych.

Ogrody botaniczne — ostoją dzikich zwierząt?

Chociaż ogrody botaniczne są instytucjami kojarzonymi z badaniami nad gatunkami roślin, w wielu z nich prowadzone są również prace lokujące się na pograniczu różnych dziedzin biologii, także zoologii. Badacze z Ogrodu Botanicznego UW, w ramach studiów nad biologią zapylania roślin kwiatowych, dokonują obserwacji faunistycznych zarówno w samych ogrodach botanicznych (np. badania biologii zapylania amerykańskiego pnącza *Campsis radicans* w Polsce), jak i w naturalnych miejscach występowania interesujących ich gatunków roślin (np. gatunków z rodziny baldaszkowatych *Apiaceae*, czy gatunków ginących i zagrożonych).

Same ogrody botaniczne są często azylem i atrakcyjnym miejscem życia wielu gatunków zwierząt. Dotyczy to zwłaszcza tych położonych w centrach wielkich miast, gdzie stanowią oazę zieleni w przestrzeni miejskiej. Zróżnicowanie kolekcji roślin powoduje wręcz, że tereny takich ogrodów są często miejscem występowania gatunków

chronionych i rzadkich na danym terenie. Na przykład w Ogrodzie Botanicznym w Łodzi występuje 269 gatunków żądłówek (Hymenoptera, Aculeata), co stanowi ponad 26% gatunków owadów z tej grupy notowanych w kraju, z liczby tej 41 to owady z Polskiej czerwonej księgi zwierząt ginących i zagrożonych. Z kolei niewielki, niespełna pięć-hektarowy, park Ogrodu Botanicznego UW jest miejscem występowania 55 gatunków ptaków (21 gniazdujących), co stanowi ponad 20% awifauny Warszawy.

Po pierwsze — TAKSONOMIA!

Wiele autorytetów z dziedziny biologii uważa, że podstawą badań nad różnorodnością biologiczną roślin są badania taksonomiczne, zaś istotną rolę w takich projektach odgrywają kolekcje zgromadzone w ogrodach botanicznych — umożliwiają one szybki i łatwy dostęp do materiału roślinnego z wielu, często rzadkich lub trudnodostępnych roślin. Dla przykładu naukowcy skupieni w *Angiosperm Phylogeny Group* wykorzystując dane molekularne skonstruowali drzewo filogenetyczne roślin kwiatowych wyjaśniające pokrewieństwo tych organizmów — prawie połowa spośród 499 akcesji użytych do obliczeń filogenetycznych pochodziła z roślin z kolekcji ogrodów botanicznych. Podobnie, zdecydowana większość akcesji użytych w badaniach nad południowoafrykańskimi gatunkami srebrnikowatych *Proteaceae* pochodziła z ogrodów botanicznych — większość tych roślin jest rzadka i trudna do odnalezienia w naturze. Również w studiach nad filogenezą baldaszkowatych *Apiaceae* prowadzonych w Ogrodzie Botanicznym Uniwersytetu Warszawskiego materiał do badań uzyskiwano głównie z kolekcji ogrodów botanicznych.



Ryc. 5. Niektóre ogrody botaniczne zakłada się z myślą o odtwarzaniu naturalnych zbiorowisk roślinnych, takich jak fitocenozy z *Dracaena draco* w Ogrodzie Botanicznym Viera y Clavijo w pobliżu Las Palmas de Gran Canaria. Fot. M. Zych

Prowadzenie badań naukowych w ogrodach botanicznych ma jeszcze inną, techniczną przewagę nad pracą w terenie. Ogrody botaniczne mogą zwykle dostarczyć więcej materiału roślinnego niż udaje się go zgromadzić w czasie pracy terenowej — co, poza ułatwieniem w pracy badawczej — zmniejsza także presję wywieraną na dzikie populacje. Ponadto możliwe jest obserwowanie roślin w ciągu długiego czasu, sezonu lub wielu lat, co umożliwi dokładne zbadanie biologii interesujących gatunków i sprawdzenie cech, które mogą być trudne do uchwycenia

nawet w ciągu wielokrotnych wizyt w terenie (pękanie pąków, początek kwitnienia etc.). W tym rozumieniu ogrody botaniczne mogą wręcz spełniać rolę „roślinnych bibliotek”.

„Pamiętajcie o ogrodach....”

Pewnym problemem technicznym w tym zakresie może być jednak udostępnianie i wymiana informacji na temat zasobów ogrodów botanicznych, których rolą powinno być także dostarczanie materiału roślinnego i danych o roślinach badaczom „zewnątrznym” — nieafiliowanym przy danej instytucji. Bardzo ostrożnie, zasoby wszelkiego rodzaju kolekcji przyrodniczych (m.in. ogrodów botanicznych, muzeów zoologicznych itp.) szacuje się na ponad 3 miliardy okazów! Część z tych okazów ma wieloletnią historię i nigdy (sic!) nie spoczęło na nich oko badacza odpowiedniej specjalności. Dzieje się tak po części dlatego, iż, jak wcześniej powiedziano, instytucje te są postrzegane jako anachroniczne przez pewną część środowiska naukowego (zwłaszcza uczonych ze specjalności molekularnych) i często znane są lepiej z edukacyjnych przedsięwzięć skierowanych do szerokiej publiczności. Zatem jednym z najważniejszych zadań spoczywających na ogrodach botanicznych i innych kolekcjach przyrodniczych jest odpowiednio ‘reklamowanie’ swoich zasobów w środowisku naukowym. Rolę takich ‘witryn reklamowych’ mogą spełniać

nowotworzone elektroniczne bazy danych (wirtualne ogrody i herbaria) udostępniane w Internecie, jednak ich rozproszenie często uniemożliwia lub utrudnia uzyskanie szerszego obrazu dostępnych danych. Jednym z najlepszych rozwiązań jest integrowanie katalogów zasobów wielu instytucji mających podobny profil działalności — czyni tak GBIF, czyli Światowa Sieć Informacji o Bioróżnorodności, w której strukturach jest wiele liczących się ogrodów botanicznych świata. W polskim węzle GBIF — Krajowej Sieci Informacji o Bioróżnorodności — znajdziemy m.in. dane o kolekcjach żywych i zielnikowych Ogrodu Botanicznego Uniwersytetu Warszawskiego oraz Arboretum Kórnickiego. Niestety, jak dotąd, są to jedyne polskie ogrody udostępniające swoje zasoby w ten sposób. Miejmy nadzieję, że za ich przykładem wkrótce pójda inne.

Wpłynęło 29.06.2007

Dr Hanna Werblan-Jakubiec od 1987 r. kieruje Ogrodem Botanicznym Uniwersytetu Warszawskiego, naukowo zajmuje się florystyką i algologią oraz edukacją przyrodniczą. Przez wiele lat była przedstawicielem Polski we władzach Konwencji Waszyngtońskiej (CITES), a od 1998 r. jest członkiem Państwowej Rady Ochrony Przyrody.

Dr Marcin Zych jest adiunktem w Ogrodzie Botanicznym UW, jego zainteresowania naukowe dotyczą ekologii i ewolucji roślin kwiatowych, w szczególności zagadnień interakcji rośliny-zapylacze.
<http://www.garden.uw.edu.pl>

Piotr TYKARSKI (Warszawa)

BAZY DANYCH I POZIOM ORGANIZMALNY BIORÓŻNORODNOŚCI

Dane przyrodnicze — trochę historii...

Wiedza o gatunkach żyjących na Ziemi gromadzona była od samego początku interesowania się ludzi tym, co ich otacza. Początkowo zapewne miała ona przede wszystkim ułatwiać przetrwanie — dotyczyła tego, które gatunki są jadalne, które niebezpieczne, a które lecznicze. Zdobywano ją wielokrotnie i niezależnie w różnych rejonach świata. Do czasu pojawienia się pisma mogła być przekazywana jedynie ustnie, z pokolenia na pokolenie, i wygasała wraz z zanikiem grupy, która ją posiadała. Nie sposób wskazać momentu, kiedy zaczęto zbierać i utrzymywać wiadomości przyrodnicze, które nie miały bezpośredniego zastosowania praktycznego. Tak się jednak działo, czego dowody mamy w pracach starożytnych filozofów. Oprócz gromadzenia i utrwalania wiedzy w formie pisanej, zaczęto także już wtedy tworzyć pierwsze zbiory okazów przyrodniczych przeznaczonych do studiowania natury. Jedną z pierwszych wielkich kolekcji był zapewne zbiór Arystotelesa z okresu trwania jego Liceum (założonego ok. 335 r. p.n.e.). Nawet jeśli jej istnienie nie jest dostatecznie mocno udokumentowane, to faktem są bardzo bogate i wnikliwe traktaty o bio-

logii roślin i zwierząt, które wśród wielu dzieł pozostawił po sobie ten wybitny filozof. Arystoteles jako jeden z pierwszych, a na pewno najbardziej znany ze starożytnych przyrodników, gromadził wiedzę o organizmach w sposób metodyczny i starał się je rozróżniać na podstawie wielu cech, grupowanych w rozmaite kategorie, co dało początek taksonomii. Dzięki kopiowaniu manuskryptów, tłumaczeniom na łacinę i współczesne języki oraz wielokrotnym wznowieniom w postaci drukowanej jego prace przetrwały do dziś.

Dokonania Filozofa są istotne przede wszystkim dlatego, że pozostawiona przez niego wiedza stanowi pewnego rodzaju system, uporządkowany układ informacji. Dzięki swojej klarowności system ten stał się przydatny dla wielu późniejszych badaczy, którzy osiągnięcia Arystotelesa mogli rozwijać, udoskonalać i uzupełniać nowymi odkryciami. Musiało minąć dwa tysiące lat, by powstało dzieło o równie istotnym wpływie na sposób myślenia następnych pokoleń. Mowa oczywiście o „Systema Naturae” szwedzkiego przyrodnika Linneusza, twórcy nowożytnej taksonomii. Drugim ważnym spostrzeżeniem, nasuwającym się przy analizie historii dzieł przyrodniczych Arystotelesa, jest sam fakt ich wielokrotnego kopiowania. Jest to znakomity

przykład tego, że cenne zbiory danych mogą przetrwać wieki, choć ich forma współczesna daleko odbiega od oryginalnej. Arystoteles nie znał przecież papieru i technologii druku, a pisał i mówił starożytną greką.

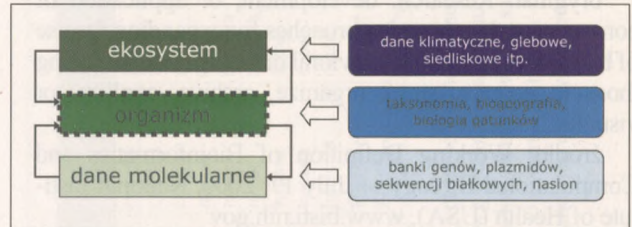
... i współczesność

Od czasów Linneusza nauki przyrodnicze nabrały charakteru wiedzy uporządkowanej, która wraz z upływem lat zaczęła przyrastać w coraz większym tempie. Współczesna taksonomia w dalszym ciągu wykorzystuje założenia szwedzkiego badacza i nadal pełni rolę szkieletu spinającego wszystkie dziedziny biologii. Pierwotne jednostki systematyczne (gromada, rząd, rodzina, rodzaj, gatunek, odmiana¹) musiały zostać uzupełnione o dodatkowe i pośrednie, pozwalające lepiej odwzorować skomplikowany, hierarchiczny układ, porządkujący bogactwo form życia. Rozwój nauk biologicznych wymusza ciągle zmiany w podziale systematycznym organizmów, tak aby jak najlepiej oddawać pokrewieństwa pomiędzy nimi. I choć wiadomo, że jest to układ sztuczny i niedoskonały, wymagający nieustannych poprawek, to na całym świecie uznaje się go jako podstawę, której wygodniej używać niż alternatywnych propozycji ujęcia wyższych kategorii taksonomicznych, opartych np. na założeniach kladystyki².

Istnienie systemu taksonomicznego jest niezbędne przy wszelkich próbach odwzorowania zjawisk przyrodniczych. Dane uzyskane w wynikach jakichkolwiek badań odnoszą się przecież do konkretnych organizmów, a te zawsze należą do jakiegoś gatunku, nawet jeśli nie został on jeszcze opisany i nie posiada nazwy. Wyższe jednostki taksonomiczne są względne i podlegają zmianom, będąc jedynie obrazem hierarchii pokrewieństw. Gatunki natomiast istnieją realnie, jako populacje osobników mogących krzyżować się między sobą, izolowane rozrodczo od innych populacji i zajmujące określoną niszę ekologiczną³. Niezależnie od tego, czy mówimy o przepływie energii przez ekosystem czy o translacji genów mitochondrialnych, to opisywane zjawiska wiążą się z określonymi gatunkami.

Dochodzimy tu do definicji pojęcia bioróżnorodności (p. artykuł „Kłopoty z bioróżnorodnością” w tym zeszycie). Jest to termin stosunkowo nowy, powstały pod koniec XX w., gdy zdano sobie sprawę z szybkiego tempa utraty zasobów przyrodniczych, skutkującego zniknięciem wielu gatunków i nieodwracalnym spadkiem różnorodności form wykształconych przez miliony lat ewolucji. Pojęcie to ma szerokie znaczenie, odnosząc się zarówno do zróżnicowania biocenoz i ekosystemów, jak i bogactwa alleli i

zasobów genetycznych w populacji. Ogniwem łączącym te skrajne aspekty jest osobnik i gatunek. Można więc mówić o trzech składowych, czy też poziomach bioróżnorodności: wewnątrzgatunkowym — molekularnym, gatunkowym — organizmalnym oraz ponadgatunkowym — ekosystemowym (ryc. 1). Do bioróżnorodności rozumianej w ten sposób znajdujemy odniesienia niemal we wszystkich działach biologii, gdyż prawie każdy rodzaj dyscypliny biologicznej wiąże się z któryś z jej poziomów. Najczęściej jednak pojęcie to zawęża się do poziomu organizmalnego.



Ryc. 1. Poziomy bioróżnorodności i powiązane z nimi kategorie danych

Ilość informacji gromadzonych każdego dnia przez naukowców zajmujących się naukami przyrodniczymi jest tak duża, że dawno już przestała się mieścić na kartkach papieru; często zresztą, a może nawet już z reguły, do zapisu bezpośrednich wyników badań konieczne jest zastosowanie innych nośników informacji. Najpopularniejszymi dziś środkami do przechowywania i przetwarzania danych są oczywiście komputery i programy komputerowe. Z uwagi na ilość i stopień komplikacji informacji, które gromadzimy, potrzebne są odpowiednie narzędzia do sprawnego zarządzania i wykorzystania danych. Elektroniczne bazy danych zaczęto wykorzystywać w naukach przyrodniczych już w latach sześćdziesiątych XX w., ale obecnie ich znaczenie i zakres zastosowań znacznie wzrosły. Upowszechnienie się Internetu otworzyło drogę do nowej dziedziny — wykorzystania sieci komputerowych do wymiany i łączenia informacji o bioróżnorodności pochodzących z różnych źródeł. To, co kiedyś było w sferze marzeń przyrodników — łatwy i szybki dostęp do specjalistycznej wiedzy — dziś staje się faktem. Postępy informatyki w zakresie metod umożliwiających opracowywanie i analizę danych z zakresu poziomu organizmalnego bioróżnorodności są tak znaczne, że zaczęto używać określenia, który nie ma jeszcze polskiego odpowiednika — „biodiversity informatics”. Istniejący już termin „bioinformatyka” stosowany jest z reguły w odniesieniu tylko do danych z poziomu molekularnego. Uzasadnione więc wydaje się rozszerzenie go rów-

¹ Pierwotnie, linneuszowskie znaczenie tej kategorii zostało zastąpione bardziej ścisłym pojęciem podgatunku. Współcześnie odmiana jest jednostką umowną, stosowaną zwykle na określenie barwnych lub hodowlanych form gatunku.

² Kladystyka — kierunek w taksonomii, w którym podstawowym założeniem jest, że w trakcie ewolucji gatunek w momencie różnicowania się rozdziela się na dwa potomne. W związku z tym pochodzące od nich grupy gatunków są w stosunku do siebie grupami siostrzanymi o tej samej randze. Z tego punktu widzenia większość wyższych jednostek taksonomicznych okazuje się nierównocenna. Np. ptaki są grupą siostrzaną dla części dinozaurów, bo dane paleontologiczne wskazują, że wywodzą się z tej grupy. Jeśli więc potraktować gady jako zbiór gatunków pochodzących od jednego przodka, obejmujący m.in. żółwie, łuskonośne i hatterie, to należałoby do nich włączyć także ptaki. Do tego podejścia nie przystaje tradycyjny podział kręgowców na pięć gromad.

³ Nie ma prostej i doskonałej definicji gatunku. Przytoczona powyżej to współczesna, sformułowana przez Ernsta Mayra w 1982 r. Najwięcej problemów sprawiają organizmy jednokomórkowe, które mogą rozmnażać się bezpłciowo, oraz rośliny, których gatunki o wiele częściej się krzyżują niż zwierzęta, dając płodne potomstwo. Nie zmienia to faktu, że w ogromnej większości przypadków koncepcja gatunku sprawdza się bardzo dobrze.

niez na wyższe szczeble organizacji świata żywego (ramka 1).

Ramka 1 — Definicja bioinformatyki

„Badania, rozwijanie oraz zastosowania narzędzi i metod obliczeniowych w celu szerszego wykorzystania danych biologicznych, medycznych, behawioralnych i dotyczących zdrowia, włączając w to metody uzyskiwania, przechowywania, organizowania, archiwizowania, analizy i wizualizacji takich danych.”

oryginał: Research, development, or application of computational tools and approaches for expanding the use of biological, medical, behavioral or health data, including those to acquire, store, organize, archive, analyze, or visualize such data.

źródło: Working Definition of Bioinformatics and Computational Biology — July 17, 2000, National Institute of Health (USA), www.bisti.nih.gov

Trochę szczegółów technicznych

Czym jest „baza danych”? Określenie to jest często nadużywane i nie do końca właściwie interpretowane. W potocznym znaczeniu taką nazwę może otrzymać każdy rodzaj zbioru informacji, zwłaszcza gdy ma układ katalogu lub tabeli. Zdarza się więc, że miano bazy danych uzyskują np. wykazy gatunków zapisane w postaci kolejnych linii tekstu (ryc. 2A). O wiele bliższy bazie danych w ujęciu informatycznym jest zbiór informacji przechowywanych w formie arkusza kalkulacyjnego (np. w popularnym programie MS Excel), dającego dużą wygodę w organizowaniu i analizie danych (ryc. 2B). Możliwości programów tego typu znacznie ułatwiają ujednoczenie formatu zapisu, kopiowanie i operacje na całych blokach informacji.

W pełni funkcjonalna baza danych to jednak coś więcej. Choć nie ma jednej powszechnie przyjętej definicji bazy danych, a rodzajów aplikacji jest wiele, to zdecydowaną większość z nich łączy fakt istnienia określonej struktury danych. Typem bazy, który najbardziej się upowszechnił i może stanowić wspaniałe narzędzie wspierające pracę w dziedzinach takich jak nauki przyrodnicze, są bazy relacyjne. Prostsze i łatwiejsze do opanowania dla osób bez przygotowania informatycznego są np. MS Access, OpenOffice.org Base czy Kexi (te dwie ostatnie to produkty darmowe, typu *open source*). Do bardziej zaawansowanych, dużo potężniejszych systemów należą między innymi PostgreSQL, MySQL, Oracle.

Oto zasadnicze cechy takiej bazy:

Dane zorganizowane są w formie tabel, wzajemnie ze sobą powiązanych. Powiązania te nazywamy relacjami (ryc. 2C).

Podstawową jednostką informacji, z których składa się tabela, jest rekord, czyli wiersz, w którym dane porozidzielane są na poszczególne pola, widoczne jako kolumny.

Do obliczeń, analiz i wyświetlania danych w różnych układach służą tzw. zapytania (inaczej kwerendy, od ang. *query*, lub widoki, od *view*), umożliwiające operacje na wszystkich jednocześnie lub wybranych według zadanych kryteriów rekordach tabeli (ryc. 2D, 3).

Najistotniejsze dla sprawnego posługiwania się tym narzędziem jest przyswojenie sobie odmiennej „filozofii”

działania bazy relacyjnej w stosunku do tabel takich jak arkusz kalkulacyjny. Zasadnicza różnica polega na tym, że tu jednostką informacji jest nie wartość w pojedynczej komórce, ale od razu cały wiersz wraz ze wszystkimi polami. Usunięcie informacji oznacza często usunięcie całego rekordu. Jeśli dane w tabeli sortujemy według wartości w jakimś polu (kolumnie), aby ułożyć je np. w porządku alfabetycznym, sortowane są od razu całe rekordy, a nie tylko wybrane pole.

Zapytania do bazy dają możliwość oglądania tych samych danych w różnych układach, tworzenia błyskawicznych podsumowań itp., co w standardowym arkuszu kalkulacyjnym wymaga znacznie więcej czasu i pracy. Podczas gdy w arkuszu układ tabeli jest powiązany z jej treścią i zmiana kolejności wierszy czy kolumn może łatwo wpłynąć na obliczenia, to w bazie relacyjnej realizowane jest rozdzielenie warstwy danych od warstwy obliczeń. Taką bazę można wyobrazić sobie jako wielowymiarową „chmurę informacyjną”, na którą możemy patrzeć z różnych stron poprzez stosowanie widoków (ryc. 3). Widok „spłaszcza” bazę do ustalonej w zapytaniu liczby wymiarów, pozwalając przy okazji na obliczenia. Wynik zapytania odpowiada temu, co dostępne jest w klasycznym arkuszu kalkulacyjnym, jednak nie wpływa na strukturę danych w bazie.

Poprawnie zbudowana baza (ramka 2) daje użytkownikowi duże możliwości. Przechowywanie danych różnych kategorii w różnych tabelach sprawia, że o wiele łatwiej jest zachować porządek i uniknąć błędów. Mechanizm relacji i możliwość „dowiązania” nowych tabel oznacza, że łatwo można kojarzyć ze sobą różne informacje i rozszerzać bazę o nowe zasoby. Z kolei sprawne narzędzia wybierania i manipulacji rekordami, jakimi są kwerendy, pozwalają na błyskawiczne wyszukiwanie danych w oparciu o zadane kryteria, czyli wartości pól w powiązanych rekordach.

Ramka 2 — Cechy dobrze skonstruowanej bazy danych

— Rekordy w tabeli nie powinny się powtarzać; to oznacza, że przynajmniej jedno pole powinno zawierać wartości unikalne, występujące tylko w jednym rekordzie. Takie pole nosi nazwę klucza pierwotnego (ang. *primary key*) – np. identyfikator (zwykle unikalny numer) gatunku w liście nazw gatunkowych

— Poszczególne tabele powiązane są ze sobą poprzez odnośniki, zwykle w formie wartości liczbowych, wskazujące na związane ze sobą rekordy. Odnośnikiem do rekordów w innej tabeli są wartości klucza pierwotnego, które w tabeli powiązanej noszą nazwę klucza obcego (ang. *foreign key*) – np. odnośnik do tabeli z nazwami gatunków w tabeli obserwacji terenowych. Takie powiązania noszą nazwę relacji

— Każda tabela przechowuje inną kategorię danych (np. lista gatunków, typy habitatów, wyniki pomiarów badanych osobników danego gatunku)

— W tabeli powinno być jak najmniej pustych pól. Jeśli jest ich dużo, to może oznaczać, że dane pole powinno być wydzielone do osobnej tabeli

Tworzenie baz danych i związana z nim metodologia wykracza poza obszar wiedzy czysto technicznej, bo doty-

Czas	Miejsce	nr	gatunek: l. osobników, płec
2005-06-21	Rogów, woj. łódzkie, pow. brzeziński	N 51,83; E 19,89	1. zięba: 1 m (samiec), 1 f (samica), 1 j (młode)
			2. bogatka: 1 m
			3. pleszka: 1 m
			4. kos: 1 m, 1 f
			5. pelczacz leśny: 2 j
			6. zięba: 1 m
			7. bogatka: 2 j
			8. kos: 1 f, 1 m
2005-06-23	Ignaców, woj. mazowieckie, pow. grójcecki	N 51,77; E 20,64	1. kos: 1 m
			2. szpak: 1 m, 1 f
			3. szpak: 5 j
			4. zięba: 1 m
			5. bogatka: 1 m
			6. kowalik: 2 j
			7. pelczacz leśny: 1 j
			8. szpak: 5 j
			9. zięba: 1 f, 1 m
2005-06-25	Brzeźnica, woj. świętokrzyskie, pow. konecki	N 51,27; E 20,48	1. bogatka: 4 j
			2. rudzik: 1 m
			3. kowalik: 1 j
			4. bogatka: 1 m
			5. dzięciołek: 1 j
			6. rudzik: 1 m

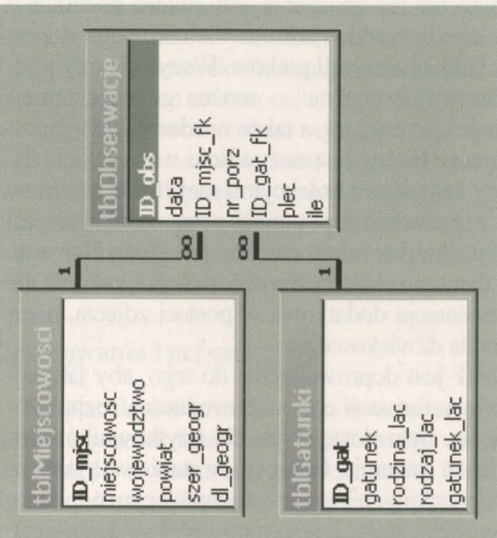
A

Ryc. 2. Przykładowy zbiór obserwacji ptaków leśnych zapisany w różnych formatach. Warto zwrócić uwagę, że zachowana zostaje oryginalna kolejność (numer) obserwacji; są to informacje dodatkowe o charakterze metadanych (informacja o informacji), jednak nie należy ich traktować. A — tekst, w układzie zbliżonym do formy zapisu w terenie, wg ustalonego szablonu. B — arkusz kalkulacyjny — forma czytelniejsza i łatwiejsza w obróbce; zwraca uwagę konieczność utworzenia dodatkowej tabeli dla danych o miesiącach obserwacji. C — jeden z możliwych układów tych samych danych w bazie relacyjnej; trzy tabele dla trzech typów danych, połączone relacjami. W tabeli nazw gatunkowych i miejscowości nie ma powtórek, a w tabeli obserwacji pustych pól. D — wirtualna tabela — wynik zapytania do bazy (kwerendy), zestawiającego dane ze wszystkich trzech tabel i podającego wszystkie dane wiążące się z poszczególnymi obserwacjami. Sortowanie rekordów w tabeli jest całkowicie dowolne — w tym wypadku wykonano je wg pol_n_porz (numer obserwacji w terenie) i ID_obs (numer obserwacji w bazie).

data	miejsce	nr_porz	gatunek	samiec	samica	młode
2005-06-21	Rogów	1	zięba	1	1	1
		2	bogatka	1		
		3	pleszka	1		
		4	kos	1	1	
		5	pelczacz leśny	1		2
		6	zięba	1		2
		7	bogatka	1		2
		8	kos	1	1	2
2005-06-23	Ignaców	1	kos	1	1	5
		2	szpak	1	1	
		3	szpak	1		
		4	zięba	1		
		5	bogatka	1		
		6	kowalik	1		2
		7	pelczacz leśny	1		1
		8	szpak	1		5
		9	zięba	1	1	4
2005-06-25	Brzeźnica	1	bogatka	1		1
		2	rudzik	1		1
		3	kowalik	1		1
		4	bogatka	1		1
		5	dzięciołek	1		1
		6	rudzik	1		1

B

miejsce	województwo	powiat	wsp. geogr.
Rogów	łódzkie	brzeziński	N 51,83; E 19,89
Ignaców	mazowieckie	grójcecki	N 51,77; E 20,64
Brzeźnica	świętokrzyskie	konecki	N 51,27; E 20,48



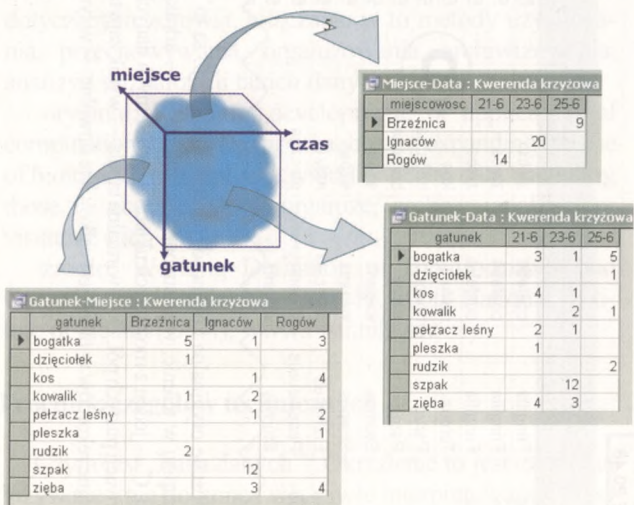
C

kweObserwacje : Kwerenda wybierająca

ID_obs	data	miejscowosc	województwo	powiat	nr_porz	rodzina_lac	gatunek_lac	gatunek	szer_geogr	dl_geogr	ile	plec
1	2005-06-21	Rogów	łódzkie	brzeziński	1	Fringillidae	Fringilla	zięba	51.83	19.89	1	m
2	2005-06-21	Rogów	łódzkie	brzeziński	1	Fringillidae	Fringilla	zięba	51.83	19.89	1	f
3	2005-06-21	Rogów	łódzkie	brzeziński	1	Fringillidae	Fringilla	zięba	51.83	19.89	1	j
13	2005-06-23	Ignaców	mazowieckie	grójcecki	1	Turdidae	Turdus	kos	51.77	20.64	1	m
24	2005-06-25	Brzeźnica	świętokrzyskie	konecki	1	Paridae	Parus	bogatka	51.27	20.48	4	j
4	2005-06-21	Rogów	łódzkie	brzeziński	2	Paridae	Parus	major	51.83	19.89	1	m
14	2005-06-23	Ignaców	mazowieckie	grójcecki	2	Sturnidae	Sturnus	vulgaris	51.77	20.64	1	m
15	2005-06-23	Ignaców	mazowieckie	grójcecki	2	Sturnidae	Sturnus	vulgaris	51.77	20.64	1	f
25	2005-06-25	Brzeźnica	świętokrzyskie	konecki	2	Saxicolidae	Eithacus	rubicula	51.27	20.48	1	m
5	2005-06-21	Rogów	łódzkie	brzeziński	3	Saxicolidae	Phoenicurus	phoenicurus	51.83	19.89	1	m
16	2005-06-23	Ignaców	mazowieckie	grójcecki	3	Sturnidae	Sturnus	vulgaris	51.77	20.64	5	j

D

czy nie tylko sposobów wydajnego zarządzania informacją, ale także podsuwa rozwiązania mogące zwiększyć możliwości analizowania otaczającej nas przyrody. Bazy danych z jednej strony zmniejszają ilość pracy niezbędną do gromadzenia informacji i ułatwiają ich wykorzystanie, a z drugiej strony pozwalają rozszerzyć ich zakres, tworząc połączenia pomiędzy różnymi dziedzinami.



Ryc. 3. Baza z ryc. 2C jako wielowymiarowa „chmura informacji” oglądana za pomocą zapytań, spłaszczających dane do prostych tabel przedstawiających sumaryczną liczbę obserwowanych ptaków w różnych ujęciach

Jak wygląda typowa baza danych dotycząca bioróżnorodności poziomu organizmowego? Nie ma jednego ustalonego standardu i zapewne nigdy go nie będzie, bo każdy autor stosuje własne metody i gromadzi odmienne informacje, dostosowując układ treści do swoich potrzeb. Niemniej większość tego typu danych zawiera przynajmniej trzy wspólne komponenty: informację o gatunku, miejscu i czasie, w którym go zarejestrowano. Mówiąc w skrócie, odpowiada na pytania: „co? gdzie? kiedy?”. Niezależnie od przeznaczenia danej bazy oraz innych przechowywanych w niej informacji, te trzy elementy są z reguły obecne. Różny bywa natomiast stopień ich dokładności.

Ustalony schemat struktury informacji jest podstawą umożliwiającą łączenie danych z różnych źródeł w jeden, większy system. Od momentu powstania Internetu idea ta była wielokrotnie wykorzystywana do tworzenia standardów wymiany informacji o bioróżnorodności i podejmowania mniej lub bardziej udanych prób budowania opartych o nie sieci komputerowych. Wśród istniejących obecnie, siecią o największym zasięgu, mającą duże zasługi w upowszechnianiu się tych rozwiązań, jest GBIF (*Global Biodiversity Information Facility* — www.gbif.org). Łączy ona dane pochodzące z wielu instytucji naukowych i organizacji na całym świecie. Rekordy informacji dostępne poprzez Portal GBIF pochodzą z wielu różnego typu baz, rozproszonych w różnych miejscach i mających różną budowę i funkcję (więcej o podstawach działania sieci wymiany informacji w artykule „Bioróżnorodność Ziemi — wspólna sprawa, wspólne działanie...”). Ponieważ jednak wszystkie używają tego samego układu danych „na wyjściu”, możliwe jest łączenie informacji pochodzących od wielu dostawców (ang. *data providers*).

Warto zwrócić uwagę, że „z punktu widzenia” systemu komputerowego nie ma znaczenia, czy rekord pochodzi z muzealnej kolekcji owadów, arkusza zielnikowego w herbarium czy z bazy obserwacji ptaków. Wszystkie trzy podstawowe elementy są obecne — można go więc umiejscowić w czasie i przestrzeni, a także wiadomo, jakiego organizmu dotyczy. Różna jest oczywiście waga takich danych. Rekordy związane z kolekcjami mają to do siebie, że można zwykle sprawdzić poprawność oznaczenia; okaz jest w takim przypadku dowodem rzeczowym. Tego elementu na ogół brak danym o charakterze obserwacyjnym, o ile nie istnieje dokumentacja dodatkowa w postaci zdjęcia, notatek, czy nagrania dźwiękowego.

Celem GBIF jest doprowadzenie do tego, aby jak najwięcej zasobów informacji o bioróżnorodności, rozproszonych na świecie, było dostępnych dla użytkowników Internetu w jednym systemie, będącym w stanie wysłać zapytania do rozproszonych baz i przedstawiającym odpowiedź w syntetycznej formie. Jest to niewątpliwie idea szczytna i mogąca przynieść wiele pożytku nie tylko nauce. Wiąże się z nią problemy natury politycznej, sprawa przestrzegania praw autorskich dostawców danych i sporo innych, czysto technicznych. Większość z nich już doczekała się rozwiązania lub nastąpi to wkrótce.

Jednak długo jeszcze będzie aktualny problem niedoboru samych danych, istoty całego systemu. Choć nowe dane

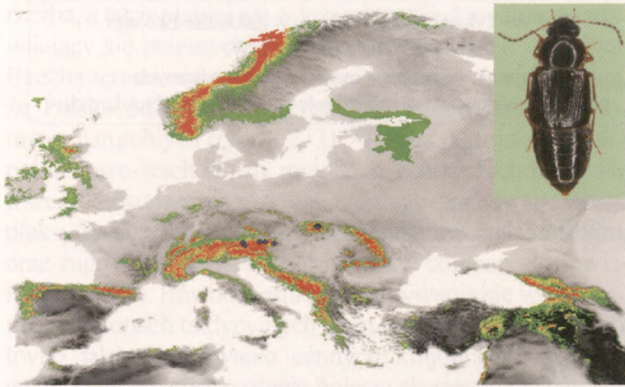
Ramka 3 — Polecane strony internetowe:

- www.gbif.org — Global Biodiversity Information Facility — sieć o zasięgu światowym, zapewniająca dostęp do danych o rozmieszczeniu i taksonomii gatunków z całego świata
- www.ksib.pl — Krajowa Sieć Informacji o Bioróżnorodności — polska organizacja współpracująca z GBIF, udostępniająca dane pochodzące z krajowych ośrodków
- www.faunaeur.org — Fauna Europaea — baza taksonomiczna europejskich gatunków zwierząt lądowych i słodkowodnych
- www.marbef.org/data/erms — European Register of Marine Species — baza taksonomiczna europejskich gatunków zwierząt morskich
- www.emplantbase.org — Euro+Med PlantBase — baza taksonomiczna europejskich gatunków roślin
- www.speciesfungorum.org/Names/Names.asp — Index Fungorum — baza taksonomiczna grzybów całego świata
- www.species2000.org — Species 2000 — baza taksonomiczna gromadząca dane z wielu źródeł dotyczących wszystkich grup organizmów — jeden z fundamentów Elektronicznego Katalogu Życia (*Electronic Catalogue of Life*)
- www.fishbase.org — FishBase — dobry przykład bazy dotyczącej wszelkich aspektów biologii i biogeografii wybranej dużej grupy organizmów — ryb
- www.tolweb.org — Tree of Life — strona projektu poświęconego taksonomii wszystkich grup organizmów, zmierzającego do zebrania i aktualizacji wszelkich możliwych informacji o pokrewieństwach form życia na Ziemi

gromadzone są już zwykle w formie cyfrowej, niemal gotowej do włączenia w obieg, to wciąż pozostaje do wykonania mnóstwo pracy, aby dostosować te już istniejące, przechowywane w notatnikach, katalogach i publikacjach. Bardzo przydatna jest w tym celu znajomość zasad działania baz danych. Ich tworzenie nie wymaga wcale specjalistycznej wiedzy, za to czas zainwestowany w ich przygotowanie zwraca się wielokrotnie. Dotyczy to również sytuacji, gdy baza jest przeznaczona tylko do użytku wewnętrznego i ma służyć wyłącznie właścicielowi (co w przypadku danych naukowych zdarza się dość rzadko).

Zastosowania i perspektywy

O opłacalności inwestowania w tworzenie baz danych można się przekonać biorąc pod uwagę ich szczególną użyteczność w badaniach przyrodniczych i zarysowując się perspektywy. Badania związane z ekologią, ochroną środowiska i spokrewnionymi naukami z reguły wymagają gromadzenia i łączenia wielu faktów, wyciągania wniosków na podstawie nakładania na siebie informacji z różnych źródeł. To jest właśnie pole, w którym sprawdzają się bazy danych.



Ryc. 4. Przykład modelowania niszy ekologicznej — ekstrapolacja rejonów występowania gatunku górskiego chrząszcza *Phylloctrepona crenata* na podstawie niepełnych danych o jego rozmieszczeniu (niebieskie punkty) i wybranych parametrów środowiska obszaru całej Europy (m.in. wysokość n.p.m., średnia temperatura roczna, ilość opadów). Obszary o większym prawdopodobieństwie wystąpienia gatunku zaznaczone na czerwono. Analiza wykonana przy pomocy programu GARP

Weźmy jako przykład analizę sieci troficznych i związków między elementami ekosystemu. Gatunki występujące w przyrodzie powiązane są wzajemnymi zależnościami, np. drapieżnik — ofiara, roślina — roślinożerca, pasożyt — żywiciel. Dość łatwo wyobrazić sobie bazę opisującą takie powiązania — np. tabelę „Roślinożercy”, której rekordy zawierają nazwy roślinożerców, tabelę „Rośliny Żywicielskie” oraz tabelę łączącą dwie poprzednie („Roślinożerca-Roślina”), zawierającą pary odnośników do obu powiązanych tabel. Mogą do tego dojść dodatkowe informacje, np. o częściach rośliny (liście, kwiaty, łodygi itp.), które są przez dany gatunek zjadane. Jeden rekord z tabeli roślinożerców może być związany z wieloma rekordami z

tabeli roślin i odwrotnie, z jednym gatunkiem rośliny może się wiązać wielu jej amatorów. W dużych zbiorach informacji orientacja w takiej masie wzajemnych powiązań może sprawiać niemałe kłopoty. Z poprawnie skonstruowanej bazy informacji takie wyciąga się natychmiast.

Im bardziej rozbudowana jest tego typu baza, tym bardziej zaczyna ona przypominać swego rodzaju model rzeczywistości. Porównanie to nabiera mocy, gdy informacje przyrodnicze zaczniemy wiązać z bazami GIS¹ (od *Geographic Information System*), odwzorowującymi środowisko geograficzne. Bazy tego typu służą do gromadzenia danych reprezentujących cechy środowiska fizycznego, pozwalając na analizy uwzględniające położenie obiektów względem siebie. Dane takie gromadzone są przez specjalistów różnych dziedzin nauki — kartografów, geologów, czy klimatologów i z roku na rok stają się coraz powszechniej dostępne oraz dokładniejsze.

Jeśli baza o interesującej nas grupie gatunków zawiera odniesienia do położenia geograficznego, najlepiej w postaci współrzędnych geograficznych, to przy użyciu odpowiedniego oprogramowania można połączyć oba typy danych. Załóżmy, że posiadamy bogatą bazę informacji dotyczących występowania jakiegoś gatunku rośliny na danym obszarze i chcemy wiedzieć jak najwięcej o jego wymaganiach względem warunków środowiska. Jeśli nałożymy te dane na mapy glebowe badanego rejonu, mamy szansę zbliżyć się do poszukiwanej odpowiedzi. Jeśli są to badania większego obszaru, można kojarzyć dane o rozmieszczeniu gatunku z mapami klimatycznymi, wskazując preferowany przezeń zespół warunków klimatycznych (np. zakres temperatur, ilość opadów) (ryc. 4). Zamiast map rozkładu czynników środowiskowych można zastosować mapy rozmieszczenia gatunków powiązanych z interesującym nas organizmem, aby wytypować np. miejsca, gdzie potencjalnie mogłyby występować razem.

Metody obliczeniowe, pozwalające na powiązanie, a także wzajemne analizy obiektów biologicznych i geograficznych, to stosunkowo młoda dziedzina, która szybko się rozwija między innymi dzięki sieciom komputerowym, dostarczającym dużej ilości niezbędnych danych. Coraz więcej jest także odpowiednich aplikacji komputerowych. Dzięki temu możliwe jest modelowanie wymagań środowiskowych organizmu (tzw. modelowanie niszy ekologicznej, ang. *ecological niche modeling*) w oparciu o dostępne dane o jego występowaniu (dane punktowe) i cechy środowiska (określane przez właściwości elementów przestrzeni w systemie GIS). W ten sposób można na przykład przewidywać zmiany w rozmieszczeniu gatunku przy różnych scenariuszach zmian klimatycznych lub wyznaczać obszary, na których może on występować.

Powstaje więc właściwie nowa gałąź wiedzy, korzystająca z nowoczesnych narzędzi informatycznych, wykorzystujących zaawansowane algorytmy i rozwiązania programistyczne. Użycie terminu „bioinformatyka” jest tu jak najbardziej uzasadnione, tyle że w odniesieniu do innego poziomu bioróżnorodności. Bioinformatyka stosowana przez biologów molekularnych pozwala np. przewidzieć funkcję białka w komórce na podstawie znajomości jego sekwencji. Bioinformatyka z wyższego (w sensie organiza-

¹ Można spotkać również rzadziej spotykany skrót — SIP (System Informacji Przestrzennej)

cji świata żywego) poziomu umożliwia poszukiwanie odpowiedzi na pytania o roli gatunku w środowisku, przewidywanie gatunków powiązanych czy zmian liczebności pod wpływem zmian w otoczeniu na podstawie znajomości jego obszaru występowania i preferencji ekologicznych. Zasadnicza różnica z punktu widzenia technologii informatycznych wykorzystywanych do tego celu polega na tym, że gromadzenie danych o występowaniu gatunków zachodzi o wiele wolniej niż np. sekwencjonowanie ich genomów. Stąd z reguły mamy do czynienia z niedoborem danych, na których opierają się analizy, i często modelowanie powiązań gatunku z parametrami środowiska zawiera elementy ekstrapolacji i rachunku prawdopodobieństwa. Weryfikacja poprawności wyników może z kolei wymagać badań terenowych, co wprowadza dodatkowe utrudnienia. Idea łączenia baz danych poprzez komputerowe sieci informacyjne tworzy szansę na pokonanie tej bariery. Jeśli tylko niezbędne dane na jakiś temat istnieją w sieci, można je pobrać w jednolitej formie i wykorzystać do analizy, choć pochodzą z różnych baz. W ten sposób połączenie zbiorów informacji cząstkowych jest czymś więcej niż tylko ich sumą i może otwierać drzwi do nowej wiedzy.

Zastosowanie technologii informatycznej do zbierania, przesyłania i przetwarzania danych przyrodniczych niesie ze sobą wielki potencjał do wykorzystania w działaniach praktycznych. Poza podstawową (co absolutnie nie znaczy, że mało istotną), najprostszą technicznie funkcją banków informacji o gatunkach, bazy danych o bioróżnorodności

mają szansę stać się elementami systemów monitoringowych. Wymaga to „jedynie” ich zdynamizowania i systematycznego zbierania danych oraz powiązania ich z gromadzonymi równolegle informacjami o środowisku. W ten sposób można na przykład śledzić i przewidywać występowanie gatunków inwazyjnych lub istotnych gospodarczo. Nałożenie na siebie informacji o rozmieszczeniu na danym obszarze gatunków chronionych, rzadkich lub zagrożonych pozwoliłoby uzyskać rodzaj mapy terenów cennych przyrodniczo i skonfrontować ją z istniejącą siecią obszarów chronionych w celu ich weryfikacji. Proste zestawienie punktów i powierzchni pomiarowych wykorzystanych w prowadzonych projektach naukowych może samo w sobie być pomocne w planowaniu przyszłych badań i ustaleniu „białych plam” — rejonów niezbadanych.

Przygniatająca większość tych wspaniałych możliwości rysujących się przed tą częścią bioinformatyki ma jeden zasadniczy mankament — do urzeczywistnienia potrzebuje paliwa, czyli danych. A do tego niezbędna jest świadomość potrzeby ich gromadzenia i znajomość metod, które to ułatwiają.

Wpłynęło 29.06.2007

Dr Piotr Tykarski jest adiunktem w Zakładzie Ekologii na Wydziale Biologii UW.

Zajmuje się ekologią owadów saproksylicznych a w KSIB odpowiada za organizację i udostępnianie baz danych.

Stanisław TWOREK (Kraków)

O RÓŻNORODNOŚCI BIOLOGICZNEJ W KONTEKŚCIE DZIAŁAŃ NA RZECZ OCHRONY PRZYRODY

Stan różnorodności biologicznej w Polsce

Jeśli różnorodność biologiczną mierzyć stopniem zachowania pierwotnie występujących na danym terenie gatunków oraz zbiorowisk (w przypadku Polski należałoby brać pod uwagę okres od ostatniego zlodowacenia), a także ras i form roślin i zwierząt użytkowych, nasz kraj można uznać za obszar o relatywnie wysokiej bioróżnorodności. Gatunki silnie zagrożone w innych krajach, zwłaszcza Europy Zachodniej (bocian biały, derkacz, bóbr, wydra) występują obecnie u nas stosunkowo licznie. Flora Polski obejmuje około 2 750 gatunków i podgatunków roślin naczyniowych. Natomiast faunę naszego kraju szacuje się na ok. 33 000–45 000 gatunków, w tym około 620 gatunków kręgowców. Wiele z nich osiąga na obszarze Polski granicę zasięgu występowania (takie gatunki stanowią m.in. 30% fauny ssaków, 16% ptaków oraz — w zależności od grupy taksonomicznej — od 7 do 50% gatunków bezkręgowców). Na skutek rozdrobnienia gospodarki rolnej, zacho-

wało się jeszcze w Polsce sporo lokalnych odmian roślin uprawnych oraz ras zwierząt gospodarskich. Każdy z



Ryc. 1. Naturalne jeziora wraz z otaczającą je roślinnością są typowym elementem krajobrazu północnej Polski. Fot. S. Tworek



Ryc. 2. Krajobraz charakterystyczny dla bioregionu alpejskiego jest w Polsce ograniczony do pasma Tatr i Karkonoszy. Fot S. Tworek

utrzymywanych w kraju hodowanych gatunków zwierząt reprezentowany jest przez kilka/kilkanaście ras.

Na aktualny stan różnorodności biologicznej w naszym kraju miały wpływ: położenie w centralnej części kontynentu, w strefie wpływów klimatu atlantyckiego i kontynentalnego, brak naturalnych barier na wschodzie i zachodzie, zróżnicowana budowa geologiczna i urozmaicona rzeźba, a także słabiej niż w krajach zachodniej Europy rozwijający się przemysł i mniejsza intensyfikacja rolnictwa. Rzeźba terenu, warunki glebowe i klimatyczne sprawiają, że Polska odznacza się dużym zróżnicowaniem krajobrazów naturalnych (ryc. 1, 2, 3). W północno-wschodnich i południowo-wschodnich regionach Polski zachowały się jeszcze stosunkowo rozległe i dobrze zachowane kompleksy leśne z bogatą fauną o charakterze puszczańskim, oraz zagrożone w skali Europy tereny bagiennie-torfowiskowe (ryc. 4). Równocześnie, utrzymywanie się w tych samych regionach tradycyjnych form gospodarowania umożliwiło także zachowanie cennych krajobrazów kulturowych, stanowiących rozległe połacie ekstensywnie użytkowanych łąk i pastwisk (np. łąki nad Biebrzą) czy drobnopowierzchniowe mozaiki terenów o różnym sposobie użytkowania: polno-łąkowo-leśnym (zwłaszcza we wschodniej części kraju, ryc. 5). Szczególnym przykładem regionu o wysokiej różnorodności biologicznej (z dużym udziałem gatunków o charakterze kserotermicznym, związanych z terenami otwartymi i półotwartymi), ukształtowanej pod wpływem ekstensywnej gospodarki człowieka jest Jura



Ryc. 3. Typowy krajobraz Beskidu Niskiego — najniższego pasma górskiego polskich Karpat. Fot S. Tworek

Krakowsko-Częstochowska. Stosunkowo najuboższe, zarówno pod względem florystycznym, faunistycznym, jak i



Ryc. 4. Ols w Puszczy Białowieżskiej — największym kompleksie naturalnych lasów nizinnych środkowej Europy. Fot S. Tworek

krajobrazowym, są przemysłowe regiony południowej Polski oraz Polska centralna.

Ochrona różnorodności biologicznej

W czasach, gdy skala zagrożeń przyrody była jeszcze stosunkowo niewielka wydawało się, że wystarczy wyłączyć jej zagrożone elementy ze sfery działalności człowieka, a te same odzyskają dobrą kondycję. Koncentrowano się więc na zabezpieczaniu zagrożonych gatunków poprzez ochronę prawną (zakaz chwytania, zabijania, zrywania), ochronę ich stanowisk (ochrona *in situ*) i uzupełniający system ochrony, złożony z ogrodów botanicznych, arboretów, ogrodów zoologicznych, zwierzyńców itp. (ochrona *ex situ*). Zabezpieczano też enklawy przyrody o charakterze zbliżonym do naturalnego oraz inne obszary, gdzie człowiek nie naruszył w sposób istotny struktury ekosystemów (ochrona obszarowa). Rozwój cywilizacji i współczesny rozmiar zagrożeń różnorodności biologicznej pokazał jednak jak dalece niewystarczająca była ta „konserwatorska” ochrona przyrody, odnosząca się do jej niewielkiego wycinka. I choć tradycyjne formy ochrony gatunkowej i obszarowej nadal pozostają bardzo ważnym narzędziem ochrony przyrody, to obecnie, zgodnie z duchem konwencji o różnorodności biologicznej, ochrona ukierunkowana jest na całą przestrzeń przyrodniczą, na tereny użytkowane przez człowieka a nawet znacznie już przez niego przekształcone. Zgodnie z taką koncepcją, jednym z głównych zadań ochrony przyrody jest utrzymanie i odtwarzanie różnorodności biologicznej w warunkach jej użytkowania, a jednocześnie wskazywanie i zachowywanie takich form aktywności człowieka, które sprzyjają zachowaniu tej różnorodności. Koncepcja zakłada oczywiście konieczność zachowania całej przyrody, na wszystkich poziomach jej organizacji — zarówno ekosystemów bogatych i zróżnicowanych, jak i ubogich, lub przejściowych, obszarów naturalnych jak i użytkowanych gospodarczo, z całą różnorodnością gatunków, ras i odmian.

W rozumieniu *Konwencji* ochrona różnorodności biologicznej i użytkowanie jej elementów w sposób zrównoważony pozostają ze sobą w ścisłej zależności: ochrona różno-



Ryc. 5. Mozaika pól uprawnych, łąk i zadrzewień to częsty element krajobrazu południowo-wschodniej części kraju. Fot S. Tworek

rodności biologicznej warunkuje możliwość korzystania z niej w przyszłości. Konsekwencją takiego podejścia musi być przyjęcie zasady integracji ochrony różnorodności biologicznej z różnymi sektorami gospodarki człowieka. Chodzi o to, by gospodarka prowadzona była w sposób sprzyjający utrzymaniu różnorodności biologicznej. Mówi się wręcz o „ekologizacji” gospodarki. W rolnictwie oznacza to np. utrzymywanie lub tworzenie na terenach rolniczych enklaw różnego typu siedlisk nieużytkowanych (zadrzewień śródpolnych (ryc. 6), oczek wodnych, kęp krzewów, stert kamieni itp.), utrzymywanie na pewnej powierzchni tradycyjnych ekstensywnych form gospodarowania, eliminowanie szkodliwych technologii, np. stosowania oprysków pól z samolotów, rezygnację z tworzenia wielkich bezściółkowych ferm hodowlanych, itp.

W leśnictwie już w latach 1990. nastąpił zwrot w kierunku tzw. ekologicznej gospodarki leśnej. W ustawie o lasach z 1991 r. nadano pierwszorzędą rangę środowiskotwórczym, pozaprodukcyjnym funkcjom lasu. Zgodnie z Zarządzeniem nr 11 Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych z 1995 r. jednym z głównych celów gospodarowania w lasach jest utrzymywanie i przywracanie różnorodności biologicznej na terenach leśnych. Dotyczy to zarówno samych siedlisk leśnych, w odniesieniu do których postuluje się m.in. kształtowanie naturalnej struktury drzewostanu, ograniczanie powierzchni zrębów zupełnych, preferowanie naturalnego odnawiania lasu, eliminowanie używania chemicznych środków chwastobójczych, jak i sie-



Ryc. 6. Tworzenie i utrzymywanie zadrzewień śródpolnych sprzyja różnorodności biologicznej obszarów rolniczych. Fot S. Tworek

dlisk nieleśnych. Obecnie istnieje podstawa do zachowania — bez uciekania się do ochrony rezerwatowej — wszelkich enklaw „śródleśnych nieużytków”: zbiorników i cieków wodnych, mokradel, torfowisk itp., do szczególnej ochrony roślinności dolin rzecznych w lasach i do ochrony siedlisk gatunków żyjących w lasach.

W gospodarce wodnej ważna jest poprawa stanu czystości wód, zahamowanie procesu eutrofizacji jezior, czy też uregulowanie zagadnień związanych z melioracjami (nie ograniczanie się jedynie do melioracji osuszających). W gospodarce energetycznej możliwe jest promowanie niekonwencjonalnych źródeł energii. W wielu sektorach gospodarki, m.in. w przemyśle, budownictwie i transporcie, możliwe jest wprowadzenie obligacji prawnych i ekonomicznych promujących proekologiczne rozwiązania służące utrzymywaniu różnorodności biologicznej. W teorii wszystko to brzmi interesująco, ale spróbujmy zmusić się do refleksji i zastanowić się, czy rzeczywiście możliwe jest utrzymanie różnorodności biologicznej i równoczesny rozwój cywilizacji? Czy te dwa cele nie pozostają ze sobą w sprzeczności? Z natury rzeczy rozwój gospodarczy i społeczny, nawet jeśli ma być to rozwój zrównoważony, musi odbywać się kosztem środowiska przyrodniczego i uniknięcie przy tym pewnych strat w różnorodności biologicznej jest praktycznie niemożliwe. Budowa nowych, szerszych, szybszych, bezpieczniejszych dla ich użytkowników dróg oznacza zgubną w skutkach fragmentację ekosystemów i populacji oraz zmiany jakościowe siedlisk (ryc. 7). Każdy Polak miał ostatnio okazję usłyszeć o tym problemie i wyrobić sobie własne zdanie w kontekście planowanej budowy obwodnicy Augustowa przez dolinę Rospudy. Wiele można by także mówić o tym, jak ochrona przeciwpowodziowa wpływa na utratę różnorodności biologicznej w dolinach rzecznych. Trudno sobie wyobrazić realizację różnych form aktywnego wypoczynku bez użytkowania, a niekiedy wręcz zawłaszczania przestrzeni przyrodniczej. Pewne straty w różnorodności biologicznej są nieuniknione wraz z postępującym rozwojem gospodarczym. Należy natomiast znacznie więcej uwagi poświęcić temu, aby z jednej strony te straty skutecznie minimalizować, z drugiej zaś rozwijać metody kompensacji przyrodniczej. Przykładowo, budując drogi szybkiego ruchu trzeba koniecznie pamiętać o odpowiednim rozmieszczeniu przejść dla zwierząt i wkomponowaniu ich w krajobraz tak, by efektywnie spełniały swoją rolę (pomijam już sam fakt wyboru optymalnego wariantu). Nowoczesne regulacje do-



Ryc. 7. Budowa dróg powoduje fragmentację siedlisk. Fot S. Tworek

lin rzecznych należy prowadzić z pozostawianiem szerokiego międzywala dla swobodnie meandrujących rzek, wraz ze starorzeczami i roślinnością nadbrzeżną. Rozwijać infrastrukturę (turystyczną, mieszkaniową, przemysłową) też można w sposób rozsądny, np. nie usiłując wkraczać z inwestycjami w samo serce cennych przyrodniczo obszarów.

Niewątpliwie, nie da się wprowadzić w życie koncepcji ochrony różnorodności biologicznej zgodnej z ideą zrównoważonego rozwoju bez przekonania do niej społeczeństwa i decydentów, bez uświadomienia, że jej zachowanie jest dla człowieka ważne. Nie jest to rzeczą łatwą, zwłaszcza w społeczeństwach niezamożnych. Trudno wymagać od ludzi mających problemy z zaspokojeniem podstawowych potrzeb życiowych zrozumienia dla potrzeby ochrony innych gatunków, ekosystemów, itd. To przede wszystkim społeczeństwa bogate uświadomiły sobie potrzebę ochrony różnorodności biologicznej i to dopiero wówczas, gdy same poniosły poważne straty. Tak do biednych, jak i bogatych, najłatwiej trafiają argumenty oparte na rachunku ekonomicznym, udowadniające, że zachowanie różnorodności biologicznej po prostu się opłaca. Nawet ludzie, którzy nie są skłonni do przeliczania wszystkiego na pieniądze, mogą mieć wątpliwości co do sensu wysiłków w celu ochrony różnorodności biologicznej. Przecież gatunki i tak zawsze wymierały z różnych naturalnych przyczyn, i w historii Ziemi zdarzały się katastrofy, podczas których dochodziło do masowych ekstynkcji. Poza tym, w powszechnej świadomości najważniejszy jest przecież człowiek i jego potrzeby. Co jest niewłaściwego w swobodnym korzystaniu z zasobów przyrody?

Próbując uzasadnić potrzebę ochrony różnorodności biologicznej, można się uciekać do argumentów o charakterze katastroficznym, pragmatycznym i etycznym. Argumenty o charakterze katastroficznym można sprowadzić do stwierdzenia, że utrzymanie różnorodności biologicznej jest warunkiem przetrwania ludzkości. Zwolennicy takiej opcji uważają, że nasz byt jest uzależniony od zachowania wszystkich żywych organizmów powiązanych wzajemnie ze sobą. Części z nich nawet nie znamy, podobnie jak natury wszystkich związków między nimi. Nie wiemy też, w którym dokładnie momencie utrata jakiegoś ogniw sieci może drastycznie zmienić warunki życia człowieka. Ilustracją tej sytuacji jest porównanie tracącej różnorodność biologiczną Ziemi do samolotu gubiącego kolejne nity spajające jego konstrukcję (hipoteza wypadających nitów). W którymś momencie musi nastąpić katastrofa. Nie są to jednak argumenty całkiem przekonujące, gdyż podstawowe procesy warunkujące życie na ziemi (produkcja tlenu, produkcja i rozkład materii organicznej, przepływ energii), mogą — pod pewnymi dodatkowymi założeniami — opierać się na niewielkiej liczbie gatunków.

Używając argumentów natury pragmatycznej, inaczej ekonomicznej, akcentujemy wartość użytkową różnorodności biologicznej. Bogactwo naturalne kryje w sobie niezliczone możliwości utylitarne. Obecnie wykorzystujemy tylko ich niewielką część. Przykładowo, dla celów spożywczych używamy zaledwie 1% spośród dziesiątek tysięcy roślin jadalnych przez różne, lokalne plemiona na świecie. Rozsądek nakazuje ochronę wszystkich gatunków, by nie utracić potencjalnych możliwości ich zastosowań w rolnictwie czy medycynie. Odkrycie ich przydatności jest tylko

kwestią czasu — postępu nauki i rozwoju nowych technologii. Wymierne korzyści z utrzymania różnorodności biologicznej zarówno na poziomie gatunkowym, ekosystemowym i krajobrazowym mogą czerpać (i już czerpią) takie sektory gospodarcze, jak rybołówstwo, łowiectwo, a przede wszystkim przemysł turystyczny. Naturalne krajobrazy, obecność stanowisk rzadkich i zagrożonych gatunków flory i fauny stanowią o atrakcyjności obszarów, jako miejsc wypoczynku i ludzie są skłonni za to płacić. Niemniej jednak, próba wyrażania różnorodności biologicznej w kategoriach finansowych i sprowadzenia jej wartości ściśle do wartości użytkowych jest ślepą uliczką. I można mieć obawy, czy byłby to mocny fundament dla jej ochrony. Korzyść ekonomiczna jest przekonującym argumentem wtedy, jeśli można ją odnieść „tu i teraz”, a nie w bliżej nieokreślonej przyszłości, zwłaszcza dopiero w następnych pokoleniach.

Argumenty natury filozoficzno-moralnej odwołują się do przekonania, że przyroda jest wartością samą w sobie i wymaga poszanowania, a inne organizmy mają prawo do życia nie mniejsze niż sam człowiek. Na tym gruncie wyrósł nowy kierunek filozoficzno-przyrodniczy, jakim jest etyka ekologiczna. Jej celem jest określenie podstaw naszego stosunku do przyrody, korzystania z jej zasobów (pozyskiwania ich i dzielenia się nimi) i wszystkiego, co się z tym bezpośrednio łączy. Przyznaje ona człowiekowi prawo do korzystania z zasobów przyrody, nie wolno mu go jednak nadużywać. Jednym z podstawowych założeń etyki ekologicznej jest uznanie wartości wszystkich stworzeń niezależnie od ich użyteczności z punktu widzenia człowieka, gdyż mają one wartość same w sobie. Przyjęcie takiego punktu widzenia oznacza, że ochrona życia w każdym organizmie staje się nakazem etycznym w tym samym sensie jak poszanowanie praw człowieka. Podobnie jak religia, ochrona przyrody (czy ochrona różnorodności biologicznej) powinna więc przenikać wszystkie dziedziny naszego życia, a etyka ekologiczna powinna być podstawą naszych wyborów, zarówno w skali makro (dotyczących np. strategii rozwoju gospodarczego, rozwoju regionu), jak i mikro (czyli podejmowania decyzji w życiu codziennym — np. ograniczania swoich apetytów konsumpcyjnych).

Warto jeszcze podkreślić nieocenioną wartość różnorodności biologicznej jako warsztatu pracy ludzi nauki, ogromnego laboratorium badawczego, pozwalającego odkrywać drogi ewolucji i prawa rządzące światem żywych organizmów. Różnorodność form życia jest bezcenna, ich wartość w dużej mierze leży we wzajemnych powiązaniach, których zaledwie niewielką część dopiero poznaliśmy. „Bogactwo natury jest warunkiem istnienia nauki o historii naturalnej, ponieważ właśnie różnorodność daje gwarancje znalezienia właściwego wyjątku do przetestowania każdej reguły”.

Narzędzia ochrony różnorodności biologicznej w Europie

Europejskie Czerwone Listy i inne źródła wskazują, że różnorodność biologiczna wielu obszarów naszego kontynentu została silnie zubożona w stosunku do innych regionów świata o podobnych warunkach naturalnych. Świadomość zagrożeń i troska o ochronę dziedzictwa przyrodniczego Europy zaowocowały podjęciem szeregu inicjatyw

zarówno o zasięgu ogólnoeuropejskim jak i lokalnym. Jedną z najważniejszych jest Paneuropejska Strategia Ochrony Różnorodności Biologicznej i Krajobrazowej, przyjęta w 1995 r. w Sofii. Tworzy ona ramy dla działań na rzecz ochrony przyrody i krajobrazu w Europie i ma na gruncie europejskim wspomóc wdrażanie postanowień Konwencji o różnorodności biologicznej.

Strategia wyznacza 20-letni okres, w którym w całej Europie powinno nastąpić znaczące zredukowanie obecnych zagrożeń dla różnorodności biologicznej i krajobrazowej wprowadzenie ujednoliconego systemu jej ochrony oraz zrównoważonego użytkowania, zwiększenie ekologicznej spójności Europy oraz pełne zaangażowanie społeczeństw w ochronę różnorodności biologicznej i krajobrazowej. Do realizacji planowanych zamierzeń *Strategia* przewiduje różnorodne instrumenty prawno-organizacyjne. Jednym z nich jest utworzenie Paneuropejskiej Sieci Ekologicznej (PEEN) w oparciu o istniejące obszary chronione i dotychczasowe inicjatywy w zakresie sieci ekologicznych podejmowane w Europie. Inicjatywa ta ma stworzyć wspólne ramy dla integracji działań krajowych i międzynarodowych, nastawionych na ochronę różnorodności biologicznej i krajobrazowej Europy, w obrębie i poza istniejącymi formami prawnej ochrony. Paneuropejska Sieć Ekologiczna ma stanowić spójną sieć obszarów ważnych dla zachowania i ochrony ekosystemów i gatunków o znaczeniu europejskim (tzn. ekosystemów naturalnych i półnaturalnych, ekosystemów wielofunkcyjnych i gatunków endemicznych lub charakterystycznych dla Europy lub zagrożonych w Europie). W skład sieci mają wchodzić obszary węzłowe (korowe), spajające je korytarze ekologiczne (ułatwiający rozprzestrzenianie się i migracje gatunków oraz wymianę informacji genetycznej między obszarami węzłowymi), strefy buforowe (dla ochrony sieci od wpływów zewnętrznych), a także obszary, które po renaturalizacji mogą stać się obszarami węzłowymi lub korytarzami, a już obecnie poprawiają spójność sieci. Idea Paneuropejskiej Sieci Ekologicznej jest w wielu aspektach rozwinięciem działań w ramach projektu ECONET, zmierzających do oceny stanu zachowania oraz stopnia ochrony poszczególnych ekosystemów. Efektem tych prac było opracowanie w kilku krajach, m.in. w Polsce, koncepcji krajowych sieci ekologicznych i przygotowanie strategii ich wdrażania.

W krajach Unii Europejskiej, decydujące znaczenie z punktu widzenia realizacji celów PEEN ma program Natura 2000. Sieć Natura 2000 ma za zadanie ochronę typów siedlisk przyrodniczych i siedlisk gatunków, tworzy również ogólny system ochrony gatunków. Tworzona jest w oparciu o Dyrektywę Ptasią (Dyrektywa Rady 79/409/EWG o ochronie dziko żyjących ptaków z 1979 r.) i Dyrektywę Siedliskową (Dyrektywa Rady 92/43/EWG o ochronie siedlisk naturalnych oraz dzikiej fauny i flory). Są to najważniejsze instrumenty prawne służące utrzymaniu różnorodności biologicznej państw członkowskich Unii Europejskiej. W obu dyrektywach sformułowano ogólne zasady ochrony różnorodności biologicznej na terenie krajów członkowskich UE, w takim zakresie, w jakim zdecydowały się one podjąć współpracę. Rozwijano ją najpierw w odniesieniu do ptaków, ponieważ znajomość tej grupy zwierząt jest tradycyjnie bardzo dobra w większości krajów, a konieczność pro-

wadzenia skoordynowanych międzynarodowych działań na rzecz ochrony dostrzeżono w ormitologii najwcześniej. Wiele rozwiązań przyjętych w pracach nad Dyrektywą Ptasią wykorzystano później przy opracowywaniu Dyrektywy Siedliskowej. Jej celem jest utrzymanie różnorodności biologicznej w obrębie europejskiego terytorium państw członkowskich Unii Europejskiej poprzez zabezpieczenie typów siedlisk zagrożonych i/lub reprezentatywnych dla wyróżnionych regionów biogeograficznych oraz zabezpieczenie egzystencji roślin oraz zwierząt zagrożonych i rzadkich na terytorium Wspólnoty.

Strategia ochrony różnorodności biologicznej w Polsce

Polska ratyfikowała Konwencję o różnorodności biologicznej w 1996 roku. Ratyfikacja *Konwencji* pociągnęła za sobą konieczność wykonania wielu zadań, zarówno ogólnych jak i szczegółowych, związanych z ochroną i zrównoważonym korzystaniem z zasobów biologicznych. Do zadań ogólnych, należało opracowanie krajowej strategii, planów i programów oraz włączenie ochrony i zrównoważonego użytkowania różnorodności biologicznej do resortowych i międzyresortowych strategii, planów i programów.

Prace nad krajową strategią ochrony różnorodności biologicznej rozpoczęły się jeszcze przed ratyfikowaniem *Konwencji*. Jednak dopiero w 2003 r. Rada Ministrów zatwierdziła opracowany przez Ministerstwo Środowiska dokument pt. „Krajowa strategia ochrony i umiarkowanego użytkowania różnorodności biologicznej wraz z programem działań”. *Strategia* wyznacza najważniejsze priorytety dotyczące ochrony różnorodności biologicznej w Polsce. Przedmiotem *Strategii* jest cała różnorodność biologiczna na wszystkich poziomach jej organizacji: a więc różnorodność wewnątrzgatunkowa (genetyczna), międzygatunkowa i ponadgatunkowa (ekosystemów i krajobrazów). Na każdym z tych poziomów *Strategia* wskazuje priorytety podobne do tych sformułowanych w *Konwencji*. Celem nadrzędnym strategii jest „zachowanie całego rodzimego bogactwa przyrodniczego oraz zapewnienie trwałości i możliwości rozwoju wszystkich poziomów jego organizacji (wewnątrz-gatunkowego, międzygatunkowego i ponadgatunkowego)”. Jego osiągnięcie będzie wymagało realizacji kilku celów strategicznych, obejmujących:

- rozpoznawanie i monitorowanie stanu różnorodności biologicznej oraz istniejących i potencjalnych zagrożeń;
- usuwanie lub ograniczanie tych zagrożeń;
- zachowanie i/lub wzbogacanie istniejących oraz odtwierzanie zanikłych elementów różnorodności biologicznej
- integrację działań na rzecz ochrony różnorodności biologicznej z działaniami ważnymi dla tej ochrony sektorów gospodarki, administracji publicznej i społeczeństwa.

Sformułowano również bardziej szczegółowe cele operacyjne, wskazujące zadania w poszczególnych działach administracji rządowej, szczególnie rozbudowane w dziale „Środowisko”.

Kluczowe znaczenie dla utrzymania różnorodności biologicznej mają odpowiednie uregulowania we wszystkich sektorach gospodarczych mających bezpośredni wpływ na jej stan, a więc rolnictwa, leśnictwa, gospodarki wodnej, gospodarki morskiej, turystyki, planowania przestrzennego.

W *Strategii* podkreśla się szczególną rolę obszarów użytkowanych rolniczo, stanowiących obecnie główny element w krajobrazie Polski oraz obszarów leśnych, stanowiących dominujący element roślinności potencjalnej naszego kraju, w utrzymaniu różnorodności biologicznej. Zachowanie ukształtowanych przez tradycyjne, ekstensywne formy gospodarowania obszarów rolniczych, stanowiących mozaikę pól, łąk i pastwisk z enklawami „nieużytków” (niewielkich płatów lasu, zadrzewień i zakrzaczeń śródpolnych, oczek wodnych, etc. — ryc. 8), ma ogromne znaczenie dla ochrony różnorodności biologicznej. Około 30% użytków rolnych przedstawia wysokie walory przyrodnicze, stanowiąc siedliska zagrożonych gatunków roślin i zwierząt. Obecnie polskie rolnictwo przechodzi okres transformacji związanej z unowocześnianiem produkcji. Oznacza to jego intensyfikację i specjalizację produkcji rolniczej oraz marginalizację tych regionów, które mają niekorzystne warunki gospodarowania. Wprowadzana stopniowo poprzez pro-



Ryc. 8. Dzięki ekstensywnej gospodarce rolniczej i mozaikowej strukturze krajobrazu (teren) rolnicze, zajmujące blisko 60% powierzchni Polski, stanowią siedliska występowania wielu rzadkich i zagrożonych zwierząt. Fot S. Tworek

gramy rolnośrodowiskowe polityka zrównoważonego rozwoju obszarów wiejskich, umożliwi zachowanie różnorodności biologicznej na terenach rolniczych przy zapewnieniu odpowiedniego poziomu życia rolnikom.

Położenie geograficzne kraju, wiążąc się z określonymi uwarunkowaniami klimatycznymi i glebowymi, decyduje o jego roślinności potencjalnej. W naszych warunkach byłyby to głównie zbiorowiska leśne (ponad 90% powierzchni Polski). W wyniku wielowiekowej, gospodarczej działalności człowieka terytorium Polski zostało w znacznym stopniu odlesione. Obecnie lasy zajmują około 29% powierzchni kraju. Przy tym znaczna część lasów utraciła swój naturalny charakter; wiele pierwotnych lasów liściastych i mieszanych zastąpiły monokultury sosnowe i świerkowe. Mimo to, właśnie z lasami i z enklawami roślinności

nieleśnej w lasach związana jest istotna część bogactwa przyrodniczego Polski. Przykładowo, ponad 35% wszystkich lądowych i wodno-lądowych kręgowców w Polsce występuje w lasach. Lasy stanowią również ważne ogniwo spajające różne elementy i wpływające na ich stan, m.in. poprzez kształtowanie bilansu wodnego. W latach 1990. wprowadzony został ekologiczny model gospodarki leśnej. Zgodnie z tym modelem będzie się ją prowadzić z uwzględnieniem międzynarodowych kryteriów i wskaźników zrównoważonego rozwoju lasów i leśnictwa, zmierzających m.in. do zachowania i przywracania biologicznej różnorodności lasów, ochrony zasobów glebowych i wodnych w lasach oraz utrzymania i wzmacniania długofalowych i wielostronnych korzyści społeczno-ekonomicznych płynących z lasów.

Fundamentalne znaczenie dla zachowania różnorodności biologicznej ma także ochrona ekosystemów wodnych rzek i ich dolin, oczek wodnych i terenów wodno-błotnych. W *Strategii* zwraca się więc uwagę na potrzebę renaturyzacji układów hydrograficznych, zwiększania retencji zlewni, poprawiania lub przywracania możliwości swobodnej wędrówki ryb i minogów w rzekach, analizowania wpływu budowy i funkcjonowania wielkich zbiorników wodnych i dróg wodnych na zmiany różnorodności biologicznej, itp.

Strategia, nawet najlepsza, z natury rzeczy nakreśla tylko cele. Natomiast ich realizacja będzie zależała od zaangażowania odpowiednich resortów i umiejętnego zastosowania odpowiednich instrumentów. Przyrodniczy zdają sobie sprawę, że istniejące narzędzia są niewystarczające. Dotyczy to narzędzi prawnych, struktur organizacyjnych, instrumentów wdrażania ochrony różnorodności biologicznej w politykę odpowiednich sektorów gospodarczych. Niezbędne jest doskonalenie istniejących narzędzi i kreowanie nowych, jeszcze skuteczniejszych, a przede wszystkim zwiększanie nakładów finansowych na ochronę różnorodności biologicznej. Niezmiernie ważne jest prowadzenie badań dotyczących stanu różnorodności biologicznej, jej zmian i zagrożeń, w tym stałego monitoringu i badań służących wypracowywaniu efektywnych metod ochrony. Kluczową sprawą dla skutecznego wdrażania strategii ochrony różnorodności biologicznej jest także szeroka edukacja społeczeństwa i administracji wszystkich szczebli. Nie jest bowiem możliwe prowadzenie działań na rzecz zrównoważonego rozwoju, w tym ochrony różnorodności biologicznej, bez społecznej akceptacji.

Wpłynęło 29.06.2007

Dr Stanisław Tworek jest adiunktem w Instytucie Ochrony Przyrody PAN w Krakowie. Zajmuje się kryteriami tworzenia obszarów chronionych, podstawami wyznaczania sieci ekologicznych i ekologii ptaków.

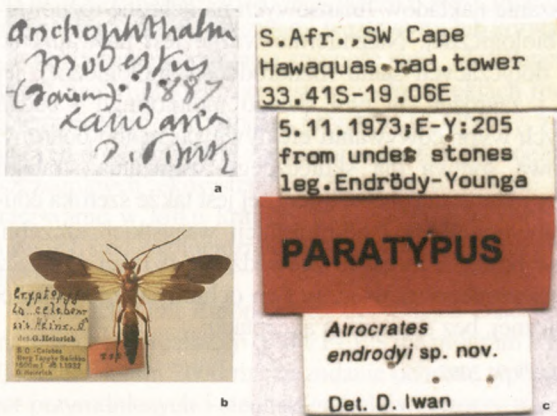
Dariusz IWAN (Warszawa)

ROLA MUZEÓW PRZYRODNICZYCH W BADANIACH BIORÓŻNORODNOŚCI

Historia kolekcjonowania zbiorów przyrodniczych

Twierdzenia, że kolekcjonowanie jest potrzebą głęboko zakorzenioną w psychice *Homo sapiens*, udowodnić raczej nie trzeba, jak również fakt, że od początku istnienia jego kontakt z przyrodą był bardzo ścisły. Stąd też trudno określić, od kiedy człowiek rozumny zaczął gromadzić różne rośliny i zwierzęta, jako żywe lub martwe kolekcje. Z pewnością, pierwotny cel miał podłoże głównie utylitarne i związany był bezpośrednio z zaspokajaniem prostych, egzystencjalnych potrzeb, np. gromadzenie pokarmu, narzędzi, odzienia, itp. Ważną rolę odgrywały również względy estetyczne, o czym świadczą np. rysunki naskalne, ozdoby oraz obrzędy pierwszych ludzi. Nie bez znaczenia była także zwykła ludzka ciekawość, która towarzyszy nam wszystkim do dziś, szczególnie naukowcom.

Pierwsze przekazy historyczne dotyczące słynnych kolekcji przyrodniczych pochodzą już z okresu istnienia Biblioteki Aleksandryjskiej (ok. 367–282 roku p.n.e.). Znajdowały się w niej zbiory minerałów i okazów naturalnych, zakonserwowane w miodzie. Państwowe muzea przyrodnicze najwcześniej były tworzone w Europie. Początek muzeum w Bolonii (Włochy) dały zbiory Ulissesa Aldrovandiego (1527–1605). Z kolei, we Francji Narodowe Muzeum Historii Naturalnej założono w 1626 r. w oparciu o kolekcję Gastona księcia Orleanu (1608–1660). Natomiast w Anglii, zbiory, które w 1753 r. przekazał państwu Hans Sloane, zdeponowane są dzisiaj w londyńskim Muzeum Historii Naturalnej.



Ryc. 1a, b, c. Etykiety okazów typów deskrypcyjnych zebranych 120, 75 i 24 lata temu: (a) 1887 r., *Anchophthalmus modestus* Fairmaire; (b) 1932 r., *Cryptopygala celebensis* Heinrich; (c) 1973 r., *Atrocrates endrodyi* Iwan. Fot. 1a, c D. Iwan; 1b J. Szwedo

W Polsce pierwsze kolekcje gromadzone były już w średniowieczu jako przykościelne zbiory osobliwości, prywatne trofea myśliwskie, czy też kolekcje znajdujące się często w pracowniach alchemicznych oraz aptekach. Tworzenie kolekcji przyrodniczych o charakterze naukowym było nierozłącznie związane z rozwojem placówek badawczych i towarzystw oraz prywatnych gabinetów. Już od 1775 roku trwały starania o powołanie Narodowego Mu-

zeum Historii Naturalnej. To właśnie wtedy Komisja Edukacji Narodowej rozpatrywała projekt utworzenia centralnego muzeum przyrodniczego, a jego autor, Michał Mniszech, opublikował później ten pomysł pod tytułem: „Myśl względem założenia *Museum Polonicum*”. Jednak po upływie niemal całego wieku, zarazem ten projekt, ani żaden inny, nie został zrealizowany. Stąd, w 1870 r., Ignacy Domejko napisał w liście do Józefa Żulińskiego następujące słowa: „...skoro bowiem wyższe cele i miłość nauki powołują dziś uczonych naszych ze wszystkich dzielnic Polski do wzajemnego znoszenia w badaniu przyrody ziem naszych, niepodobna zaprzeczyć, że ich prace, postęp nauki, uzasadnienie wspólnych postrzeżeń i dociekań, wymagają wspólnego też zbioru rodzimych płodów, który ma być niejako obrazem kraju, streszczeniem jego naturalnych bogactw, szkołą dla młodzieży naszej uczącej się i narodową chwałą...”.

W 1919 r., już w niepodległej Polsce, z połączenia Muzeum Branickich i Gabinetu Zoologicznego, który został założony w 1819 r. przy Królewskim Uniwersytecie Warszawskim, powstał Dział Zoologiczny Narodowego Muzeum Przyrodniczego. W 1921 r. został on przemianowany na Polskie Państwowe Muzeum Przyrodnicze, a w 1928 r. na Państwowe Muzeum Zoologiczne, które samodzielnie funkcjonowało do 1952 r. Warto w tym miejscu przytoczyć słowa Stefana Stobieckiego zamieszczone w publikacji z 1912 r.: „... sprawa ‘Narodowego Muzeum przyrodniczego’ wyjść nie może z dziedziny pomysłów i projektów i nie może się dotąd doczekać pomyslnego rozwiązania...”, które wydają się być nadal aktualne.

W 1984 r. w Przeglądzie Zoologicznym ukazała się praca zbiorowa prezentująca stan kolekcji zoologicznych państwowych instytucji. Wiele z tych placówek nie posiadało nawet przybliżonych danych liczbowych o swoich zbiorach. Obserwowane fakty wskazują, że sytuacja ta niewiele się dotychczas zmieniła. Zamieszczone w tej publikacji informacje wskazują, że zdeponowane w polskich instytucjach zbiory szacuje na ponad 10 mln okazów (i prób) zwierząt, z czego blisko 14 tysięcy to typy deskrypcyjne (opisowe). Sytuacja ta ulega powoli zmianie na lepsze, na przykład w Muzeum i Instytucie Zoologii PAN w Warszawie obecnie zdeponowanych jest około 7 mln okazów (w tym kilkanaście tysięcy typów opisowych) reprezentujących ponad 110 tysięcy gatunków.

Pierwotnie, w muzeach gromadzono pojedyncze okazy, będące osobliwościami, zarówno w sensie odstępstw od normy (wszelkie patologie), jak i z racji ich rzadkości, egzotyki, piękna, czy też posiadania innych wartości, w tym również materialnych. Najczęściej, były to kolekcje mieszane zawierające równocześnie rośliny, zwierzęta, skamieniałości oraz minerały. Wraz z rozwojem wiedzy i techniki (np. możliwości podróży) zbiory powiększały się i zaistniała konieczność tworzenia nowych działów obejmujących wydzielone, specjalistyczne kolekcje np. roślin, grzybów, muszli, owadów, ptaków, poroży, itp. Duże ko-



Ryc. 2. Zbiór owadów przechowywanych na sucho (kolekcja zoologiczna Muzeum i Instytut Zoologii PAN, Warszawa).

Fot. J. Szvedo

lekcje wymagały fachowej opieki. Stąd też zatrudniano specjalistów, którzy trudnili się opracowywaniem zbiorów (katalogowaniem, opisywaniem poszczególnych okazów, itp.) oraz ich powiększaniem (zakup, wymiana, zbieranie). Stało się tradycją muzealną, a później obowiązkiem załączanie etykiet do okazów, najpierw z ich nazwami, a następnie również z informacjami o miejscu i dacie ich pozyskania. Zmieniał się także sposób przechowywania i przeznaczenie gromadzonych okazów. Oprócz walorów wystawienniczych i edukacyjnych, zbiory zaczęły służyć również badaniom naukowym.

Wpływ gromadzenia zbiorów przyrodniczych na rozwój nauk biologicznych

Wraz z rozwojem zbiorów przyrodniczych kształtowała się jednocześnie dyscyplina naukowa biologii nazwana systematyką. Nic w tym dziwnego, gdyż podstawą systematyki jest wrodzone, instynktowne dążenie człowieka do gromadzenia dóbr materialnych (zbieractwo) oraz uzyskania odpowiedzi na pytania „co to?” i „dlaczego?”, co jest szczególnie widoczne u młodych osób. Według definicji amerykańskiego ewolucjonisty Ernsta Mayra (1969 r.): „systema-



Ryc. 3. Zbiór gadów przechowywany „na mokro” w 70% alkoholu (kolekcja zoologiczna MIZ PAN, Warszawa). Fot. J. Szvedo

tyka to poznanie różnorodności istot żywych i wyjaśnienie przyczyn tej różnorodności, czyli procesów, które do niej doprowadziły”. Rozwój tej dyscypliny przyczynił się do przekształcania „gabinetów osobliwości” w muzea, które zaczęto traktować jako placówki naukowe. Tak więc, opiekunami kolekcji (kuratorami), a jednocześnie ich twórcami (zbieraczami) są najczęściej systematycy. Oni to sprawili, że celem obecnych muzeów stało się gromadzenie jak największej liczby znanych gatunków. Jednocześnie miarą wielkości każdej kolekcji jest nie tylko liczba przechowywanych okazów, ale także ich jakość oraz poziom opracowania naukowego. Najbardziej cenne są tzw. okazy typowe (holotypy, paratypy, lektotypy, itp.) wyznaczane przez autora opisu gatunku nowego dla nauki. Według Międzynarodowego Kodeksu Nomenklatury Zoologicznej, typ gatunku nominalnego (lub typ deskrypcyjny) reprezentowany jest przez pojedynczy okaz (holotyp albo lektotyp) lub serię okazów (syntypy). Posiada on przeważnie czerwoną etykietę, co ułatwia stosunkowo szybką jego lokalizację w ogromnej masie nagromadzonych materiałów. Jest on wzorcem odniesienia, który określa zastosowanie odpowiedniej nazwy naukowej dla danego gatunku. Zatem stanowi on pojęcie czysto prawne.



Ryc. 4. Zbiór ptasich jaj (kolekcja zoologiczna MIZ PAN, Warszawa). Fot. D. Mierzwa

Potrzebę gromadzenia dużych serii okazów reprezentujących dany takson spowodowały rozwój teorii ewolucji oraz wprowadzenie biologicznej koncepcji gatunku. Dzięki temu, możliwe stało się badanie zmienności gatunkowej, często skorelowanej z rozmieszczeniem geograficznym oraz środowiskowym (np. w gradiencie wysokościowym lub głębiniowym). Aby ułatwić badania i korzystanie ze zbiorów naukowych, większość muzeów do dziś stosuje przeważnie układ kolekcji według klasyfikacji podporządkowanej podziałom biogeograficznym, a etykiety są oznakowane specjalnymi skrótami lub kolorami, np. określona barwa odpowiada danej krainie biogeograficznej.

Częste stosowanie w badaniach naukowych (np.: anatomia, cytologia, biochemia, genetyka) materiałów muzealnych, spowodowało rozwój specjalistycznych technik konserwowania okazów oraz ich tkanek bądź wytworów. Początkowo były one przechowywane „na sucho” (np.: owady nabijane na szpilki lub naklejane na kartoniki entomologiczne, skóry wypychane w postaci tzw. bałwanków lub eksponatów wystawienniczych) lub „na mokro” (konserwowane najczęściej w alkoholu lub formalinie). Z biegiem czasu metody te stały się bardziej wyrafinowane i od-

powiadające potrzebom naukowców reprezentujących różne dyscypliny biologii. Obecnie, np. materiały do badań genetycznych przechowywane są w ciekłym azocie, w temperaturze -70°C , lub na specjalnych bibułkach (np. Whatman). Tworzy się też banki nasion oraz kolekcje przyżyciowe, które umożliwiają ożywienie i następnie rozmnożenie przechowywanych organizmów.

Jak już wspominałem, w muzeach przyrodniczych często deponowane są materiały dowodowe do różnych badań, zarówno z zakresu systematyki, jak też ekologii, fizjologii, biochemii, czy genetyki. Stąd niezwykle ważne jest precyzyjne oznaczenie gatunku, a także dostępność do materiałów badawczych. Gwarantuje to, bowiem możliwość powtarzalności badań i weryfikacji hipotez w przyszłości. W wielu przypadkach umożliwia również rozszerzenie prac o inne techniki i dziedziny w oparciu o ten sam materiał.

Jednym z celów obecnie realizowanego międzynarodowego programu muzealnego (SYNTHESYS, <http://www.synthesys.info/>) jest uświadomienie wszystkim badaczom „...korzyści płynących z długoterminowego przechowywania materiałów służących do (lub będących obiektami) badań naukowych...”.

Pozyskiwanie materiałów do badań zawsze stanowiło jeden z głównych celów właścicieli kolekcji oraz placówek muzealnych. Zbieracze pracowali sami lub w grupach, byli zawodowcami lub amatorami. Okazy pozyskiwano, organizując specjalne ekspedycje badawcze lub przy okazji innej działalności, np. wojen, podróży handlowych, zesłań, czy też emigracji.

W XVIII wieku, szczególnie w okresie wojen napoleońskich, stosowano taktykę formowania przez żołnierzy czworoboku, wewnątrz którego chroniono rannych, tabor i wozy amunicyjne. Podczas wypraw Napoleona (np. do Afryki), kiedy formowano czworobok w obliczu niebezpieczeństwa, słynna stała się komenda: „uczeni i osły do środka!”.

Przykładem niezwyklej determinacji zbieraczy może być historia życia Benedykta Dybowskiego, czy też autentyczne zdarzenia opisywane w książkach lub przedstawiane na filmach, np. „Papillon”, który pokazuje losy więźniów zesłanych do Gujany Francuskiej).

Fascynacja światem przyrody jest udziałem wielu osób, bez względu na wykonywany zawód, czy poglądy ideologiczne. Dlatego, lekarze, adwokaci, nauczyciele, wojskowi, urzędnicy oraz przedstawiciele innych zawodów od dawna tworzyli kolekcje prywatne. Zjawisku temu towarzyszyło zakładanie i późniejsza działalność różnych organizacji i towarzystw przyrodniczych. Duże muzea np. w Londynie i Paryżu bardzo intensywnie współpracują z amatorami, doceniając ich za nieraz bardzo gruntowną i specjalistyczną wiedzę. Traktują one kolekcje prywatne także jako jedno z cennych źródeł informacji o florze i faunie, szczególnie krajowej.

Kolekcje przyrodnicze a obecne poznanie współczesnej bioróżnorodności

Czy gromadzone przez setki lat zbiory przyrodnicze w muzeach odzwierciedlają nam w rzeczywisty sposób współczesną bioróżnorodność Ziemi?

Aby odpowiedzieć na to pytanie należałoby najpierw ustalić ile gatunków żyje na naszej planecie. W 1952 r. Curtis Sabrosky, na podstawie napływu nowych gatunków do muzeów wydedukował, że na świecie jest około 10 mln gatunków samych owadów. Jednakże, już w 1982 r. Terry Erwin, w oparciu o wyniki badań bioróżnorodności lasu równikowego oszacował liczbę tych bezkręgowców na 30 mln gatunków. Większość z nich żyje w koronach drzew lasu deszczowego, a więc w miejscach trudno dla nas dostępnych ze względu na wysokość (30–40 m), niesprzyjające warunki klimatyczne oraz zagrożenie ze strony zwierząt niebezpiecznych dla człowieka.



Ryc. 5a, b, c. Zbiór wypchanych ptaków (kolekcja zoologiczna MIZ PAN, Warszawa). Fot. J. Szewdo

Następnym takim niedostępnym dla poznania środowiskiem na Ziemi są otchłanie i głębiny mórz oraz oceanów (bentos abysalny). W 1991 roku J. Frederick Grassie oszacował, że żyje tam kilkadziesiąt milionów gatunków. Są to głównie bezkręgowce, takie jak: wieloszczety, skorupiaki i mięczaki.

Chyba jednak najbardziej nieznanym dla nas jest świat, w którym żyją bakterie. W tym przypadku ich bogactwo oblicza się na kilka milionów gatunków; obecnie opisanych jest około 4 tysięcy.



Ryc. 6a, b. Drewniane szafy i metalowe regały wraz z gablotami, w których przechowywany jest zbiór owadów (kolekcja zoologiczna MIZ PAN, Warszawa). Fot. D. Mierzwa

Aktualne ekstrapolacje szacują, że na Ziemi żyje od 10 do 100 mln gatunków wszystkich organizmów (mikroorganizmy, rośliny, zwierzęta). Tak naprawdę, do końca nie wiadomo, która granica jest rzeczywista. Jednocześnie, dotychczas przeprowadzone inwentaryzacje wskazują, że liczba poznanych gatunków wynosi 1,4 mln, z czego ponad połowę stanowią owady. Ta kolosalna rozbieżność ukazuje

z jednej strony stan naszej wiedzy podstawowej, a z drugiej — wyzwania, jakie stoją przed naukowcami w przyszłości.

Jakie są tego przyczyny? Z pewnością, jedną z nich jest niedostatek odpowiedniej liczby specjalistów oraz kłopoty z dotarciem do materiałów do badań i ich pozyskaniem. Również bardzo ograniczony czas oraz brak wystarczających funduszy ograniczają rozwój poznania bioróżnorodności. Warto tu dodać, że współcześni systematycy nie są w stanie opisać nawet gatunków już dotychczas zebranych i przechowywanych w muzeach. Stąd też podstawową pracą naukową, jaką w muzeach powinno się prowadzić winno być opisywanie gatunków (tzw. alfa-taksonomia).

Następną przyczyną rozbieżności pomiędzy liczbą znanych a liczbą szacowanych gatunków na naszym globie jest, jak się wydaje, duże tempo wymierania gatunków, które obecnie wynosi 10–20 procent. Oznacza to, że od kilkunastu do ponad 30 procent znanych gatunków już wymarło lub uznanych zostało za zagrożone w skali świata. Opierając się na badaniach dotyczących tempa niszczenia siedlisk w lasach deszczowych Edward O. Wilson oszacował, że na świecie ginie rocznie około 27 tysięcy gatunków, czyli 74 dziennie, a więc 3 na godzinę. Stąd może się zdarzyć, że na podstawie przechowywanych w muzeum kolekcji opiszemy gatunek, którego populacje już nie żyją w naturalnym środowisku. Wiadomo, że okazy muzealne nie zastępują żywych organizmów. Jednakże rolą muzeów jest gromadzenie, opracowywanie i udostępnianie informacji o wszystkich gatunkach naszego globu, nawet tych, które już wyginęły. Stąd muzeum, które „żyje”, to takie, które pozyskuje duże liczby okazów jeszcze niezbadanych i w którym chcą pracować specjaliści.

Obecne przemiany w muzealnictwie przyrodniczym

Poruszając w jednym z wywiadów problem przekazu informacji Ryszard Kapuściński napisał, że nasza wiedza o świecie staje się wiedzą kolektywną, a „globalna wioska” stała się rzeczywistością technologiczną. Rewolucja w dziedzinie komunikacji spowodowała powstanie świata wyobraźni, konkurencyjnego wobec świata rzeczywistego. Wydaje się, że w przypadku muzeów przyrodniczych przemiany te mają charakter raczej pozytywny i mogą wpłynąć stymulująco na ich rozwój. Inicjują one zmiany w sposobie myślenia muzealników i wymuszają wprowadza nowych technologii, nie tylko w działalności dydaktyczno-wystawienniczej, ale także związanej z gromadzeniem zbiorów naukowych.

Obecne traktowanie informacji jako towaru spowodowało wzrost znaczenia i odradzanie się muzeów przyrodniczych jako placówek naukowych. Przechowywane w zbiorach informacje mają wiele postaci i poziomów poznania. Oto jedna z możliwości ich uporządkowania i prezentacji:

1. Informacje bezpośrednie (okazy naturalne, ich części bądź wytwory organizmów):
 - dane morfologiczno-anatomiczne;
 - dane biochemiczne, cytologiczne, genetyczne (wymagają specjalistycznych metod konserwacji i przechowywania materiałów badawczych);
2. Informacje pośrednie (wyniki obserwacji człowieka)
 - etykiety;

- a) informacje o czasie i miejscach oraz biologii zebranego materiału, dane o zbieraczu, wyprawach, o danej kolekcji, czy muzeum, itp.;
 - b) dane dotyczące nazw taksonów i osób opracowujących materiał;
- niepublikowane katalogi oraz notatki z obserwacji terenowych dotyczące biologii, etologii, ekologii, itp. zebranych materiałów naukowych.

Obecny renesans roli muzeów związany jest bezpośrednio z dwoma procesami:

1. zmiana systemu gromadzenia i przepływu informacji (zapis elektroniczny, światowa sieć internetowa);
2. przemiany polityczne (np. powstanie i rozszerzanie się Unii Europejskiej).

Jeśli chodzi o strukturę i formę, nagromadzone przez wiele lat informacje o bioróżnorodności były już od dawna „przygotowane” na wchłonięcie przez światowy system informatyczny. Stało się to dzięki tradycji muzealnej, zasadom nomenklatury skodyfikowanym w Międzynarodowych Kodeksach Nomenklatury oraz podstawom klasyfikacji, wypracowanym przez systematykę. Binominalna nomenklatura i hierarchiczne kategorie systematyczne, opracowane przez szwedzkiego botanika Carla von Linné (1707–1778), znanego pod łacińskim nazwiskiem Linneusz, są przykładem gotowych struktur doskonale pasujących do obecnie funkcjonujących systemów informatycznych tworzenia i obsługi elektronicznych baz danych. Zaprezentowany w X wydaniu *Systema naturae* (1758) oraz *Species plantarum* (nazewnictwo roślin opublikowane w 1753 roku) system nazewnictwa został powszechnie zaakceptowany. Wprowadził on, jako obowiązujące dla wszystkich dziedzin światowej nauki, nazwy łacińskie szczebla gatunkowego oraz taksonów wyższych. Trudno jest wyobrazić sobie dzisiejszy system komunikacji globalnej (zarówno w formie papierowej jak i elektronicznej, np. bazy danych w sieciach internetowych), gdybyśmy posługiwali się nazwami zwyczajowymi (wernakularnymi), które są charakterystyczne tylko dla danych grup narodowych lub językowych. To właśnie dzięki XVIII-wiecznym systematykom stała się możliwa zamiana tekstowych informacji zamieszczonych na etykietach oraz w notatkach, katalogach i wykazach na formy elektroniczne.

Dzięki wykorzystaniu podstawowego poziomu uniwersalności dotychczas zgromadzonych informacji możliwe jest kontynuowanie podjętych wcześniej programów badawczych dotyczących bioróżnorodności naszej planety z zachowaniem związków z przeszłością w sposób bezpośredni. Nie ma tu konieczności stosowania kodów lub tworzenia nowych zasad, które zazwyczaj wprowadzają chaos i niepotrzebne nieporozumienia w komunikowaniu się. Ograniczane jest także popełnianie błędów podczas transferu i opracowywaniu danych. Ponadto, istnieje również możliwość powtórnej weryfikacji danych już udostępnianych w oparciu o różne źródła i przy użyciu nowoczesnych technik przetwarzania informacji.

Wprowadzenie i wykorzystanie takiego systemu gromadzenia, przetwarzania i udostępniania danych o zbiorach naukowych przyczynia się do lepszej organizacji i efektywniejszej pracy placówek muzealnych. Tańsze stają się, zarówno opieka kustoszowska, jak i praca naukowa. Pozwala to na szybsze i dokładniejsze opracowywanie materiałów

ngromadzonych w kolekcjach. Możliwość digitalizacji zbiorów (np. skanowania obrazu trójwymiarowego) oraz udostępniania tych informacji w internecie (on-line), a także elektroniczne tworzenie map rozmieszczenia gatunków (na podstawie wielu źródeł, w korelacji z różnymi czynnikami środowiska), dają nam nie tylko nowe narzędzia badawcze, ale również kreują nowy sposób myślenia. Dzięki temu muzea i zgromadzone w nich zbiory nie muszą być utożsamiane tylko z archaicznymi, przestarzałymi metodami badawczymi. Obecnie sieć internetowa już teraz stanowi pewnego rodzaju bramę, przez którą można wejść do zbiorów (kolekcji) muzealnych. Ale również muzea mogą „wchodzić” do pracowni i laboratoriów, oferując im współpracę, np. w ramach programu SYNTHESYS.



Ryc. 7. Przygotowywanie do przechowywania tkanek zwierzęcych służących do badań genetycznych (Pracownia Techniki Molekularnych i Biometrycznych MIZ PAN, Warszawa).
Fot. M. Golachowski.

Obecnie muzea przyrodnicze i naukowcy (również polscy) tworzący tzw. Europejską Przestrzeń Badawczą, mają możliwość współpracy w ramach licznych programów i sieci organizowanych przez konsorcja tworzone w celu koordynacji działań instytucji naukowych krajów należących (i stowarzyszonych) do Unii Europejskiej. Jednym z nich jest wspomniany już projekt SYNTHESYS (*Infrastructure network of biological collections*). Został on zainicjowany przez CETAF (*The Consortium of European Taxonomic Facilities*; <http://www.cetaf.org/>) w celu ułatwienia prowadzenia badań naukowych w oparciu o kolekcje muzealne oraz infrastrukturę naukową z uwzględnieniem połączenia informacji o świecie przyrody. Dwadzieścia instytucji z 11 krajów europejskich (w tym Muzeum i Instytut Zoologii PAN w Warszawie reprezentujące Polskę) utworzyło wielkie wirtualne muzeum skupiające kolekcje botaniczne, zoologiczne, geologiczne i paleontologiczne. Zbiory te liczą łącznie ponad 337 milionów okazów, co stanowi ponad połowę wszystkich okazów zdeponowanych w światowych kolekcjach. Innym projektem jest GBIF (*Global Biodiversity Information Facility*; <http://www.gbif.org>). Jego widocznym efektem działalności w Polsce jest powstanie KSIB (Krajowa Sieci Informacji o Bioróżnorodności; <http://ww.ksib.pl>) skupiającej wiele krajowych instytucji naukowych posiadających dane o różnorodności biologicznej. Członkami KSIB są również muzea przyrodnicze, które

do Sieci dostarczają informacji na podstawie swoich zbiorów.

Jeśli chodzi o uczestnictwo w europejskich (lub światowych) programach dotyczących bioróżnorodności, polskie muzea przyrodnicze występują w roli początkującego, który dopiero się uczy i zdobywa doświadczenia (oby nam starczyło czasu). W ramach konsorcjum CETAF uczestniczyły lub uczestniczą one w takich projektach jak: *Fauna Europea*, BioCASE (*Biological Collection Access Service for Europe*), EDIT (*European Distributed Institute of Taxonomy*), ENBI (*European Network for Biodiversity Information*) oraz kilku innych.



Ryc. 8a, b, c. Materiały służące do badań genetycznych przechowywane w temperaturze -70°C , (MIZ PAN, Warszawa).
Fot. M. Gajewska

Wiele przesłanek wskazuje na to, że przyszłość muzeów przyrodniczych wydaje się być niezagrażona. Wynika to z roli, jaką one pełnią i nadal będą pełnić, między innymi w badaniach bioróżnorodności. Ich funkcjonowanie będzie się rozwijać prawdopodobnie w dwóch zasadniczych nurtach:

1. Bezpośrednie działania muzealne:

— udział w pozyskiwaniu materiałów badawczych bez względu na strategię (globalna inwentaryzacja; opracowywanie środowisk zagrożonych „gorące punkty” (*hot spots*), w których występuje najwięcej endemicznych gatunków) oraz zakres geograficzny (badania o zasięgu światowym i lokalnym);

— opracowywanie i wprowadzanie specjalistycznych metod konserwacji oraz przechowywania, które umożliwiają wykorzystanie materiałów muzealnych do badań z za-

stosowaniem nowoczesnych metod i technik badawczych (np.: ekstrakcja DNA i RNA, mikrostruktury komórkowe, organizmy lub tkanki żywe, itp.);

— katalogowanie i opracowywanie zbiorów własnych z uwzględnieniem udziału w programach inwentaryzacji i monitoringu.

2. Aktywność naukowa:

— podstawowe prace z zakresu systematyki (alfa-taksonomia, rewizje systematyczne, filogenetyka);

— badania lokalnej flory i fauny;

— opracowania monograficzne, badanie biologii (znana i opisana tylko u 1% znanych organizmów!).

Temu powinna towarzyszyć współpraca ze specjalistami reprezentującymi różne dziedziny nauki oraz propagowanie idei „korzyści płynących z długoterminowego przechowywania materiałów badawczych”. Są one, bowiem bezcennym źródłem informacji o bioróżnorodności.

Funkcja muzeów pozostaje nie zmienna od lat. Zmieniły się jedynie sposoby, a także metody oraz zakres i intensywność prowadzenia określonych elementów działalności. Stąd nadal aktualne wydaje się uzasadnienie funkcjonowania Muzeów Historii Naturalnej, które w 1890 r. przytoczył Wieńczysław Łoś w „Przewodniku dla

urządzących zbiory botaniczne i entomologiczne”. Napisał on: „Chcąc dobrze poznać czy jakieś zwierzę, czy roślinę, czy minerał, trzeba to wszystko oglądać, gdyż ani najdokładniejszy opis, ani rysunek nie da nam jasnego pojęcia o rzeczy, której niewidzieliśmy”.

Warto jednak uświadomić sobie, że najtańszymi i najlepiej zorganizowanymi przechowalniami organizmów żywych na Ziemi są naturalne ekosystemy, a nie muzea. Nawet, jeżeli zastosujemy najnowocześniejsze techniki kriokonserwacji (zamrażania), połączone z możliwością pełnego ożywiania organizmów w przyszłości.

Wpłynęło 29.06.2007

Doc. dr hab. Dariusz Iwan jest entomologiem, pracownikiem Muzeum i Instytutu Zoologii PAN w Warszawie. Zajmuje się systematyką i filogenezą chrząszczy należących do rodziny czamuchowatych (*Tenebrionidae*). Obecnie jest kierownikiem Pracowni Systematyki i Zoogeografii oraz redaktorem naczelnym czasopisma *Annales Zoologici*. Od blisko 20 lat, oprócz badań naukowych, prowadzi działalność muzealną opiekując się zbiorami przyrodniczymi przechowywanymi w Muzeum i Instytucie Zoologii PAN w Warszawie.

Stanisław KNUTELSKI (Kraków)

RYJKOWCE PRZYKŁADEM BARDZO RÓŻNORODNEJ GRUPY CHRZĄSZCZY

Różnorodność chrząszczy

Wśród ogromnej różnorodności opisanych na świecie organizmów (około 1,3 mln gatunków) królestwo zwierząt (Animalia) obejmuje blisko 900 tys. Stanowi to 70% ogółu poznanego świata żywego na Ziemi. Spośród nich reprezentująca nadgromadę sześcionogów (Hexapoda) gromada owady (Insecta) charakteryzuje się największym bogactwem gatunkowym (około 670 tys.), stanowiąc 71% wszystkich znanych obecnie zwierząt. W obrębie owadów dominuje rząd chrząszczy (Coleoptera), liczący prawie 280 tys. gatunków, co stanowi 41% znanych dotychczas przedstawicieli Insecta (ryc. 1). Jest to równocześnie także najbardziej różnorodna grupa systematyczna wśród wszystkich współcześnie występujących organizmów na naszym globie. Bogactwo gatunkowe chrząszczy jest większe niż np. wszystkie razem wzięte gatunki roślin naczyniowych. Na każdy znany gatunek kęgowca przypada 6 lub 7 gatunków chrząszczy; jeden na pięć żyjących gatunków na naszym globie to chrząszcz. Obecne szacunki dotyczące całkowitej światowej różnorodności przyjmują nawet, że na Ziemi może żyć prawie 5 mln gatunków Coleoptera. Poznane dotychczas chrząszcze zostały ujęte w 166 rodzinach, chociaż pewne z nich liczą zaledwie po jednym gatunku (np. *Ithyceridae*) lub kilka (*Cryptolarngidae* — 2; *Eurhynchidae* — 4), bądź kilkanaście (*Oxycorynidae* — 12) gatunków i mają bardzo ograniczony zasięg geograficzny, podczas gdy inne,

jak np. ryjkowcowate (Curculionidae), są bardzo liczne i charakteryzują się względnie szerokim arealem rozmieszczenia (tab. 1).

Jako najbardziej różnorodny rząd owadów, chrząszcze są bezspornie grupą, która wśród organizmów ziemskich osiągnęła największy sukces ewolucyjny. Są na świecie znajdowane bez mała wszędzie. Skolonizowały prawie wszystkie środowiska lądowe oraz słodkowodne i występują niemal na wszystkich kontynentach oraz wyspach. Najbardziej różnorodne są jednakże na obszarach tropikalnych (małe szerokości geograficzne), zaś w kierunku północnych rejonów (duże szerokości geograficzne) liczba rodzin, jak też bogactwo gatunków, spada.

Wielkość ciała chrząszczy kształtuje się od małych form, takich jak np. przedstawiciele rodziny piórko-skrzydłych (*Ptiliidae*), które mogą być mniejsze nawet niż 1 mm długości, do tropikalnych goliatów i herkulesów. Te ostatnie należą do nadrodziny żuków (*Scarabaeoidea*) i mogą osiągać nawet 15 cm długości. Różnorodność form, koloru, rozmiaru oraz zachowań prowadzi do powszechnego zainteresowania tą grupą owadów.

Chrząszcze są owadami endopterygotycznymi (wewnętrznie położone zawiązki skrzydeł). Charakteryzują się kompletnym przeobrażeniem (metamorfoza holometaboliczna), przechodząc rozwój od jaja, poprzez stadia larwalne, poczwarkę do stadium dojrzałego lub inaczej doskonałego (*imago*). Dorosłe chrząszcze (*imagines*), zwane

Tabela 1. Rozmieszczenie na świecie oraz bogactwo gatunkowe poszczególnych rodzin ryjkowców (Coleoptera-Polyphaga: Curculionoidea)

Rodziny ryjkowców	Afryka	Ameryka Pld.	Ameryka Pln.	Antarktyda	Australia	Azja	Europa	Świat
Nemonychidae		X	X		X	X	X	20
Anthribidae	X	X	X		X	X	X	2 400
Belidae		X			X			100
Oxycorynidae	X	X	X		X			12
Eccoptarthridae		X			X			4
Rhynchitidae	X	X	X		X	X	X	57
Attelabidae	X	X	X		X	X	X	128
Ithyceridae			X					1
Brentidae	X	X	X		X	X		1 300
Brachyceridae	X					X	X	20
Cryptolaryngidae	X					X		2
Dryophthoridae	X	X	X		X	X	X	146
Eurhynchidae					X			4
Apionidae	X	X	X		X	X	X	1 000
Nanophyidae	X		X		X	X	X	29
Eirrhinidae	X	X	X		X	X	X	90
Raymondionymidae	X	X	X		X	X	X	16
Curculionidae	X	X	X	X	X	X	X	53 000
Scolytidae	X	X	X		X	X	X	6 000
Platypodidae	X	X	X		X	X	X	1 000

również tęgopokrywymi, są przez większość ludzi doskonale rozpoznawalne, dzięki posiadaniu charakterystycznych, mocno zesklekotyzowanych przednich skrzydeł, czyli pokryw (*elytrae*). Przykrywają i chronią przed uszkodzeniem błoniaste tylne skrzydła służące do latania, jak również ciało przed utratą wody ze znajdującego się pod nimi odwłoka. Są jednak i takie gatunki, które mają bardzo mocno zredukowane skrzydła błoniaste (formy brachypteryczne) lub w ogóle ich nie posiadają (formy apteryczne). Istnieją też grupy o skróconych pokrywach, np. kusaki (Staphylinoidea), co jednak nie oznacza redukcji u nich skrzydeł drugiej pary, gdyż dobrze latają. Najstarsze ślady chrząszczy (najczęściej w postaci pokryw, przedplecza, głowy lub innych mocno zesklekotyzowanych części ciała) znane są już od połowy dolnego permu, tj. ok. 250 mln lat temu, a zostały znalezione w Oboře na Morawach (Czechy). Z tego okresu poznano także wiele innych fosyliów, które zostały odkryte na różnych kontynentach.

Uważa się, że obecność pokryw i kompletna metamorfoza są dwiema kluczowymi adaptacjami, które prawdopodobnie doprowadziły do tej niezwyklej różnorodności i widocznego sukcesu Coleoptera.

Chrząszcze należą także do jednej z najlepiej przystosowanych ekologicznie grup organizmów na Ziemi. Mają niezwykle zdolności adaptacyjne. Wiele gatunków zajmuje nadzwyczaj wąskie nisze ekologiczne i wyspecjalizowało się do życia w wyjątkowo specyficznych środowiskach. Niektóre rodziny, jak np. pływakowate (Dytiscidae) i kałużnicowate (Hydrophilidae) reprezentują gatunki, które są wyłącznie lub pierwotnie wodne, zarówno w stadiach larwalnych jak również w postaci dorosłej. Pewne chrząszcze są związane ze środowiskami morskimi, chociaż niektórzy przedstawiciele kusakowatych (Staphylinidae) i

biegaczowatych (Carabidae) żyją tylko w strefie pływów. Chrząszcze są często znajdowane w jaskiniach, gdzie adaptowały się do podziemnego trybu życia poprzez zanik barwnika ciała (melaniny) i zdolności do latania, a także utratę lub redukcję oczu. Coleoptera wydają się także dobrze znosić suche obszary i są jedną z najbardziej różnorodnych grup owadów w pustynnych środowiskach. Świetnie do takich warunków są przystosowane np. czarnuchowate (Tenebrionidae).

Chrząszcze charakteryzują się niezwyklejmi możliwościami zdobywania pożywienia i dostępne są im prawie wszystkie potencjalne źródła pokarmowe. Są one także jedną z najważniejszych roślinożernych grup owadów, zarówno pod względem liczebności oraz różnorodności taksonomicznej, jak również różnorodności organów roślin na (lub w) których żerują. Chociaż nie należą do najpoważniejszych szkodników gospodarczych człowieka, jak choćby przedstawiciele innych rzędów (np. pluskwiaki równoskrzydłe — Homoptera).

Coleoptera są również ważnymi czyszcicielami środowiska, pożerając, rozdrabniając i przyspieszając rozkład szczątków zwierzęcych i roślinnych, szczególnie odchody zwierzęce, padlinę oraz drewno i liście znajdujące się w ściółce. Szereg gatunków jest także znaczącymi drapieżnikami innych bezkręgowców, a duża grupa wodnych chrząszczy poluje nawet na małe kręgowce, jak np. żaby i ryby. Niewiele gatunków to pasożyty, a ich ofiarami są zwykle inne owady, choć pewne gatunki z rodziny Platypyllidae są związane z bobrami i innymi gryzoniami (ten związek jednak nie jest ewidentnie pasożytniczy). Inne gatunki, szczególnie liczne w nadrodzinie kusaków (Staphylinoidea), żyją w gniazdach społecznych owadów, przeważnie mrówek.

Najpiękniejsze ptaki Pomorza



Ohar *Tadorna tadorna*. Fot. Cezary Korkosz; www.cezarykorkosz.pl



Czapla siwa *Ardea cinerea*. Fot. Artur Tabor; www.arturtabor.pl



Kormoran czarny *Phalacrocorax carbo* walczący z mewami. Fot. Mateusz Matysiak;
www.mateuszmatysiak.pl



Wodniczka *Acrocephalus paludicola*. Fot. Cezary Pióro; www.cezarypioro.pl

Olbrzymia różnorodność — niemale problemy klasyfikacji

W związku z niebywałą różnorodnością chrząszczy, ludzie od dawna mieli i mają problemy z ich klasyfikacją. Jako pierwszy Arystoteles (384–322 r. p.n.e.) zwrócił publicznie uwagę na te owady, podając — wśród wielu wymienionych zwierząt — szereg nazw odpowiadających współczesnym nazwom chrząszczy, np. attelaby. Do czasów Karola Linneusza (1707–1778), który w słynnym opracowaniu *Systema Naturae* wyróżnił 22 rodzaje chrząszczy, nie wprowadzając jednak żadnych kategorii pośrednich, nie się specjalnego nie działało z porządkowaniem klasyfikacji tych owadów. Dopiero Pierre André Latreille (1762–1833) stworzył jednolity system klasyfikacji Coleoptera w pracy *Precis des Caracteres Generiques des Insectes*, wydanej w 1796 r., grupując chrząszcze w 30 rodzinach. Potem autor ten stopniowo udoskonalał swój system. W 1804 r. rozdzielał chrząszcze już na 2 „podrzędy”, a te zaś na 5 sekcji, w których wyróżnił 39 rodzin. Końcówki nazw tych rodzin, np.: *Carabici*, *Staphyliniae*, *Lucanides*, itp., różniły się jednak od obecnych. W 1825 roku, w publikacji *Familles Naturelles du Regne Animal*, co prawda — zredukował liczbę rodzin do 19, ale wprowadził ich podział na plemiona. Latreille, tworząc klasyfikację, brał pod uwagę głównie łatwo zauważalne cechy morfologiczne, np. segmentację odwłoka. W 1854 r. Jean T. Lacordaire opublikował (dokończoną w 1876 roku przez F. Chapuisa) pracę pt. *Histoire Naturelle des Insectes. Generes des Coleopteres...*, w której po raz pierwszy wykorzystał typy pochodzące z różnych stron świata. Skompilował także szereg informacji pochodzących z dotychczasowych prac szczegółowych. Zaproponowany przez Lacordaire'a system wydaje się dość chaotyczny, gdyż powyżej rangi rodziny, których wyróżnił 74, nie ma żadnej kategorii pomocniczej. Natomiast kategoriami pomocniczymi poniżej rodziny są na przemienne: podrodziny, legiony, kohorty, falangi, sekcje, plemiona, czy tzw. „grupy nieformalne”. Pomimo stosunkowo niewielkiej czytelności, system ten okazał się bardzo praktyczny i korzystano z niego powszechnie jeszcze w XX wieku.

Na początku XX stulecia pojawiły się liczne zbiorecze klasyfikacje chrząszczy, które w wysokim stopniu przypominają już obecny układ systematyczny. Znaczenie historyczne tych publikacji jest olbrzymie, jednak z powodu ich obfitości i relatywnego podobieństwa, wymieniono tylko kilka przykładów, które jednak nie wyczerpują tematu. W 1900 r. Lameere wyróżnił 3 podrzędy: Cantharidiformia, Staphyliniformia i Carabiformia, rok później (1901) Kolbe — również 3 podrzędy: Adephaga (prawie Carabiformia *sensu* Lameere 1900), Heterophaga oraz Rhynchophora — w formie podobnej do obecnej. Z kolei Ganglbauer (1903) rozdzielił Coleoptera na 2 podrzędy: Adephaga i Polyphaga. W tym samym roku dwaj poprzedni autorzy uznali propozycję Ganglbauera i dokonali rewizji swoich prac. Badaniom tym zawdzięczamy dużą część naszej współczesnej wiedzy na temat pokrewieństw w obrębie Coleoptera.

Później nastąpił długi okres żmudnego korygowania dotychczasowych systemów. Przedstawianie tego procesu byłoby zbyt długim i nudnym akapitem tego artykułu. Celowe więc wydaje się przeskokowanie od razu do najbardziej obecnych propozycji. W obszernym wydaniu¹ dotyczącym głównie systematyki chrząszczy, przedstawiono szczegółową klasyfikację Coleoptera, będącą podsumowaniem wieloletniej pracy Roya Crowsona — wybitnego znawcy tej grupy owadów oraz najbardziej aktualne badania w tym zakresie. Wielu współczesnych koleopterologów na świecie uznaje klasyfikację zbiorczą Crowsona, a wspomniana praca jest cytowana niemal we wszystkich opracowaniach dotyczących Coleoptera.

Potem powstały liczne i doskonałe prace na temat konkretnych, mniejszych grup Coleoptera, i to one są ostatecznym źródłem informacji w zakresie systematyki tej grupy. Niemniej w akapicie poświęconym systematyce całego rzędu warto wymienić chociaż jedną, jednolitą propozycję dla całej grupy, a taką wydaje się być opracowanie Lawrence'a i Newtona, w którym wymieniono 166 rodzin chrząszczy pogrupowanych często w wyższe jednostki, np. rangi nadrodziny.

Jedną z najbardziej różnorodnych i bogatych w gatunki (około 65 tys.) grup Coleoptera są ryjkowce. Stanowią one 24% wszystkich dotychczas opisanych gatunków chrząszczy na świecie. Warto więc je poznać bliżej.

Chrząszcze z ryjkami, czyli ryjkowce

Bogactwo gatunkowe

Ryjkowce są chrząszczami charakteryzującymi się przede wszystkim wydłużeniem przedniej części głowy w ryjek, na którego końcu osadzone są narządy gębowe (ryc. 2). Tworzą one nadrodzinę Curculionoidea wchodzącą do zespołu nadrodzin Cucujiformia w obrębie podrzędu chrząszczy wielożernych (Coleoptera: Polyphaga). Jak bardzo jest to różnorodna taksonomicznie nadrodzina niech świadczy liczba aż 20 rodzin, które ją tworzą (tab. 1). Spośród nich przeważają ryjkowcowate — Curculionidae, liczące około 53 000 znanych gatunków. Jak wiadomo — jest to największa rodzina wśród wszystkich zwierząt żyjących obecnie na Ziemi. Bardzo dużym bogactwem gatunkowym charakteryzują się również kornikowate — Scolytidae (ok. 6 000 gat.).

Do fauny Polski zalicza się obecnie 1 052 gatunki ryjkowców². Jest to znacznie więcej niż np. w Wielkiej Brytanii — około 570 gat., czy na Białorusi — 620 lub Mołdawii — 634 gat. Ale widocznie mniej niż np. na Węgrzech — 1 172 bądź we Francji — ponad 1 500, czy Włoszech — 2 001 gat.

Co wiadomo o przeszłości ryjkowców?

Ryjkowce pojawiły się względnie wcześnie na Ziemi, a najstarsze ich ślady, jakie dotychczas znaleziono w centralnej Azji pochodzą z permu i należą do gatunków z rodziny Obrieniidae. Rodzina ta jednak nie doczekała czasów

¹ Pakaluk J., Ślipiński, S.A. 1995. (eds): *Biology, Phylogeny and Classification of Coleoptera*.

² wg Wanata i Mokrzyckiego (2005) *A new checklist of the weevils of Poland (Coleoptera: Curculionoidea)*.



Ryc. 1. Biedronka siedmiokropka *Coccinella septempunctata*. Fot. S. Knutelski



Ryc. 2. *Eupholus* spp., głowa z ryjkiem, Nowa Gwinea, ciało długości 40 mm (źródło: <http://www.thais>)



Ryc. 3. *Nemonyx lepturoides* (Nemonychidae). Fot. F. Köhler (źródło: www.koleopterologie.de)



Ryc. 4. *Attelabus nitens* (źródło: <http://www.koleopterologie.de/gallery/>)



Ryc. 5. *Apoderus coryli*. Fot. J.-D. Lenz (źródło: <http://www.koleopterologie.de/gallery/>)



Ryc. 6. *Byctiscus betulae* (Rhynchitidae). Fot. A. Sara (źródło: www.koleopterologie.de)



Ryc. 7. *Balanobius salicivorus*. Fot. B. Hamers (źródło: www.koleopterologie.de)



Ryc. 8. *Holotrichapion pisi*. Fot. J. Dvorak (źródło: www.koleopterologie.de)



Ryc. 9. *Eupholus* spp. ryjek, Iran (źródło: <http://www.thais>)



Ryc. 10. *Liparus glabrirostris*. Fot. F. Köhler (źródło: <http://www.koleopterologie.de/gallery/>)



Ryc. 11. *Chrysotribax* spp., ciało długości 40 mm (źródło: <http://www.thais>)



Ryc. 12. *Pachyrrhincus* spp., Filipiny, ciało długości 15 mm (źródło: <http://www.thais>)

współczesnych. W późnej jurze, oprócz Obrieniidae, występowały już przedstawiciele rodziny Nemonychidae (ryc. 3). Obecnie na świecie żyje tylko 20 gatunków z tej rodziny (tab. 1). Fauna chrząszczy dolnej kredy była bardziej podobna do fauny jurajskiej niż do gatunków z górnej kredy. W dolnej kredzie żyły już występujące współcześnie chrząszcze z rodzin tutkarzowatych — Attelabidae (ryc. 4, 5), podryjkowatych — Rhynchitidae (ryc. 6) i ryjkowcowatych — Curculionidae (*sensu lato*) (ryc. 7), które wraz z innymi chrząszczami wielożernymi (Coleoptera-Poly-

phaga) wówczas dominowały, podczas gdy przedstawiciele Nemonychidae, w porównaniu z poprzednim okresem było mniej. Z kolei, w górnej kredzie fauna była prawie identyczna z fauną kenozoiczną. W najstarszej części trzeciorzędu — paleocenie, pojawiły się także gatunki z rodziny pędruświatych (Apionidae) (ryc. 8), które obecnie liczą około tysiąca gatunków na świecie (tab. 1). Fauna eocenu, która jest uważana za najlepiej poznaną z dawniejszych grup chrząszczy, obejmowała już większość współcześnie żyjących rodzin Curculionoidea. Zdeponowana w osadach i bursztynie fauna miocenu jest stosunkowo słabo poznana.



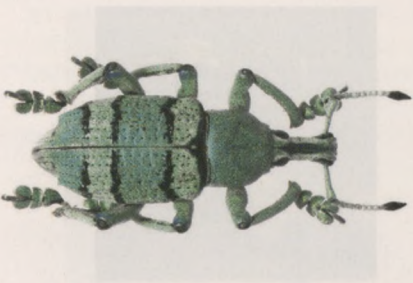
Ryc. 13. *Eupholus* spp., Nowa Gwinea, ciało długości 40 mm (źródło: <http://www.thais>)



Ryc. 14. *Phyllobius glaucus*.
Fot. F. Koehler (źródło:
<http://www.koleopterologie.de/gallery/>)



Ryc. 15. *Polydrusus tereticollis*.
Fot. H. Polacek (źródło:
<http://www.koleopterologie.de/gallery/>)



Ryc. 16. *Eupholus* spp., Iran, ciało długości 35 mm (źródło: <http://www.thais>)



Ryc. 17. *Celebia* spp., Indonezja, ciało długości 24 mm (źródło: <http://www.thais>)



Ryc. 18. *Sitona lineatus*.
Fot. M. Kozłowski (źródło:
<http://www.koleopterologie.de/gallery/>)



Ryc. 19. *Otiorhynchus gemmatus*.
Fot. W. Mueller (źródło:
<http://www.koleopterologie.de/gallery/>)



Ryc. 20. *Otiorhynchus rugosostriatus*.
Fot. F. Kohler (źródło:
<http://www.koleopterologie.de/gallery/>)



Ryc. 21. *Otiorhynchus sulcatus*.
Fot. H. Polacek (źródło:
<http://www.koleopterologie.de/gallery/>)



Ryc. 22. *Ceutorhynchus obstructus*.
Fot. M. Kozłowski (źródło:
<http://www.koleopterologie.de/gallery/>)



Ryc. 23. *Orchestes fagi*.
Fot. I. Altmann (źródło:
<http://www.koleopterologie.de/gallery/>)



Ryc. 24. *Poophagus sisymbrii*.
Fot. F. Köhler (źródło:
<http://www.koleopterologie.de/gallery/>)

Obejmuje ona fosylia przedstawicieli z zaledwie 67 rodzin chrząszczy stwierdzonych na 61 stanowiskach w Eurazji i Ameryce Północnej. Względnie jednak najslabiej jest poznana fauna Coleoptera pliocenu. Znaleziono gatunki tylko z 36 rodzin na 20 stanowiskach. Warto podkreślić, że fosylia te są względnie licznie reprezentowane przez ryjkowce (Curculionoidea), a zwłaszcza rodzinę ryjkowcowatych (Curculionidae). Studia chrząszczy z plejstocenu lub ina-

czej czwartorzędu należą do specjalnej gałęzi paleokoleopterologii, a ryjkowcom z tego okresu poświęcono największej uwagi. Fauna ta była bardzo podobna do współczesnej i obejmowała większość żyjących obecnie taksonów na Ziemi.

Ta eksplozja różnorodności ryjkowców stała się możliwa dzięki ich silnej radiacji adaptatywnej — procesowi ewolucyjnego, który umożliwił im różnicowanie się wy-



Ryc. 25. *Cionus hortulanus*. Fot. I. Altmann
(źródło:
<http://www.koleopterologie.de/gallery/>)



Ryc. 26. *Cleopus pulchellus*.
Fot. J. Dvorak (źródło:
<http://www.koleopterologie.de/gallery/>)



Ryc. 27. *Hypera arator*.
Fot. F. Koehler (źródło:
<http://www.koleopterologie.de/gallery/>)



Ryc. 28. *Anthonomus pedicularius*.
Fot. I. Altmann (źródło:
<http://www.koleopterologie.de/gallery/>)



Ryc. 29. *Anthribus albinus*.
Fot. A. Gabrysch (źródło:
<http://www.koleopterologie.de/gallery/>)



Ryc. 30. *Acales camelus*.
Fot. F. Köhler (źródło:
<http://www.koleopterologie.de/gallery/>)



Ryc. 31. *Cylas formicarius* (źródło:
http://www.ento.csiro.au/aicn/name_s/b_1240.htm)



Ryc. 32. *Sitophilus oryzae* (źródło:
<http://www.the-piedpiper.co.uk/th7c.htm>)



Ryc. 33. *Melanapion minimum*.
Fot. M. Kozłowski (źródło:
<http://www.koleopterologie.de/gallery/>)



Ryc. 34. Galas *Pontania viminalis*
(Tenthredinidae) (źródło: www.faunistik.net)



Ryc. 35. *Curculio villosus*.
Fot. J. Dvorak (źródło:
<http://www.koleopterologie.de/gallery/>)



Ryc. 36. Galas *Biorhiza pallida* (Cynipidae)
(źródło: www.oldknobbley.com)

niku przystosowania się do różnych środowisk życia oraz rozmaitych roślin, a zwłaszcza kwiatowych. Na drodze tego procesu doszło do powstania nowych gatunków, które wyspecjalizowały się do życia i żerowania (lub na) różnych częściach roślin. Niewątpliwie, jedną z kluczowych cech adaptacyjnych tych chrząszczy jest ich ryjek (ryc. 9) i jego wczesne filogenetycznie wyspecjalizowanie się u samic także do roli pokładelka. Pokładelko (*ovipositor*, *terebra*) jest narządem spotykanym u samic, głównie u owadów.

Służy ono im do składania jaj, np. do otworów w drzewie, mchu, zagłębień w ziemi, czy ciał innych organizmów. Większość samic ryjkowców nie posiada pokładelka, a jego rolę spełnia ryjek. Oczywiście niedosłownie, gdyż nie składają one jaj za pomocą ryjka. Służy on im do wygryzania otworów w różnych częściach roślin, do których następnie składają jaja, albo bezpośrednio — przystawiając do nich otwór płciowy, lub pośrednio — najpierw znoszą jajo obok tego otworu, a następnie wpychają je ryjkiem do nie-



Ryc. 37. *Lepyrus capucinus* na liściu lepiężnika. Fot. S. Knutelski



Ryc. 38. *Cossonus cylindricus*.
Fot. T. Faasen (źródło:
<http://www.koleopterologie.de/gallery/>)



Ryc. 39. *Trachodes hispidus*.
Fot. C. Weisenboehler (źródło:
<http://www.koleopterologie.de/gallery/>)



Ryc. 40. *Ithycerus noveboracensis*
(źródło: <http://bugguide.net>)



Ryc. 41. *Perieges bardus* (źródło:
www.zin.ru)

go. Czym węższy i dłuższy jest ryjek, tym możliwa jest głębsza penetracja w głąb tkanki roślinnej. A to z kolei zabezpiecza jaja przed ewentualnymi drapieżnikami bądź pasożytami. Wykształcenie się tak olbrzymiej różnorodność kształtu oraz wielkości ryjka umożliwiło ryjkowcom dostęp do wcześniej nie zasiedlonych nisz i poszerzenie bazy pokarmowej, co z kolei przyczyniło się do tak ogromnego zróżnicowania się tej grupy. To sprzężenie rozwoju ryjkowców mogło być zbieżne, najpierw — z rozwojem roślin nagonasiennych (Gymnospermae) na początku kredy, a potem wraz z pojawieniem się okrytonasiennych (Angiospermae) w trakcie środkowej kredy, by w końcu ulec wyraźnemu przyspieszeniu w ich różnicowaniu się podczas jaskrawej ekspansji Angiospermae w trakcie kenozoiku.

Różnorodność współczesnych ryjkowców

Wśród współczesnych ryjkowców spotyka się różnorodne formy, zarówno pod względem wielkości, wyglądu, jak i ubarwienia. Większość, np. krajowych gatunków, należy do bardzo drobnych chrząszczy, długości od jednego do kilku milimetrów, ale spotyka się także takie powyżej 20 mm, np. rozpucza — *Liparus glabrirostris* (ryc. 10). Formy tropikalne osiągają nawet kilka cm długości (ryc. 13).

Ciało ryjkowców bywa często punktowane (ryc. 11), różnorako owłosione lub pokryte różnokształtnymi, wielobarwnymi łuskami (ryc. 12, 13). Formy strefy umiarkowanej rzadko wykazują metaliczne i jaskrawe ubarwienie. Choć zdarzają się np. jasne, zielonkawe lub rdzawe ryjkowce, jak np. naliściaki (*Phyllobius*) (ryc. 14) bądź obryzgi (*Polydrusus*) (ryc. 15), to większość jest jednak ciemno ubarwiona. Natomiast u gatunków zasiedlających obszary tropikalne, np. *Pachyrrhynchus* spp. *Eupholus* spp. lub *Celebia* spp., jest ono bardzo częste jaskrawe, metalicznie i

kontrastowo ubarwione (ryc. 12, 13, 16, 17), niewiele ustępujące znanym z pięknych barw bogatkom (Buprestidae).

Chociaż blisko połowa gatunków ryjkowców posiada skrzydła błoniaste, to znakomita większość z nich tylko chodzi, gdyż ma je albo zredukowane (formy brachypteryczne), bądź w pełni wykształcone, ale nie mające rozwiniętych mięśni, które mogłyby je obsługiwać. Takie zjawisko zaobserwowano u niektórych gatunków rodzaju *Sitona* (ryc. 18), u których wykryto poli-

morfizm skrzydeł (np. *S. hispidulus*). Inne ryjkowce (np. gatunki z rodzaju *Otiorhynchus*) (ryc. 19, 20, 21) w ogóle nie mają błoniastych skrzydeł lotnych (formy apteryczne) i nie mogą latać. Świetnie za to latają np.: *Apoderus coryli* (ryc. 5), *Ceutorhynchus obstrictus* (ryc. 22), *Rhamphus pulicarius* oraz wiele innych gatunków. Są jednakże i takie, które skaczą, a najlepszymi skoczkami w naszej rodzimej faunie są reprezentanci rodzajów *Orchestes* (ryc. 23) i *Rhamphus*. Ryjkowce mogą również pływać i nurkować. Świetnie pod wodą pływa np. *Eubrychius velutus* oraz gatunki z rodzaju *Bagous*, a ślizgają się po wodzie, np. *Poophagus sisymbrii* (ryc. 24) i *Pelenomus canaliculatus*. Przemieszcza się mogą również larwy Curculionoidea, chociaż większość z nich jest beznoga. Niektóre formy larwalne z rodzajów *Cionus* (ryc. 25) i *Cleopus* (ryc. 26) oraz *Hypera* (ryc. 27) potrafią względnie szybko pętać, dzięki obecności małych wyrostków tarczowych po spodniej stronie ciała z tyłu odwłoka. Ciekawym zjawiskiem jest także skakanie larw, które zaobserwowano, np. u krajowego gatunku kwiecika *Anthonomus pedicularis* (ryc. 28) oraz przedstawicieli rodzaju *Nanophyes*. Jedynie larwy należące do gatunków z rodziny Anthribidae (ryc. 29) mają członowane odnóża tułowiowe.

Niektóre ryjkowce, jak np. przedstawiciele rodzaju *Acalles* (*sensu lato*) (ryc. 30) i *Rhynchaenus* (*sensu lato*) mają narządy strydulacyjne i mogą wydawać dźwięki, co jest zjawiskiem rzadkim u chrząszczy.

W związku z przystosowaniem się ryjkowców głównie do roślinożerności, praktycznie nie ma grup roślinnych wolnych od ich ataku. Żerują one zarówno na roślinach nago-, jak i okrytonasiennych, jedno- i dwuliściennych, lądowych i wodnych, ale „nie oszczędzają” również innych grup, takich jak mszaki, wątrobowce, czy paprotniki. Znakomita adaptacja ryjka ułatwiła podział źródeł pokarmowych w tej grupie chrząszczy i doprowadziła niektóre gatunki do

ściślejszej specjalizacji w żerowaniu w określonych częściach roślin (np.: korzenie, łodygi, liście, kwiaty, owoce, nasiona, drewno, miękisz, itd.). Dlatego, logicznie rzecz biorąc, odgrywają one także ważną rolę w gospodarce człowieka. Tysiące gatunków poddawanych jest kontroli biologicznej (ang.: *biological control*), gdyż w wielu przypadkach są traktowane jako szkodniki lub w różny sposób pomagają człowiekowi. Najślynniejszymi szkodnikami na świecie są: *Cylas formicarius* (ryc. 31) — żerujący na batatach w rejonach tropikalnych i subtropikalnych, kwiecień bawełnowiec *Anthonomus grandis* — żyjący na bawełnie w Ameryce oraz wołek zbożowy *Sitophilus granarius* i wołek ryżowy *S. oryzae* (ryc. 32), które występują prawie na całym świecie, gdzie dotkliwie uszkadzają zapasy ziaren zbóż. Te dwa ostatnie stały się także znakomitymi obiektami modelowymi w badaniach populacji i oddziaływań konkurencyjnych. Szereg gatunków służy do niszczenia chwastów, a drobnej postury *Elaeitobius kamerunicus* efektywnie zapyła palmy oliwne, uprawiane szeroko na polach w krajach tropikalnych.

Nie wszystkie jednak Curculionoidea są roślinożercami — są pewne wyjątki. Jednym z nich jest żyjący w Ameryce Południowej *Ludovix fasciatus* — ryjkowiec, którego larwy oraz postaci doskonale pożerają jaja lądowo-wodnego szarańczaka z rodzaju *Cornops*, który składa je do hiacynta wodnego *Eichhornia crassipes*. Drapieżnikami są także gatunki rodzaju *Brachytarsus* (kobielkowate — Anthribidae), których larwy pożerają czerwce (Coccoidea), najczęściej z rodziny tarczniczków (Diaspididae), żerujących na różnych drzewach iglastych i liściastych.

Zaciekawienie wzbudza także zachowanie rzadkiego krajowego gatunku — *Lasioryhynchites sericeus* z rodziny podryjkowatych (Rhynchitidae), nazywanego często kukulko-ryjkowcem. Jego samica składa jaja do zwiniętych w formie cygara tutek z liści dębu, które zostały uformowane przez innego ryjkowca — *Attelabus nitens* (ryc. 4) z rodziny tutkarzowatych (Attelabidae), po czym larwa *L. sericeus* zabija larwę *A. nitens* i zajmuje jej miejsce.

Interesujące zwyczaje mają także australijskie ryjkowce z rodzaju *Tentegia*, których larwy żerują w odchodach różnych torbaczy (Marsupialia). Na przykład samica *T. ingrata* najpierw zbiera bobki kangurów lub walabii, potem chowa je w wydrążonej w ziemi kryjówe, po czym składa do nich pojedynczo jaja. Zachowuje się więc podobnie jak gatunki chrząszczy z rodziny poświętnikowatych (Scarabaeidae).

Uwagę przyciąga również wiele krajowych gatunków, których larwy żerują w wyrosłach (galasach) zainicjowanych przez błonkówki z rodziny galasówkowatych (Cynipidae) lub pilarzowatych (Tenthredinidae) na różnych roślinach. Nie wiadomo bowiem do końca, jaką rolę spełniają te ryjkowce. Spośród nich *Melanapion minimum* (ryc. 33) i *Balanobius salicivorus* żerują w galasach wywołanych przez galasówki z rodzaju *Pontania* (ryc. 34) na wierzbach, natomiast *Balanobius pyrrocercas* żyje w wyrosłach spowodowanych przez *Neuroterus quercusbaccarum*, a *Curculio villosus* (ryc. 35) na dębach w galasach *Biorhiza palida* (ryc. 36).

Chociaż te wyjątkowe przykłady są fascynujące, reprezentują one jednak niewielką frakcję gatunków ryjkowców, które w większości są roślinożercami (ryc. 37), żyjącymi głównie na żywych roślinach, zarówno zielnych, jak i drze-

wiastych. Ich związek z poszczególnymi grupami systematycznymi roślin pokarmowych może być bardziej lub mniej ścisły (monofagi lub oligofagi), albo zupełnie rozluźniony (polifagi). Ciekawym przykładem są także ryjkowce, np. rodzajów *Acalles* (*sensu lato*) (ryc. 30), *Cossonus* (ryc. 38) i *Trachodes* (ryc. 39), których larwy żyją w obumarłym drewnie.

Rozprzestrzenianie się i rozmieszczenie

Ryjkowce zasiedlają prawie wszystkie możliwe środowiska lądowe, w tym także słodkowodne. Jednakże przedstawiciele pewnych rodzin, podrodzin lub plemion zajmują jedynie wąskie zasięgi geograficzne, podczas gdy inne są szeroko rozmieszczone na różnych kontynentach. Najbardziej ograniczonym zasięgiem charakteryzuje się rodzina Ithyceridae, której jedyny przedstawiciel *Ithycerus noveboracensis* (ryc. 40) występuje tylko w Ameryce Północnej oraz Eurhynchidae z czterema gatunkami rozmieszczonymi w Australii i na niektórych wyspach Oceanu Spokojnego i Madagaskarze. Niewielkim areal zajmują także Cryptolarynchidae, liczące dwa gatunki, z których *Cryptolarynchus vitis* stwierdzono w Afryce Południowej, a *Perieges bardus* (ryc. 41) w Azji Środkowej. Wydaje się, że współczesny charakter rozmieszczenia ryjkowców jest rezultatem kompilacji różnych zdarzeń w przeszłości, a więc:

- miejsca gdzie powstały gatunki (centrum dyspersji) dające początek nowym plemionom lub podrodzinom;
- możliwości rozprzestrzeniania się (dyspersja) w dalszej lub bliższej przeszłości dzięki warunkom naturalnym;
- rozprzestrzenianie się dzięki aktywności człowieka;
- przemiany środowisk redukujące wcześniejsze areale rozmieszczenia w dalekiej przeszłości.

To ostatnie zjawisko jest zwykle trudne do śledzenia, a jedyne, świadczące o tym dowody ze znajdujących szczątków kopalnych są rzadkie i niekompletne. Pomimo to, pewnym tego wyjaśnieniem jest obecnie dysjunktywny (np. borealno-górski) charakter rozmieszczenia w przypadku wielu gatunków, co jest przejawem dramatycznych przemian ciepłego i chłodnego klimatu, który kształtował faunę w przeszłości. Dodatkowe informacje mogą pochodzić ze związków chrząszczy z roślinami żywicielskimi i rozmieszczenia pokrewnych gatunków oraz ich wymagań ekologicznych.

W przeszłości gatunki mogły rozprzestrzeniać się na wiele sposobów. Pewne ryjkowce mogły osiągać nowe środowiska chodząc po ziemi, wliczając w to także wcześniejsze połączenia międzykontynentalne (mosty lądowe). Inne, dobrze latające lub znajdujące się w zasięgu huraganów bądź wicherów mogły rozprzestrzeniać się na większe odległości. Zaś jeszcze inne, przeżywały długi czas na dryfującym drewnie albo wylewanych z powodziami resztkach organicznych. Takim przykładem są szczególnie ryjkowce z podrodziny Cossoninae (ryc. 38), rozwijające się w dryfującym drewnie i dzięki temu docierające do najodleglejszych wysp.

Zawlekanie jaj, larw, czy postaci doskonałych jest także częstym zjawiskiem i wyraźnie widocznym u tych ryjkowców, które na skutek ograniczonych możliwości naturalnych, zdolne są w ten sposób łatwo pokonywać odległe kontynenty w dość krótkim czasie. Takim przykładem są

Polecane strony internetowe:

- www.gbif.org – Global Biodiversity Information Facility – sieć o zasięgu światowym, udostępniająca dane o systematyce, nazewnictwie i rozmieszczeniu taksonów, w tym ryjkowców z całego świata
- www.ksib.pl – Krajowa Sieć Informacji o Bioróżnorodności – polska organizacja współpracująca z GBIF, prezentująca poprzez tą sieć na cały świat dane pochodzące z wielu krajowych ośrodków
- www.faunaeur.org – Fauna Europaea – baza taksonomiczna zwierząt lądowych i słodkowodnych występujących na obszarze Europy
- www.speciesaccounts.org – Species Accounts – baza zajmująca się inwentaryzacją opisanych gatunków wszystkich grup organizmów na świecie
- www.everythingabout.net – Everythingabout – strona zawierająca wiele cennych informacji dotyczących charakterystyki i systematyki różnych pajęczaków oraz owadów, w tym ryjkowców
- www.ento.psu.edu – Ento Psu – amerykańska strona poświęcona zagadnieniom entomologicznym zawierająca bazę danych o gatunkach uszkadzających nasiona, w tym także o ryjkowcach
- www.invasive.org – Invasive – baza danych obejmująca między innymi inwazyjne gatunki Curculionoidea wraz z gatunkami roślin, na których żyją
- http://wtaxa.csic.es – Wtaxa – elektroniczny katalog nazewnictwa i systematyki ryjkowców świata
- http://cmb.molgen.mpg.de – Computational Molecular Biology – baza danych molekularnych dotyczących różnych organizmów, w tym niektórych gatunków ryjkowców
- www.zalf – ZALF – baza danych obejmująca gatunki ryjkowców występujące w Palearktyce
- http://eunis.finsiel – European Environment Agency – baza danych obejmująca nazewnictwo, systematykę i środowiska występowania gatunków europejskich, w tym niektórych ryjkowców
- www.thais.it – Thais – strona z pięknymi zdjęciami szeregu gatunków tropikalnych, w tym ryjkowców
- www.coleopsoc.org – The Coleopterists Society – strona obejmująca aktualne informacje o chrząszczach świata, w tym także o ryjkowcach
- www.koleopterologie.de – Galerie der Käfer – znakomite zdjęcia, systematyka i nazewnictwo różnych gatunków chrząszczy
- www.curci.de – Curculio Institute – portal poświęcony aktualnym badaniom dotyczącym systematyki, ekologii, fauny i ewolucji ryjkowców wraz z wykazem większości specjalistów zajmujących się Curculionoidea, nie tylko Europy
- www.cbif.gc.ca – Canadian Biodiversity Information Facility – kanadyjska sieć informacji o bioróżnorodności (w tym także ryjkowców) Ameryki Północnej
- www.catalogueoflife.org – Catalogue of Life – baza danych umożliwiająca indeksację wszystkich znanych na świecie gatunków organizmów
- www.species2000.org – Species 2000 – baza taksonomiczna gromadząca dane z wielu źródeł dotyczących wszystkich grup organizmów – jeden z fundamentów Elektronicznego Katalogu Życia (Electronic Catalogue of Life)
- www.tolweb.org – Tree of Life – strona projektu poświęconego systematyce wszystkich grup organizmów, który zbiera i aktualizuje wszelkie możliwe dane o pokrewieństwach form życia na Ziemi

choćby pewne europejskie gatunki z rodzaju *Otiorhynchus* (np.: *O. rugosostriatus*, *O. sulcatus* i inne) (ryc. 20, 21), które dostały się na inne kontynenty i obecnie są pospolite np. w Australii lub Ameryce Południowej, czy też Ameryce Północnej. Są to względnie duże chrząszcze (powyżej 6 mm długości), nie latają, poruszają się wolno i zwykle nie przytrzymują się pływających kawałków drewna. Wskazuje to, że rozprzestrzenianie na tak znaczne odległości w naturalny sposób jest raczej nieprawdopodobne.

Czym większa różnorodność, tym większe problemy z systematyką

Niespotykana wręcz różnorodność nadrodziny ryjkowców (Curculionoidea) oraz jej rozmiary sprawiają, że od wielu lat ich systematyka, zwłaszcza w obrębie wyższych taksonów (rodziny, podrodziny, plemiona) jest chaotyczna i wciąż sprawia chyba największy oraz najważniejszy problem we współczesnej taksonomii zwierząt.

Po raz pierwszy owady te zostały ujęte przez Latreille'a (1804) jako *Curculionites* w obrębie grupy chrząszczy „Tetramera”. Potem pojawiło się szereg różnych propozycji, z których żadna nie uzyskała jednak poparcia ze strony ogółu specjalistów. Stąd nie ma powodów, aby je wszystkie tu szczegółowo omawiać, zwłaszcza, że każda z nich różni się w jakiś sposób od pozostałych, np.: pozycją systematyczną różnych taksonów, liczbą rodzin, podrodzin, plemion, itp. W ostatnich latach większość autorów opierała się głównie na pracach Thompsona, Zimmermanna i Kuschela — obecnie chyba wiodących światowych autorytetów w zakresie systematyki Curculionoidea oraz na katalogu chrząszczy Lawrence'a i Newtona. W opracowaniach tych koncepcja rodziny jest traktowana w dość szerokich granicach. Rozpiętość akceptowanych rodzin w wielu pracach jest między 6 a 22, zaś podrodzin pomiędzy 10 a 100. Na nieszczęście to nie wszystko — wiele podrodzin, plemion i rodzajów „dryfuje” pomiędzy wyższymi taksonami bez jakiegokolwiek jasnej idei oraz interpretacji charakteru wprowadzonych zmian w tych publikacjach. Plasowanie rodzajów, plemion i podrodzin komponowane było, jak się wydaje, w zależności od „wyznawanej” filozofii systematycznej przez różnych autorów. W niewielu przypadkach zastosowano system kladystyczny, a większość autorów użyła „tradycyjnej”, prawdopodobnie synkretycznej metodologii, zwykle nie objaśnionej.

Od czasu pojawienia się pierwszych katalogów i dodatków nie podsumowano także w żadnej formie wielu taksonomicznych zmian dla większości grup w znaczniejszej części świata i przez długi czas nie było pełnej zgodności co do jednolitego systemu. Łukę tą, jak się wydaje, wypełnił *Światowy katalog rodzin i rodzajów Curculionoidea*, opublikowany w 1999 r. Jednakże przez niektórych autorów (zwłaszcza rosyjskich) koncepcja ta jest krytykowana i przedstawiają oni swoje propozycje. Podana w tym katalogu klasyfikacja jest pewną kompilacją monofiletycznych, parafyletycznych i polifyletycznych taksonów, a systematyczny porządek jest pewnego rodzaju eklektycznym systemem, zawierającym systematyczne i nomenklatoryczne zmiany, jakie dotychczas zaszły w obrębie Curculionoidea. Cennym dla tego opracowania jest również to, że podano nazewnictwo wraz z objaśnieniem ważności danej nazwy

oraz prawie wszystkie synonimy dla każdego taksonu, a także wskazano jego pozycję systematyczną w oparciu o wyniki najnowszych badań. Dzieło to oddaje chyba najlepiej współczesną wiedzę o systematyce w obrębie wyższych taksonów ryjkowców i ze względu na szereg nieprzecenianych walorów ma duże szanse w najbliższym czasie stać się bazą do sporządzania różnych list i baz danych Curculionoidea na całym świecie. Zwłaszcza w Europie, poprzez program „Fauna Europaea” (<http://www.fauna-eu.org>), system ten jest rozpowszechniany w Internecie i regularnie aktualizowany w przypadku pojawienia się nowych opracowań dotyczących rewizji taksonomicznych. Ze względu na walory praktyczne systematyki i nazewnictwa, stał się on podstawą do tworzenia baz danych przez Krajową (KSIB) i Światową (GBIF) sieć Informacji o Bioróżnorodności, a także wiele innych programów.

Nie można w tym miejscu pominąć również olbrzymiej liczby innych mniejszych objętościowo opracowań dotyczących rewizji różnych taksonów Curculionoidea, które wniosły szereg dalszych zmian w klasyfikacji i nazewnictwie tych chrząszczy, a także spornych kwestii na temat ich pozycji systematycznej. Spory te wynikają w głównej mierze z przyjmowania różnych (morfologicznych, molekularnych, itp.) kryteriów systematyki ryjkowców. Podkreśla to jak niezwykle różnorodne i trudne do klasyfikowania są ryjkowce, a zwłaszcza przedstawiciele rodziny Curculionidae. Jednakże w dobie Internetu dostęp do aktualnej nomenklatury nie jest jednak tak bardzo utrudniony jak w latach poprzednich, a problemom związanym z systematyką Curculionoidea mogą zaradzić nowoczesne metody wymiany informacji, jak np. Catalogue of Life, Everythingabout, WTaxa, Tree of Life, Cmb i inne oraz programy regionalne, takie jak: Fauna Europaea, Eunis, Thais, Zalf, itp. (ramka 1). Program *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF) i powiązane z nim inicjatywy dają możliwość przedstawiania równoległych systemów klasyfikacji. Na razie raczej się o tym tylko dyskutuje, ale technicznie to nie jest to zbyt wielki problem i wkrótce będzie to możliwe do zobaczenia w Internecie. Można sobie wyobrazić, że wyszukując informacje, np. dotyczące danego gatunku, użytkownik będzie

mógł sobie wybrać taką systematykę, jaką chce widzieć, np. Crowsona z 1981 roku, Lawrence'a i Newtona z 1995, czy Alonso-Zarazagi i Layał'a z 1999 r.

Ryjkowce w Sieci

Na świecie w różnych bibliotekach oraz innych instytucjach, a także w prywatnych bibliotekach wielu entomologów zgromadzone są niemierzalne ilości danych o różnorodności ryjkowców. Wiele z nich jest trudno lub w ogóle niedostępnych. Na szczęście coraz więcej informacji jest zamieszczanych w Internecie (ramka 1) i są one ogólnie oraz nieodpłatnie dostępne. Szczególnie warto polecić portale: GBIF, Faunaeuropaea i KSIB, ale także inne poświęcone np. jedynie ryjkowcom, jak np.: CURCI (*Curculio Institute*) i Wtaxa (Elektroniczny Katalog Ryjkowców).

W światowej sieci GBIF widocznych jest aktualnie (22 czerwca 2007) 6 043 852 rekordów wszystkich organizmów. Spośród 38 państw, udostępniających dane światu poprzez tą sieć, Polska z 992 744 rekordami zajmuje 18 pozycję, ale z miesiąca na miesiąc ich liczba rośnie. Wkrótce przekroczy zapewne 1 milion. Dane te obejmują 28 471 rekordów dotyczących chrząszczy, w tym: biegaczowatych (Carabidae) — 4 786, stonkowatych (Chrysomelidae) — 13 519 oraz ryjkowców (Curculionoidea) — 10 166. Są to wyniki własnych badań autorów tych kolekcji i pochodzą one w większości z obszaru Karpat, ale także z innych regionów geograficznych, w tym również z poza naszego kraju. Dzięki powstaniu KSIB istnieje szansa, że wkrótce, zarówno różnorodność taksonomiczna, jak również liczba udostępnianych rekordów z Polski, które dotyczą chrząszczy znacznie się powiększy.

Wpłynęło 29.06.2007

Dr hab. Stanisław Knutelski jest adiunktem w Zakładzie Entomologii i Stacji Górskiej Instytutu Zoologii Uniwersytetu Jagiellońskiego. Koordynuje prace węzła danych o bioróżnorodności tego Instytutu. Jest specjalistą w zakresie systematyki, ekologii, biogeografii i ewolucji ryjkowców.

Bogdan JAROSZEWICZ (Białowieża)

RÓŻNORODNOŚĆ BIOLOGICZNA LASÓW POLSKICH

Uwarunkowania leśnej różnorodności biologicznej

Zdefiniowanie pojęcia „las” nie jest łatwe, gdyż jego znaczenie rozumie się intuicyjnie już od dziecka. Często za las uważa się po prostu obszar na którym rosną drzewa. Jest to podejście o tyle właściwe, że lasu bez drzew rzeczywiście nie ma. Nie można jednak zapominać o tym, że oprócz drzew w lesie żyją jeszcze tysiące innych gatunków orga-

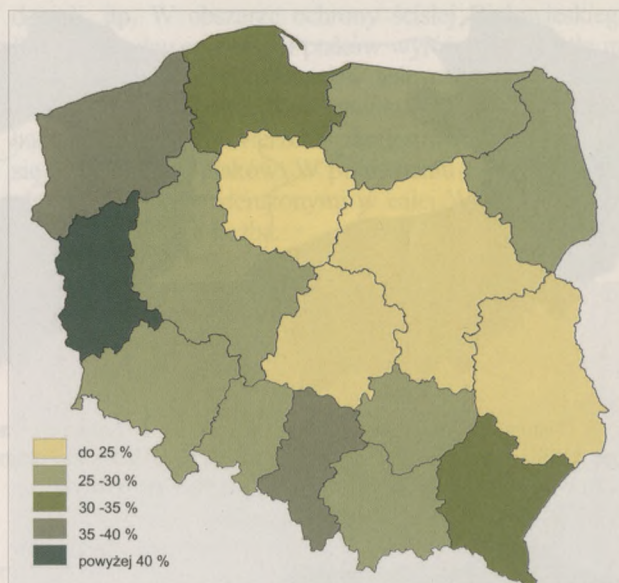
nizmów. Jedną z trafniejszych definicji lasu jako biocenozy sformułował prof. Jan Jerzy Karpiński, według którego jest on *...dynamicznym tworem przyrody, w którym są zespolone w niepodzielną całość układem zależności, powiązań i wzajemnych wpływów: określona roślinność z przeważającym udziałem form drzewiastych, związane z nią zwierzęta oraz wykorzystywane przez rośliny i zwierzęta podłoże geologiczne, gleba, woda i klimat*. Las jest naturalnym ty-

pem roślinności charakterystycznym dla umiarkowanej strefy klimatycznej Europy (ryc. 1). W przeszłości, po ustąpieniu zlodowacenia bałtyckiego, a przed okresem intensywnego rozwoju cywilizacji, lasy pokrywały większość terytorium naszego kraju. Trwale nie zalesione pozostawały jedynie obszary niesprzyjające osiedlaniu się drzew: trwale pokryte wodą, torfowiska, mokradła, niestabilne i skrajnie ubogie piaski oraz tereny położone powyżej górnej granicy lasu. Gatunki „nieleśne” w okresie, gdy obszar naszego kraju pokrywała roślinność pierwotna mogły się utrzymywać na śródleśnych terenach otwartych, które powstawały głównie w wyniku działania zaburzeń abiotycznych: wiatru i ognia. Również człowiek neolityczny używał ognia do oczyszczania terenu z drzew i krzewów. Pożary w strefie umiarkowanej są współcześnie postrzegane przez wielu naukowców i praktyków leśnictwa przede wszystkim jako zagrożenie dla trwałości ekosystemów leśnych i ich różnorodności biologicznej. W przeszłości ogień odgrywał bardzo istotną rolę w kształtowaniu krajobrazu Europy. Prawdopodobnie właśnie na obszarach, które uległy wypaleniu, mogły rozwijać się i utrzymywać izolowane populacje roślin i zwierząt kojarzonych dziś z ekstensywnie użytkowanymi terenami otwartymi. Ostatni rozległy pożar w Puszczy Białowieskiej miał miejsce w roku 1811. Według XIX-wiecznych źródeł rosyjskich pożar wybuchł pod koniec maja, a został ugaszony dopiero przez wrześniowe deszcze. W takich warunkach dużą rolę w trwaniu i rozprzestrzenianiu się roślin terenów otwartych odgrywały duże zwierzęta roślinożerne, które żerując na śródleśnych łąkach zjadały owoce i nasiona roślin, a odwiedzając inne tereny otwarte w lesie, przenosiły je tam, zapewniając trwałe gatunków światłolubnych w lukach. Według badań prowadzonych w Puszczy Białowieskiej żubr *Bison bonasus* przenosi zdolne do kiełkowania nasiona ponad 130 gatunków roślin naczyniowych. Rola innych gatunków dużych roślinożerców w rozprzestrzenianiu roślin w ekosystemach leśnych nie była jeszcze w Polsce badana.



Ryc. 1. Las wielopokoleniowy. Fot. A. Bołbot

W miarę rozwoju rolnictwa coraz większe tereny leśne były zajmowane pod uprawy i pastwiska. Rozwój osadnictwa pociągnął za sobą szybki wzrost zapotrzebowania na drewno budowlane i opałowe, przyczyniając się do dalszego spadku lesistości. Pod koniec XVIII wieku lasy pokrywały około 38% terytorium Polski w jej ówczesnych granicach. Drewno było dobrem często i intensywnie płaconym w okresach wojen, co przy jednoczesnym



Ryc. 2. Lesistość Polski według województw. (Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych, Raport o stanie lasów 2004). Rys. A. Wiktoruk

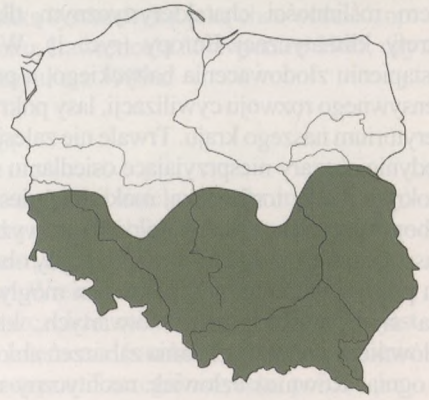
głodzie ziemi uprawnej prowadziło do kurczenia się powierzchni leśnych i przekształcania ich w pola, łąki czy pastwiska. Po wojnach las był traktowany jak skarbiec, z którego czerpano drewno do odbudowy kraju: bezpośrednio jako budulec lub jako gotowy do spieniężenia towar. Po kolejnych wojnach lesistość naszego kraju spadała, aż w 1946 roku osiągnęła 20,8%. Zmiany dotyczyły nie tylko obszaru zajmowanego przez ekosystemy leśne, ale również ich składu gatunkowego: urodzajne gleby, typowe dla bogatych w gatunki, liściastych lasów mieszanych, zostały w większości zajęte pod uprawy rolne. Tam gdzie lasy o bogatszym składzie gatunkowym zachowały się, bardzo często po ich wycięciu, sadzono drzewa gatunków dających szybki zysk: szybko rosnące i najbardziej użyteczne dla człowieka, a więc sosnę zwyczajną *Pinus sylvestris* i świerka pospolitego *Picea abies*. Tradycyjne leśnictwo przyczyniało się do upraszczania struktury przestrzennej i wiekowej oraz składu gatunkowego lasów, a nawet modyfikowało ich różnorodność przez selekcję i eliminację nieużytecznych gospodarczo gatunków oraz osobników. Działania te istotnie zmodyfikowały przebieg i znaczenie procesów ekologicznych: doboru naturalnego, starzenia się, konkurencji, sukcesji, itp. Od zakończenia II wojny światowej, dzięki ogólnokrajowym programom odbudowy zasobów leśnych średnia lesistość Polski stale rośnie i obecnie osiągnęła poziom około 29% (21 do 49% w poszczególnych województwach) (ryc. 2). Jest to znacznie więcej niż powierzchniowy udział terenów pokrytych ekosystemami łąkowymi (ok. 13%), czy różnego rodzaju mokradłami (blisko 5%). Kombinacja tych trzech typów ekosystemów, w połączeniu z dobrze zachowanym systemem cieków i zbiorników wodnych tworzy w Polsce bardzo unikalny i bogaty krajobraz, w którym żyje olbrzymie bogactwo organizmów, szacowane na 72–75 tysięcy gatunków. Ta stosunkowo duża jak na Europę różnorodność biologiczna naszego kraju wynika z bardzo szerokiego gradientu ekologicznego rozciągniętego z północy na południe (od morza, poprzez niziny z pojezierzami i wyżyny po góry z piętrzem alpejskim włącznie). Duże znaczenie ma również



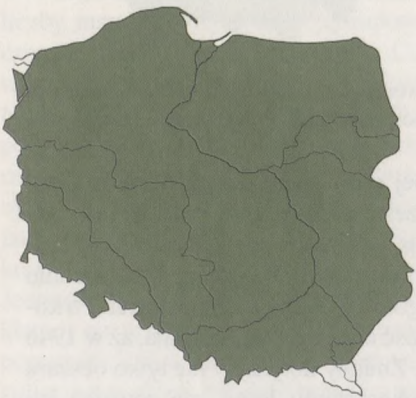
Ryc. 3. Naturalny zasięg geograficzny w Polsce klonu jaworu *Acer pseudoplatanus*.
Rys. A. Wiktoruk



Ryc. 4. Naturalny zasięg geograficzny w Polsce buka zwyczajnego *Fagus sylvatica*.
Rys. A. Wiktoruk



Ryc. 5. Naturalny zasięg geograficzny w Polsce jodły pospolitej *Abies alba*.
Rys. A. Wiktoruk



Ryc. 6. Naturalny zasięg geograficzny w Polsce sosny zwyczajnej *Pinus sylvestris*.
Rys. A. Wiktoruk



Ryc. 7. Naturalny zasięg geograficzny w Polsce świerka pospolitego *Picea abies*.
Rys. A. Wiktoruk



Ryc. 8. Podział Polski na krainy przyrodniczo-leśne (wg. Trampler).
Rys. A. Wiktoruk

położenie Polski w miejscu stanowiącym korytarz migracyjny łączący niziny kontynentu europejskiego z olbrzymim kontynentem azjatyckim. Bogactwo typowo leśnej różnorodności biologicznej zawdzięczamy bardzo dobremu stanowi zachowania niektórych kompleksów leśnych, np. Puszczy Białowieskiej, Puszczy Augustowskiej, Puszczy Boreckiej. Nie bez znaczenia dla leśnej różnorodności biologicznej jest także charakterystyczna mozaikowość gleb występująca zwłaszcza w północnej części naszego kraju oraz fakt, że wiele kompleksów leśnych powstało na gruntach porolnych (np. Puszcza Kurpiowska, Puszcza Kampinoska). Dzięki temu charakteryzuje się ona współcześnie dużym zróżnicowaniem stadiów sukcesyjnych: od świeżo porzuconych pól po ponad stuletnie drzewostany. Na takich antropogenicznie przekształconych siedliskach różnorodność gatunkowa lasu zależy również od typu rolniczego użytkowania gruntu przed jego porzuceniem.

Różnorodność leśnych zespołów roślinnych

Uważa się, że ekosystemy leśne są najmniej zaburzonymi i przetworzonymi ekosystemami naszej strefy klimatycznej. Jednak z naturalnym ich rozmieszczeniem mamy do czynienia już prawie tylko w obszarach górskich, gdzie dominuje świerk — na zachodzie i świerk z bukiem zwyczajnym *Fagus sylvatica* — na wschodzie. Na pozostałym terenie przeważa sosna, co jest odzwierciedleniem raczej typu

użytkowania terenu przez człowieka niż potencjalnych możliwości siedliskowych. Cechę tę kształtuje klimat, podłoże geologiczne i naturalne zasięgi drzew (ryc. 3–7), co odzwierciedlone jest w regionalizacji przyrodniczo-leśnej Polski (ryc. 8). Według najnowszych opracowań na terytorium Polski występuje 59 zespołów leśnych, czyli nieco ponad 12% całkowitej liczby zespołów roślinnych znanych z naszego kraju. Są one zgrupowane w sześciu klasach: *Vaccinio-Piceetea*, *Erico-Pinetea*, *Quercetea roboripetraeae*, *Quercu-Fagetea*, *Salicetea purpureae* i *Alnetea glutinosae*. Najmniej licznie są reprezentowane w naszym kraju kserotermiczne zbiorowiska leśne i zaroślowe klasy *Erico-Pinetea*. Są to zbiorowiska występujące na podłożu wapiennym, na siedliskach szczególnie suchych, zdominowane przez sosnę, ale bardzo bogate pod względem florystycznym. Jedyne miejsce ich występowania są Pieniny. Niżowe i górskie bory świerkowe, sosnowe i jodłowe porastające głównie gleby ubogie i kwaśne reprezentują klasę *Vaccinio-Piceetea*. Jest to jedna z dwóch najbogatszych klas zbiorowisk leśnych w naszym kraju. Cechą charakterystyczną zespołów z tej klasy jest przewaga szpilkowych gatunków drzewiastych w drzewostanie oraz bardzo silnie rozwinięta i bogata w gatunki warstwa mchów. Największe zróżnicowanie wykazują zbiorowiska z klasy *Quercu-Fagetea*. Są to bogate lasy liściaste porastające głównie żyzne gleby mineralne od stosunkowo suchych po silnie wilgotne. Zbiorowiska leśne z tej klasy pokrywałyby większość te-

renów niżowych naszego kraju w warunkach naturalnych. Na ubogich i kwaśnych siedliskach niżowych i podgórskich w warunkach wilgotnego i ciepłego klimatu atlantyckiego występują zbiorowiska z klasy *Quercetea robori-petraeae*. Są to stosunkowo ubogie florystycznie lasy liściaste z przewagą dębów — szypułkowego *Quercus robur* i bezszypułkowego *Q. petraea*. Bardzo wyraźnie od wymienionych już klas odbiegają lasy olsowe *Alnetea glutinosae* reprezentowane przez zbiorowiska z panującą olszą czarną *Alnus glutinosa* lub szerokolistnymi wierzbami z domieszką olszy. Występują one na niżu w zagłębieniach terenu o utrudnionym odpływie, co powoduje okresowo wysokie stany wody i sprzyja wykształcaniu się gleb torfowych i torfowo mineralnych. Pod wpływem podobnych warunków wilgotnościowych, ale wód płynących i na glebach mineralnych, w dolinach rzek, wykształcają się zbiorowiska leśne z klasy *Salicetea purpureae* — nadrzeczne lasy łęgowe zdominowane przez wierzbę kruchą *Salix fragilis*, w. białą *S. alba* oraz topolę czarną *Populus nigra* i t. białą *P. alba*.

Różnorodność i bogactwo gatunkowe

Szacuje się, że ponad 65% zasobów biologicznych Polski jest skoncentrowanych w ekosystemach leśnych. Szacuje się, że w samej Puszczy Białowieskiej (pow. 1500 km²) może występować około 30 tysięcy gatunków różnych organizmów, w tym około 20 tysięcy gatunków zwierząt, co stanowi około 50% bogactwa gatunkowego Polski.

W Puszczy Białowieskiej dotychczas stwierdzono występowanie ponad 12 tysięcy gatunków zwierząt, około 4 tysiące gatunków grzybów (liczba oszacowana łącznie z porostami) oraz łącznie 1350–1400 gatunków roślin naczyniowych, mchów i wątrobowców. Liczba gatunków należących do grup ekologicznych bakterii, glonów i pierwotniaków, które występują w tym kompleksie leśnym jest trudna do oszacowania, ale śmiało można przyjąć, że jest ich kilka, a może nawet kilkanaście tysięcy. Analiza materiału genetycznego wyizolowanego z 1 g gleby w Europie Zachodniej wykazała, że w tak minimalnej próbie może być od 12 do 18 tysięcy gatunków organizmów.

O różnorodności gatunkowej ekosystemów leśnych wiele mówią wyniki badań z obszaru ochrony ścisłej Białowieskiego Parku Narodowego, gdzie na zaledwie 140 ha powierzchni badawczej zarejestrowano 1992 gatunki roślin i grzybów, w tym: roślin okrytozalążkowych — 286 gat., paprotników — 17 gat., mchów — 104 gat., wątrobowców — 41 gat., porostów — 164 gat. i grzybów — 1380 gatunków.

Różnorodność biologiczna ekosystemów leśnych zależy w dużym stopniu od ich naturalności. W przypadku niektórych grup organizmów jest to czynnik decydujący. Szacuje się, że około 30% gatunków fauny Puszczy Białowieskiej jest uzależnionych od występowania dużych ilości martwego drewna — jednego z wyznaczników naturalności ekosystemów leśnych. Również różnorodność gatunkowa kręgowców zależy od stopnia naturalności lasu wyrażającego się skomplikowaną strukturą przestrzenną drzewostanu (ryc. 9) oraz występowaniem starych drzew, dużych ilości martwego drewna i specyficznych dla lasów naturalnych struktur: wywrotów, złomów, naturalnych

dziupli, itp. W obszarze ochrony ścisłej Białowieskiego Parku Narodowego zespół ptaków wyróżnia się na tle innych europejskich ekosystemów leśnych bardzo wysoką różnorodnością i bogactwem gatunkowym. W ciągu 25 lat badań na jednej z powierzchni zarejestrowano gnieźdzenie się 72 gatunków ptaków. W porównaniu z 75 gatunkami ptaków leśnych stwierdzonymi w całej Wielkiej Brytanii jest to imponująca liczba.



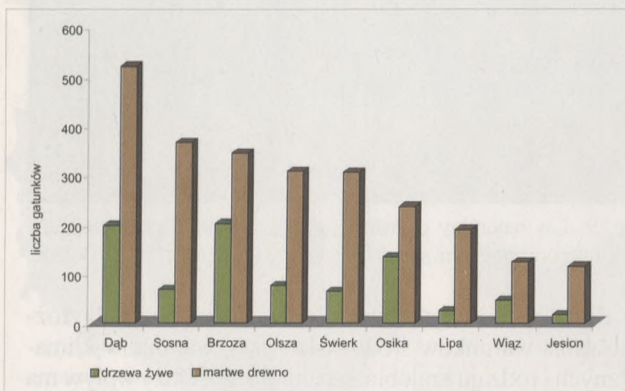
Ryc. 9. Las naturalny o zróżnicowanej strukturze przestrzennej i wiekowej oraz bogatym składzie gatunkowym drzew. Fot. A. Bołbot

Różnorodność gatunkowa lasów zależy także od zróżnicowania warunków środowiska: gleb, warunków klimatycznych i rodzaju krajobrazu naturalnego. Duży wpływ ma też historia polodowcowego zasiedlania terenu naszego kraju przez różne gatunki organizmów, w tym zwłaszcza przez drzewa. Drzewa są najistotniejszym składnikiem ekosystemu leśnego, gdyż to one budują jego strukturę przestrzenną i bardzo silnie modyfikują rozmieszczenie organizmów w lesie poprzez ocienianie gruntu, modyfikację chemizmu gleb, dostarczanie miejsc ukrycia, dostarczanie pokarmu, itp. Od składu gatunkowego drzew w lesie zależy bogactwo pozostałych grup organizmów, zwłaszcza bezkręgowców, grzybów, mszaków, dla których drewno (ryc. 10) i inne części drzew stanowią pokarm lub środowisko



Ryc. 10. Martwe drewno — refugium różnorodności biologicznej. Fot. A. Bołbot

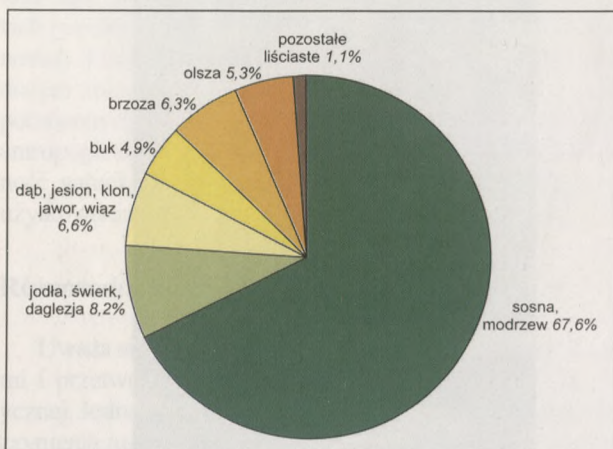
życia. Drzewa stanowią zaledwie nikły ułamek procenta gatunków występujących w lesie: w Puszczy Białowieskiej jest to zaledwie 2,5% gatunków roślin naczyniowych (26 gatunków drzew na około 1100 gatunków roślin naczyniowych) i mniej niż 0,1% gatunków wszystkich występujących tu organizmów. W skali całego kraju porównania te wypadają jeszcze mniej korzystnie dla drzew. Każdy gatunek drzewa ma kilkaset lub nawet ponad tysiąc gatunków organizmów bezpośrednio z nim związanych. Według badań szwedzkich na podstawowych gatunkach lasotwórczych żyje 68 (na sośnie zwyczajnej), 64 (na świerku pospolitym), 202 (na brzozie brodawkowatej *Betula pendula*), 198 (na dębie szypułkowym) gatunków chrząszczy i motyli (za życia drzewa) i odpowiednio kilkukrotnie więcej: 366, 306, 345 i 521 gatunków na tzw. martwym drewnie (ryc. 11).



Ryc. 11. Liczba gatunków chrząszczy *Coleoptera* i motyli *Lepidoptera* żyjących na wybranych gatunkach drzew leśnych (wg. Claes Bernes, Biological Diversity in Sweden). Rys. A. Wiktoruk

Takich badań w skali Polski nie ma, ale ze względu na ogólnie wyższą różnorodność biologiczną naszego kraju i fakt, że w samej Puszczy Białowieskiej stwierdzono więcej gatunków chrząszczy i motyli (łącznie ponad 4800 gatunków) niż w całej leśnej faunie tych rzędów owadów w Szwecji (około 3800 gatunków), można przyjąć, że cytowane bogactwo faunistyczne zasiedlające poszczególne gatunki drzew będzie także wyższe.

W Polsce dominującym gatunkiem drzewa jest sosna zwyczajna, która wraz modrzewiem europejskim *Larix de-*



Ryc. 12. Udział powierzchniowy panujących gatunków drzew w Polsce (Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych, Raport o stanie lasów 2004). Rys. A. Wiktoruk

cidua pokrywa około 68% powierzchni leśnej kraju. Gatunki liściaste zajmują zaledwie 25% tego obszaru (ryc. 12), z czego najważniejszą rolę odgrywiają: brzoza brodawkowata (6,3% areалу), olsza czarna (5,3%), buk zwyczajny (4,9%) oraz dąb szypułkowy, który włącznie z jesionem wyniosłym *Fraxinus excelsior*, klonem zwyczajnym *Acer platanoides*, k. jaworem *A. pseudoplatanus* obejmuje 6,6% tego areálu.

Z uwagi na położenie geograficzne naszego kraju i brak barier ograniczających migracje, można spotkać gatunki różnego pochodzenia, zarówno kontynentalne, jak również atlantyckie oraz borealne i południowe.

Różnorodność genetyczna

Duże znaczenie ekonomiczne lasów spowodowało ich wycinę i przekształcanie, ale dzięki temu samemu czynnikowi drzewa leśne są jedną z niewielu grup dzikich gatunków roślin stosunkowo nieźle rozpoznanych pod względem różnorodności genetycznej i wpływu genotypu na cechy morfologiczne i zdolność dostosowania się do środowiska. Drzewa są jedyną grupą dziko rosnących roślin, dla których opracowano sposoby zabezpieczania materiału genetycznego najlepszych z użytkowego punktu widzenia osobników i populacji. Drzewostany o najlepszych charakterystykach jakościowych są wyłączane z użytkowania rębnego (zmiana funkcji na produkcję nasion). Z zebranych w takich drzewostanach nasion tworzy się *in situ* i *ex situ* uprawy pochodne i zachowawcze. Ze zrzędów pobranych z drzew najlepszej jakości, szczepionych na specjalnie przygotowanych podkładkach tworzy się „żywe banki genów” w postaci plantacji nasiennych oraz archiwów klonów. Powstały także klasyczne banki genów przeznaczone do długookresowego przechowywania nasion oraz pyłku (zabezpieczenie genotypu poszczególnych osobników lub całych populacji). Nieźle poznana zmienność genetyczną w Polsce ma współcześnie sosna zwyczajna, świerk pospolity, jodła pospolita *Abies alba*, dąb szypułkowy i dąb bezszypułkowy, buk pospolity, modrzew europejski oraz niektóre gatunki drzew zagrożonych wyginięciem i chronionych prawem, jak np.: cis pospolity *Taxus baccata* i sosna górska lub inaczej kosówka *Pinus mugo*.

Zróznicowanie genetyczne pozostałych leśnych organizmów dziko żyjących jest poznane jak dotąd bardzo słabo i wrywkowo, choć prowadzi się coraz liczniejsze badania zróznicowania genetycznego gatunków ginących, np. storczyków, rysy *Lynx lynx* oraz wielu innych. Nieźle została poznana zmienność genetyczna niektórych gatunków ssaków. Na przykład, u ryjówki aksamitnej *Sorex araneus* na terenie naszego kraju stwierdzono bardzo duże zróznicowanie kariotypów. Z badań nad łasicą łąską *Mustela nivalis* w Puszczy Białowieskiej wynika, że wyraźne zróznicowanie genetyczne obserwuje się u tego gatunku już nawet pomiędzy populacjami zasiedlającymi ekosystem leśny i sąsiadujący z nim ekosystem łąkowo-szuwarowy. Badania nad różnorodnością genetyczną wilka *Canis lupus* w Europie wykazały występowanie w naszym kraju dwóch różniących się genetycznie grup populacji rozmieszczonych na północ i południe od Bugu. Badania te sugerują, że zmienność genetyczna tego drapieżnika wykazuje wyraźną zależność od klimatu, typów zajmowanych biotopów oraz

składu diety tego drapieżnika. Można postawić więc hipotezę, że zróżnicowanie genetyczne populacji wilka zależy od różnorodności biologicznej środowiska jego życia.

Spośród bezkręgowców badania genetyczne były prowadzone jedynie na bardzo nielicznych gatunkach, ale i tu okazało się, że położenie naszego kraju ma bardzo duże znaczenie. W przypadku jednego z typowo leśnych gatunków motyli — kosternika palemona *Carterocephalus palaemon* w Puszczy Białowieskiej odkryto dwie nakładające się populacje uważane za podgatunki, z których jedna najprawdopodobniej przetrwała zlodowacenie w rejonie śródziemnomorskim (podgatunek nominatywny, znany z całej Europy), druga zaś gdzieś na wschodzie (podgatunek opisany z Syberii).

Już na podstawie cytowanych badań i odtworzonej historii zasiedlania naszych ziem przez wybrane gatunki organizmów można założyć, że wysoka różnorodność genetyczna organizmów leśnych w naszym kraju jest efektem między innymi nakładania się populacji migrujących z różnych refugium lodowcowych. Niestety, wiele gatunków charakteryzuje obecnie zmniejszanie się różnorodności genetycznej pod wpływem fragmentacji ich siedlisk i stopniowego wymierania izolowanych populacji. Przykładem gatunku o niskiej zmienności genetycznej w naszym kraju jest żubr. Wynika to z bardzo niskiej liczebności osobników — zaledwie 12, które przeżyło w ogrodach zoologicznych i zostało użytych w programie restytucji tego gatunku. Problem utraty różnorodności genetycznej z całą ostrością ujawnił się w latach 80. ubiegłego wieku, kiedy to zniknęły duże połacie lasów górskich na południu Polski, unicestwiając część występujących tam genotypów drzew. Erozję puli genetycznej drzew gatunków o dużym znaczeniu gospodarczym może powodować również presja selekcyjna skierowana na hodowlę drzew pod kątem potrzeb człowieka — wybiera się te o najdoskonalszym kształcie, wysokiej jakości drewna i szybko rosnące.

Uwagi końcowe

Różnorodność biologiczna lasów polskich jest naszym naturalnym dziedzictwem narodowym tak samo cennym, jeśli nie cenniejszym niż dziedzictwo kulturowe. Potrzebę ochrony tego dziedzictwa doceniamy coraz bardziej w miarę rosnącego zagrożenia jego utratą. Główne zagrożenia leśnej różnorodności biologicznej stanowią współcześnie: fragmentacja ekosystemów, brak korytarzy migracyjnych, izolacja małych populacji, inwazje i nieprzemyślane introdukcje obcych gatunków, wybiórcza eksploatacja gatunków i populacji, rozszerzanie się zbiorowisk antropogenicznych, rozwój infrastruktury drogowej, zanieczyszczenie środowiska, zmiany klimatyczne, zmiany stosunków wodnych i chemizmu gleb. Według badań szwedzkich skuteczne zachowanie leśnej różnorodności biologicznej w warunkach skandynawskich jest możliwe przy rezygnacji z komercyjnego użytkowania na 20% terenów leśnych. W Polsce obszary leśne objęte ochroną w formie parków narodowych i rezerwatów przyrody stanowią łącznie niecałe 4% ogółu powierzchni lasów. W tym kontekście musi dziwić fakt, iż nawet tak cenne centrum różnorodności biologicznej jak Puszcza Białowieska jest nadal intensywnie i komercyjnie eksploatowana jako źródło surowca drzewnego.

Pragnę serdecznie podziękować Panu Aleksandrowi Bołbotowi za uprzejme udostępnienie do niniejszej publikacji zdjęć jego autorstwa oraz Pani Alicji Wiktoruk za przygotowanie rycin.

Wpłynęło 29.06.2007

Dr inż. Bogdan Jaroszewicz jest kierownikiem Białowieskiej Stacji Geobotanicznej Wydziału Biologii Uniwersytetu Warszawskiego.
e-mail: b.jaroszewicz@uw.edu.pl

SETAC Europe 18th Annual Meeting

25-29 May 2008, Warsaw, Poland

World under stress: scientific and applied issues in environmental toxicology and chemistry

Instytut Nauk o Środowisku Uniwersytetu Jagiellońskiego organizuje w maju 2008 kongres naukowy największego międzynarodowego towarzystwa ekotoksykologicznego „*Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC)*”. W Kongresie, przewidywany jest udział około 2000 naukowców i przedstawicieli przemysłu z całego świata. Główne tematy konferencji to: ekotoksykologia, chemia środowiska, bioróżnorodność, zmiany klimatu, toksykologia człowieka, ocena ryzyka środowiskowego, polityczne i ekonomiczne aspekty problemów środowiskowych. Wyniki badań będą przedstawiane w postaci prezentacji ustnych i plakatów. Nieprzekraczalny termin zgłoszenia abstraktu - 30.XI.2007r.

Szczegółowe informacje dotyczące konferencji i zgłaszania abstraktów znajdują się na stronie internetowej <http://www.setac.eu/warsaw>



ARTYKUŁY

Anna MEKARSKA, Józef SKOTNICKI (Kraków)

EUROPEJSKA KSIĘGA RODOWODOWA FENKÓW *FENNECUS (VULPES) ZERDA*

W roku 2001 Europejskie Stowarzyszenie Ogrodów Zoologicznych i Akwariów (*European Association of Zoos and Aquaria* – EAZA) powołało do istnienia Europejską Księgę Rodowodową Feneków i powierzyło jej prowadzenie krakowskiemu Ogrodowi Zoologicznemu. Księga rodowodowa jest zbiorem danych o zwierzętach, zawierającym informacje o ich pochodzeniu, miejscu przebywania, datach urodzin, śmierci, ich oznakowaniu oraz rozmnażaniu. Dane te umożliwiają dokonywanie analizy genetycznej i demograficznej, które służą jako wyznaczniki do pracy hodowlanej.

Biologia i ekologia gatunku

Fenek należy do rodziny psowatych, podrodziny *Caninae*. Jako gatunek, został opisany w roku 1780 przez Zimmermann'a.

Fenek jest najmniejszym lisem świata (ryc. 1). Dorosły osobnik waży około 1 kilograma. Wysokość w kłębie wynosi zaledwie 20 cm, długość całego ciała z ogonem to 62 cm. Ogon jest w stosunku do wielkości zwierzęcia bardzo długi (20 cm) i okazały.



Ryc. 1. Fenek w krakowskim Zoo. Fot. D. Maszczyk 2004

Najbardziej charakterystyczną cechą feneków są piękne, stojące uszy. Są nieproporcjonalnie duże w stosunku do niewielkich rozmiarów zwierzęcia. Mierzą 13 cm i są podobnej wielkości, co cała głowa. Uszy feneków są ich przystosowaniem do warunków, w jakich żyją i polują na Saharze, gdyż duża powierzchnia uszu pomaga w termoregulacji organizmu. Uszy są chronione przed upałem dzięki porostającej je również od wewnątrz sierści, na obrzeżach uszu długiej. Duże uszy pomagają też lepiej słyszeć, co jest bardzo istotne dla zwierzęcia żywiącego się owadami i innymi małymi ofiarami żyjącymi w piasku.

Inne cechy morfologiczne również są dowodem na doskonałe przystosowanie do życia w pustynnym środowisku. Fenek pokryty jest gęstą sierścią koloru kremowego, która maskuje go w środowisku pustynnym, chroni przez upałem w ciągu dnia i zimnem w ciągu nocy. Sierść na jego łapach osłania przed rozgrzanym piaskiem. Nie pocą się, ich mocz ma znaczną koncentrację. Aby unikać gorąca pustynnego słońca, w ciągu dnia chowają się w norach, polują natomiast o zmierzchu, nocą i rankiem. W polowaniu tym niezastąpiony jest bardzo dobry słuch. Dodatkowym atutem jest również niezwykła szybkość i skoczność — fenki skaczą na odległość do 120 cm i wysokość do 70 cm. Ze względu na małą dostępność pokarmu, fenki są zwierzętami wszystkożernymi. Polują na małe kregowce, takie jak gryzonie, jaszczurki, ptaki oraz na jadowite węże. Nie gardzą również owadami i pokarmem roślinnym.

Wybitne przystosowanie do ekstremalnych warunków życia spowodowało, że fenki znacznie różnią się od innych lisów. Obecnie trwa spór, czy gatunek ten należy umieścić w systematyce w rodzaju *Vulpes* jako *Vulpes zerda* wraz z innymi lisami, czy wyodrębnić dla niego osobny rodzaj *Fennecus* i stosować nazwę gatunkową *Fennecus zerda*. Autorzy stosujący tę drugą nazwę wskazują, że fenki różni od innych lisów: bardziej zaokrąglona czaszka, słabsza budowa zębów, bardzo długie uszy, oczy o okrągłych, a nie jak u innych lisów, eliptycznych źrenicach. Również pod względem kariotypu fenki odbiegają od przedstawicieli *Vulpes*. Mają 64 chromosomy, podczas gdy ich liczba u wszystkich innych lisów pozostaje w przedziale 34 do 60. Również obserwuje się różnice w ilości chromosomów metacentrycznych i submetacentrycznych, których liczba u fenek wynosi 4 a u innych przedstawicieli *Vulpes* 10 do 32. Zwolennicy nazwy gatunkowej *Vulpes zerda* uznają, że fenek pozostaje na obrzeżach grupy lisów, jednakże należy do niej z powodu podobieństwa morfologicznego, molekularnego i biochemicznego.

Fenki żyją w grupach dochodzących do 10 osobników, nie jest jednak znana struktura i pokrewieństwo tych grup. Samce znakują swoje terytoria moczem, a w okresie rozrodczym wykazują dużą agresję. Okres rui przypada na styczeń i luty; po 50–52 dniach samica rodzi 2 do 5 młodych w wykopanej przez siebie norze. Młode ważą zaledwie po 35 g. Laktacja trwa u fenek 9–10 tygodni. Od trzeciego tygodnia życia młode zaczynają opuszczać norę wraz z matką. Samiec nie wchodzi do nory, lecz pilnuje młodych i przynosi samicy pożywienie. Fenki osiągają dojrzałość płciową w wieku 6–11 miesięcy.

Zasięg występowania fenków obejmuje pustynne obszary Afryki Północnej od Maroka, przez Algierię, Tunezję, Libię do Egiptu (ryc. 2). Od strony południowej obszar występowania pokrywa się z krańcem Sahary. Jednakże skryty tryb życia, duża płochliwość fenków oraz mała dostępność środowiska, w którym żyją powoduje, że zwierzęta te są bardzo mało poznane, a ich liczebność na wolności nie jest w ogóle szacowana. Z nielicznych badań przeprowadzonych w Maroku i Tunezji wynika, że zasięg występowania tych zwierząt przesuwa się na południe na skutek urbanizacji północnej części Sahary. Dla fenków ocieplenie się klimatu i rozszerzanie się Sahary na jej południowych krańcach wydaje się więc pozytywnym zjawiskiem. Fenkom na wolności zagraża również kłusownictwo; plemiona saharyjskie polują na te zwierzęta dla ich futer lub mięsa. O wiele częstszym zjawiskiem jest wybieranie młodych z nor i trzymanie ich jako zwierzęta domowe. Dopóki zwyczaj ten dotyczył jedynie nielicznej, zamożnej części miejscowej ludności nie stanowił dużego zagrożenia dla populacji wolnożyjącej. Niestety, w połowie XX wieku moda na trzymanie fenków w domach zapanowała w Europie i USA, co spowodowało, że małe fenki stały się maskotką przywożoną z wakacji w Tunezji, Algierii czy Maroku. Również handlarze zwierząt zainteresowali się wówczas tym gatunkiem. W ostatnich latach uszczelnienie granic Unii Europejskiej na przemyt zwierząt powoduje, że znacznie mniej fenków wwożonych jest nielegalnie na nasz kontynent.



Ryc. 2. Zasięg występowania fenków (wg T. Kaleta „Dzikie psy i hieny”, 1998)

Biorąc pod uwagę nieznaną status, oraz zagrożenie naturalnego środowiska występowania, fenki znajdują się na II Załączniku Konwencji Waszyngtońskiej (*Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora — CITES*).

Populacja fenków europejskich ogrodów zoologicznych

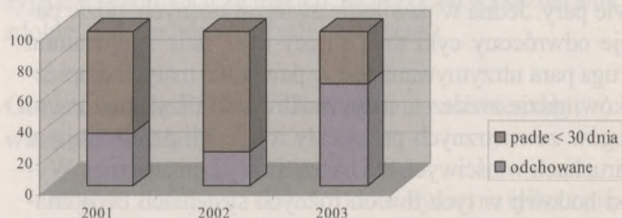
Pierwsze dane o hodowli fenków w europejskich ogrodach zoologicznych pochodzą z roku 1851. Jako pierwszy w swej kolekcji zwierząt fenki posiadał paryski ogród zoologiczny (*Paris Menagerie de Jardin de Plantes*). Na początku XX wieku ludzie zaczęli sprowadzać fenki z Afryki Północnej i oswajać, a ponieważ zwierzęta te często sprawiały kłopot swoim właścicielom przekazywane były do ogrodów zoologicznych. Wkrótce potem pojawiły się one w londyńskim (1929) i wrocławskim (1931) Zoo. Na pierwsze sukcesy w hodowli trzeba było czekać do roku 1969, kiedy to po raz pierwszy rozmnożono fenki w Zoo w Mulhouse. Podobno wcześniej Zoo w Kairze mnożyło fen-

ki, ale brak jest dokładnych danych na ten temat. Od tego momentu można mówić o hodowli tego gatunku w niewoli, gdyż wcześniej wszystkie fenki eksponowane w ogrodach zoologicznych były okazami schwytanymi na wolności a najczęściej — niechcianymi pupilkami zniechęconych właścicieli.



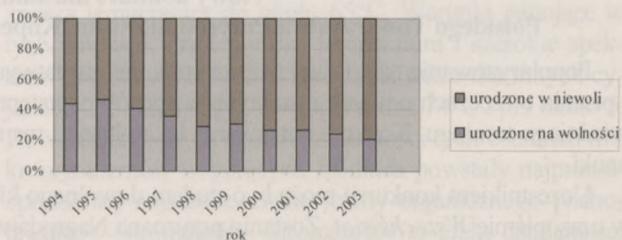
Rys 3. Rozwój populacji fenków w europejskich ogrodach zoologicznych

Obecnie w Europejskiej Księdze Rodowodowej Fenków znajdują się informacje o 780 zwierzętach tego gatunku utrzymywanych teraz i w przeszłości w europejskich placówkach. Najwięcej fenków, to znaczy około 100 sztuk, znajdowało się w europejskich ogrodach zoologicznych w latach 1995 – 1998. Na początku 2006 roku w 36 ogrodach żyły 83 fenki.



Ryc. 4. Procent odchowanych fenków urodzonych w europejskich ogrodach zoologicznych

Spadek ten jest spowodowany dwoma czynnikami. Pierwszy z nich to coraz mniejsza ilość fenków utrzymywanych w Zoo pochodzą z wolności. Wiąże się to z rosnącą wiedzą wśród Europejczyków na temat ochrony gatunkowej zwierząt i zaniechanie sprowadzanie fenków z wolności. Również służby celne są bardziej wyczulone na handel dzikimi zwierzętami. Drugim czynnikiem są problemy w rozrodzie fenków w niewoli. Spośród 36 ogrodów utrzymujących ten gatunek tylko 6 obecnie może się szczycić sukcesem w hodowli. Są to ogrody zoologiczne w La



Ryc. 5. Pochodzenie fenków żyjących w europejskich ogrodach zoologicznych

Palmyre (Francja), Darmstadt, Landau, Karlsruhe, Straubing (Niemcy) oraz Colchester (Wielka Brytania). Przyczyną jest głównie fakt, iż fenki często nie odchowują swojego potomstwa w warunkach ogrodów zoologicznych. Aby zmienić tę tendencję od 2003 roku krakowskie Zoo prowadzi badania nad metodami utrzymywania fenków. Badania te mają wyłonić swego rodzaju receptę na sukces w hodowli tego gatunku. Już teraz widać, że problem jest bardzo złożony i nie leży wyłącznie w jednym czynniku, takim jak żywienie czy wielkość wybiegów. Wiele wskazuje, iż bardzo istotny jest dobór pary. Świadczy o tym fakt, że w ogrodach, w których jedna para dobrze się rozmnażała, inna nie powtarza tego sukcesu (mimo identycznych warunków utrzymania). Problemy z hodowlą fenków mają również ogrody zoologiczne na innych kontynentach. Księgi rodowodowe dla tego gatunku są prowadzone również w USA i Australii i pokazują te same tendencje.

Fenki w polskich ogrodach zoologicznych

W Polsce fenki można oglądać obecnie w trzech ogrodach zoologicznych: w Gdańsku, Krakowie i Wrocławiu. Krakowskiemu Zoo powierzono prowadzenie Europejskiej Księgi Rodowodowej Fenków, gdyż posiada ono duże doświadczenie w hodowli tego gatunku. Pierwszą parę sprowadzono tu w roku 1968. Mimo, iż zwierzęta te trudno rozmnażają się w warunkach ogrodów zoologicznych, od sprowadzonej w 1995 roku pary, uzyskano 9 młodych. Obecnie w krakowskim Zoo utrzymywane są dwie pary. Jedna w pawilonie zwierząt nocnych, gdzie panuje odwrócony cykl dnia i nocy oraz stała temperatura. Druga para utrzymywana jest w pawilonie małych drapieżników, gdzie zwierzęta mają możliwość korzystania z wybiegów zewnętrznych przez cały rok, czyli przebywają w warunkach właściwych dla naszej strefy klimatycznej. Wyniki hodowli w tych dwóch różnych systemach będą znaczące dla dalszych badań nad metodami utrzymywania fenków w europejskich ogrodach zoologicznych.

Przyszłość fenków w europejskich ogrodach zoologicznych

Pozyskiwanie młodych od tylko 6 par oraz zmniejszenie dopływu fenków z wolności może doprowadzić w najbliż-

szym czasie do zmniejszenia różnorodności genetycznej populacji objętej Europejską Księgą Rodowodową.

Aby jak najlepiej wykorzystać pulę genową fenków żyjących w europejskich ogrodach zoologicznych, podnieść ich rozrodczość oraz procent odchowywanych młodych, podczas Konferencji EAZA w Lipsku we wrześniu 2003 roku podjęto decyzję, że Księga Rodowodowa Fenków prowadzona będzie na zasadach programów EEP (*European Endangered Species Program*). Oznacza to, że każde Zoo utrzymujące w swojej kolekcji fenki otrzymywać będzie wytyczne dotyczące rozrodu i ewentualnych transferów tych zwierząt do innych instytucji. Szacuje się, że odpowiednio przeprowadzona wymiana fenków między ogrodami zoologicznymi w Europie, powinna w najbliższych latach zaowocować utworzeniem ok. 25 par hodowlanych.

Biorąc pod uwagę złe wyniki rozrodu fenków oraz fakt, że do tej pory opublikowano bardzo mało materiałów w tym zakresie, w 2007 roku w Krakowskim Ogrodzie Zoologicznym zostaną opracowane wytyczne dotyczące warunków utrzymywania i rozrodu dla tego gatunku. Materiał do tego opracowania zbierany jest we wszystkich europejskich ogrodach zoologicznych, mających doświadczenie w hodowli fenków.

Księga Rodowodowa Fenków, praca hodowlana prowadzona na jej podstawie oraz badania biologii gatunku są przykładem programu ochrony gatunków zagrożonych wyginięciem prowadzonym przez europejskie ogrody zoologiczne. Obecnie ponad 290 gatunków zwierząt posiada takie programy w Europie. Często zachowanie gatunku w niewoli staje się jedyną szansą zwierząt na przetrwanie. Oby w przypadku fenków tak nie było.

Wpłynęło 4.03.2007

Dr Józef Skotnicki jest absolwentem Wydziału Biologii i Nauk o Ziemi Uniwersytetu Jagiellońskiego. Od 1975 roku jest dyrektorem Fundacji Miejski Park i Ogród Zoologiczny w Krakowie. Autor około 40 publikacji naukowych i popularno-naukowych. Od 1991 roku członek Międzynarodowej Unii Dyrektorów Ogrodów Zoologicznych - obecnie Światowego Stowarzyszenia Ogrodów Zoologicznych i Akwariów (WAZA). e-mail: zoo@zoo-krakow.pl
Anna Mękarska jest absolwentką Akademii Rolniczej w Krakowie oraz Institut National Agronomique w Paryżu. Od 10 lat pracuje w krakowskim Zoo. Prowadzi Europejską Księgę Rodowodową Fenków oraz jest koordynatorem programu EEP dla kulana turkmeńskiego. e-mail: fenek@zoo-krakow.pl

Nowy konkurs dla studentów o Nagrodę Prezesa Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika na najlepszy artykuł popularno-naukowy

Popularyzowanie nauki, wbrew pozorom, nie jest łatwym zajęciem, ponieważ wymaga umiejętności mówienia i pisania o rzeczach nowych i trudnych w sposób przystępny i zrozumiały. Zdobycie tej umiejętności wymaga odpowiedniego treningu. Konkurs ten stwarza taką okazję i ma na celu wyłonienie najlepszych, młodych popularyzatorów nauki.

Uczestnikiem konkursu może być student dowolnego kierunku studiów, który opublikuje w 2007 roku artykuł w czasopiśmie *Wszechświat*. Zostanie przyznana Nagroda w wysokości 1000 PLN za pierwsze miejsce w konkursie. Wyniki konkursu zostaną ogłoszone w pierwszym zeszycie *Wszechświata* w marcu 2008 roku.

DROBNOUSTROJE ŻYJĄCE W NIETYPOWYCH WARUNKACH.

Wprowadzenie

Wieloletnie badania dotyczące warunków panujących we Wszechświecie wykazały, że na planetach i księżycach Układu Słonecznego może występować woda, która stanowi niezbędny element do wykształcenia się jakichkolwiek form życia. Przypuszczenia dotyczące obecności wody na Marsie zostały potwierdzone, podobnie jak jej obecność na Europie — czwartym, co do wielkości księżycu Jowisza, gdzie pod jej lodową pokrywą znajdują się duże jej ilości. Inne obiekty w kosmosie, charakteryzujące się zawartością innych związków, również mogą posiadać warunki możliwe do stworzenia życia. Wykazano, że wiele mikroorganizmów posiada cechy, które pozwalają im na egzystencję w warunkach niekorzystnych dla innych istot. Podjęto próbę zaprezentowania tych organizmów, wybierających na miejsce bytowania środowiska ekstremalne, spotykane na Ziemi, ale także, jak się wydaje, obecne w kosmosie. Ta niezwykła zdolność mikroorganizmów do życia w niekorzystnych warunkach pozwala przypuszczać, że mogą być one także zdolne do życia w niektórych warunkach kosmicznych.

Archeobakterie — pionierzy życia w ekstremalnych warunkach

Te najstarsze bakterie stanowią niezwykle ciekawy obiekt, szczególnie ze względu na ich możliwości przystosowania się do bytowania w wyjątkowo trudnych i nietypowych warunkach. Wykazano, że archeobakterie nie tylko różnią się znacznie od bakterii właściwych (eubakterii) pod względem materiału genetycznego, ale także cechuje je nietypowa budowa ściany komórkowej. Ponadto wykazują one odmienne cechy fizjologiczne (warunkowane białkami odpowiedzialnymi za transkrypcję i translację), co pozwala im żyć w ekstremalnych warunkach środowiskowych, takich jak bardzo wysoka lub niska temperatura, wysokie zasolenie czy niskie pH. Według ostatniej systematyki Bergey'a z 2001 roku, archeobakterie nie należą już jedynie do 25 sekcji, jak podano w przedostatnim wydaniu tejże systematyki z roku 1984–89, lecz stanowią odrębną domenę — Archea, jedną z trzech domen świata ożywionego. W obrębie Archea wyróżnia się dwie gromady: Crenarchaeota i Euryarchaeota. W gromadzie Crenarchaeota istnieje tylko jedna klasa Thermoprotei z trzema rzędami, natomiast w gromadzie Euryarchaeota jest siedem klas: Methanobacteria, Methanococcales, Halobacteria, Thermoplasmata, Thermococci, Archaeoglobi i Methanopyri, w obrębie których jest dziewięć rzędów.

Archeobakterie klasy Thermoprotei z gromady Crenarchaeota, żyją w temperaturach powyżej 60°C, zaś przedstawiciele rzędu Thermoproteales z klasy Thermoprotei i gromady Crenarchaeota, żyją w temperaturach blisko 100°C. Natomiast bakterie z rzędów Desulfurococcales i Sulfolobales charakteryzuje wytrzymała — „silna” ściana komórkowa,

złożona z wielu podjednostek, dzięki której tolerują one wysokie stężenia kwasu siarkowego w środowisku.

Archeobakterie z gromady Euryarchaeota i klas Methanobacteria oraz Methanococcales jako jedyne spośród bakterii z tej domeny, posiadają takie substancje, jak koenzym M, metanopterynę i metanofuran, które wspomagają ich metabolizm w trudnych warunkach środowiskowych, a nadto struktura ich rybosomów wskazuje, że są one najstarszymi filogenetycznie organizmami. Inna klasa archeanów — Halobacteria z gromady Euryarchaeota cechuje się odpornością na wysoką koncentrację soli. Bakterie te spotykane są w wodach jezior o stężeniu do 4,5 mola NaCl i jak dodatkowo wykazano, warunkuje to ich prawidłowy rozwój. Należy dodać, że z cechą tą wiąże się ich zdolność do akumulacji KCl, glicerolu, glicyny, mannitolu i innych substancji dobrze rozpuszczalnych, które pozwalają na pokonywanie wysokich stężeń osmolarnych. Również organizmy z klasy Thermoplasmata i Thermococci z gromady Euryarchaeota żyją w bardzo kwaśnym środowisku, a ich optymalna temperatura wzrostu wynosi 55–59°C. Natomiast mikroorganizmy z dwóch ostatnich klas Archaeoglobi i Methanopyri gromady Euryarchaeota, są bardzo mało poznane pod względem biochemicznym. Zakłada się jedynie, że mają one bardzo specyficzne cechy, jak na istoty żyjące w warunkach ziemskich, na przykład wykazują silne zdolności do redukcji dużych ilości siarki.

Gorące źródła Parku Yellowstone — ekstremalne warunki na Ziemi

Jednym z miejsc na świecie, które słynie nie tylko z pięknego krajobrazu, ale także z bogactwa niezwyklej formy życia zamieszkujących ten gorący teren, są źródła w Parku Yellowstone w USA. Średnia temperatura w źródłach na terenie tego parku wynosi 60–63°C, a w niektórych przypadkach może przekraczać 100°C. W środowisku tym wykazano obecność cyjanobakterii *Cytophagales*, β i δ -proteobakterii, hipertermofili takich jak *Pyrolobus fumarii* (to jest archeobakterii żyjącej w temperaturze dochodzącej nawet do 113°C) i *Thermus aquaticus* oraz bakterii z klasy Nitrospira i Thermodesulfobrio. Mikroorganizmy *Cytophagales*, najprawdopodobniej ze względu na zawartość w genomie przeważającej większości par zasad guanina — cytozyna (G-C) oraz posiadania trójwartościowych wiązań zapewniających im termostabilność, są tymi, które dobrze znoszą temperatury do około 65°C. Warunki panujące w tych źródłach, czyli wysoka temperatura i szerokie spektrum pH, stanowią środowisko życia także dla innych cyjanobakterii, które żyją w temperaturze 74°C i pH około 5. Dowiedziono, że na skutek działalności tych ostatnich mikroorganizmów w gorących źródłach powstały najprawdopodobniej najstarsze znane formy organicznego pochodzenia — stromatolity. Stromatolity to efekt działalności życiowej cyjanobakterii, które ze zmienną intensywnością wychwytywały z wody zawiesinę mineralną lub wytrącały

minerały, głównie węglan wapnia. Największa ilość stromatolitów pochodzi z prekambriu. Dzisiejsze stromatolity, znajdujące się np. w płytkich zatokach zachodniej Australii (Shark Bay) i Wysp Bahama (Exuma Sound) różnią się budową wewnętrzną i składem mineralnym. Obecnie około 70% stromatolitów zaliczono do typu I, które są pokryte bakteriami *Schizothrix* sp. (bakterie te nie są uwzględnione w systematyce bakteriologicznej Bergey'a z roku 2001). W typie II nie wykazano żadnych konkretnych mikroorganizmów, znaleziono jednak wiele elementów i substancji, które wskazują na obecność różnorodnych bakterii, zaś w typie III stromatolitów stwierdzono bardzo dużą ilość *Solentia* sp. (również nieuwzględnionych w systematyce Bergey'a z roku 2001). Fakty te wskazują na istotną rolę mikroorganizmów dla paleogeograficznych rekonstrukcji.

Badania dotyczące gorących źródeł na całym świecie w ostatnim okresie zostały poszerzone o dane pochodzące z gorących źródeł w Rotorua i Tokaanu w Nowej Zelandii. W tamtejszych gorących źródłach odnaleziono zupełnie nowy gatunek heterotroficznej, anaerobowej bakterii z gromady Crenarchaeota — *Ignisphaera aggregans* (również nie uwzględnionej w systematyce Bergey'a z roku 2001). Bakteria ta żyje w temperaturze 92–95°C, w pH ok. 6,4, a zawartość par zasad G-C w jej genomie sięga 52,9 mol%, co świadczy o jej przystosowaniu do wysokich temperatur i trudnych warunków środowiskowych. Wysoka temperatura sięgająca 60°C, charakterystyczna dla wód występujących w paśmie górskim Beverhead w USA, nie jest także przeszkodą dla bytowania innych bakterii, które odkrył w latach 90. XX wieku Francis Chappelle i wsp. Wykazali oni, że mikroorganizmy te czerpią energię z wodoru, który pochodzi z głębokich warstw Ziemi i powstaje w wyniku reakcji chemicznych związanych z procesami tektonicznymi. Bakterie te, ze względu na fakt produkowania metanu, który dostarcza im energii, zostały nazwane bakteriami metanogenami i zaliczono do archeobakterii. Być może, właśnie ze względu na sposób wytwarzania i wykorzystywania energii, w metanobakteriach należałoby upatrywać pierwowzoru organizmów, które być może zasiedlały kosmos.

Przykłady bakterii znalezionych w innych, nietypowych środowiskach

Wykazano, że nie tylko ekstremalnie wysokie temperatury są dobrym środowiskiem życia niektórych bakterii, ale także dowiedziono, że pewne mikroorganizmy przystosowały się do życia w wyjątkowo niskich temperaturach. Badania te były prowadzone przez Davida M. Karla i Johna Priscu w 1993 roku w wodach słodkowodnego jeziora ukrytego pod lodem Antarktydy, w pobliżu rosyjskiej stacji badawczej Wostok na głębokości 3623 m. Doprowadziły one do odkrycia DNA nieznannej dotychczas bakterii. Zbliżone obserwacje przedstawił także Auman i wsp., którzy opisali nowy gatunek bakterii odnaleziony na Alasce. Bakterię tą nazwano *Psychromonas ingrahamii*, a które namnażają się w temperaturach –12 do +10°C i koncentracji od 1 do 10% NaCl. Zawartość par guanina-cytozyna w genomie tych mikroorganizmów wynosi 40 mol%, a na podstawie badań porównawczych sekwencji 16S rRNA wykazano, że są one najbardziej zbliżone do *Psychromonas antarctica*. Innym przykładem jest *Rhodococcus kroppen-*

stedtii, bakteria żyjąca w niskiej temperaturze w skałach gór Himalajów. Bakterie te są Gram-dodatnie, katalazo-dodatnie i oksydazo-ujemne i egzystują przy stężeniu NaCl do 9% i zakresie pH od 5 do 11.

Badania dowodzą także istnienia tzw. endolitów — mikroorganizmów obecnych w skałach skorupy ziemskiej na dużych głębokościach, czego przykładem jest np. bakteria *Methanobacterium subterraneum*. Inne mikroorganizmy z grupy tzw. hipolitów zasiedlają dna oceanów w strefach rozłamów skorupy ziemskiej w pobliżu wylotów wód termalnych. Temperatura środowiska życia tych beztlenowych mikroorganizmów określono na blisko 100°C, a woda, w której bytują, jest bardzo bogata w miedź, cynk, kobalt, nikiel, żelazo i związki siarki. Odkryto także anaerobowe bakterie *Cupriavidus pinatubonensis* i *Cupriavidus laharis* w gładach wulkanicznych wyrzucanych w czasie erupcji wulkanu Mt. Pinatubo na Filipinach w 1991 roku.

Dalszym przykładem świadczącym o niezwykłych możliwościach bytowania organizmów prokariotycznych, jest wykrycie bakteryjnego materiału genetycznego w rzece Rio Tinto (w płd.-zach. Hiszpanii). W środowisku tym panują wręcz zabójcze warunki — wysokie stężenie takich metali, jak np. ołów, rtęć i arsen, ale także bardzo niskie pH — wynoszące 2. Wśród acidofilii (bakterii żyjących w pH mniejszym niż 3), spotykanych np. w hałdach przy kopalniach węgla, wyróżnić można *Picrophilus torridus* (optymalne pH to 0,7), zaś alkalofilem żyjącym w pH 10,5 w jeziorach sodowych i glebach przesyconych węglanami jest *Bacillus firmus*. Podobnie trudne do życia warunki upodobała sobie bakteria *Ferroplasma acidarmanus*, która żyje w temperaturze 40°C, w bardzo niskim, bliskim zeru pH; jest ona pozbawiona ściany komórkowej, a jej metabolizm dodatkowo powoduje zakwaszenie środowiska. Kolejnym mikroorganizmem, który może żyć w temperaturze do 60°C i pH od 2 do 5, jest *Sulfobacillus thermotolerans*. Nietypowe warunki do życia wybierają także piezofile, bakterie żyjące w głębinach morskich w ciśnieniu dochodzącym do 40 MPa, np. *Photobacterium* sp. Wykazano, że jeden z komponentów ciśnienia, jakim jest grawitacja, wpływa na zmiany w produkcji biomasy, koniugację i wrażliwość u *Escherichia coli*. Inną bakterią o niezwykłych możliwościach jest *Deinococcus radiodurans*. Ta wyjątkowa bakteria została odkryta przypadkowo w latach pięćdziesiątych XX wieku podczas sterylizacji konserw przy wykorzystaniu promieni jonizujących. Wykazano, że zarazek ten jest odporny na promieniowanie jonizujące równe 1,5 miliona radów, czyli 3 tysiące razy większe niż dawka śmiertelna dla ludzi. Mikroorganizm ten, bez wcześniejszego wytworzenia form przetrwalnikowych, dobrze znosi obecność promieniowania ultrafioletowego, rentgenowskiego i działanie mutagennych związków chemicznych. Mechanizm naprawy *Deinococcus radiodurans* jest bardzo wydolny i działa regenerująco nawet przy dużych zniszczeniach w krótkim czasie. Dzięki wnikliwym badaniom genomu tej bakterii wykazano, że posiada ona od dwóch do dziesięciu kopii całego chromosomu bakteryjnego, a ponad połowa z 3100 genów jest odpowiedzialna za doskonale funkcjonujący system naprawy. Sugeruje się, że niezwykła odporność *Deinococcus radiodurans* na promieniowanie jest regulowana genetycznie za pomocą około tysiąca genów swoistych tylko dla tej bakterii. Ponadto bak-

teria ta dysponuje mechanizmem usuwania uszkodzonych nukleotydów, a w jej komórce magazynowane są duże ilości specyficznych enzymów i karotenoidów. Organizm ten był podmiotem gorących dyskusji i sporów wśród badaczy, gdyż część z nich, w tym Pawłow, na podstawie swoich eksperymentów utrzymywał, że Ziemia jest za młoda, aby zdążył się na niej wytworzyć tak niezwykły mechanizm odpornościowy. Pawłow dowodził, że poziom promieniowania na Marsie jest bardzo wysoki w stosunku do Ziemi i prawdopodobieństwo nabycia takiego mechanizmu odporności w tamtych warunkach jest większe na Ziemi, a więc *Deinococcus radiodurans* musiał przybyć na naszą planetę z marsjańskim meteorytem i właśnie te właściwości umożliwiły przeżycie jej wędrówki w przestrzeni kosmicznej. Innymi mikroorganizmami, które są odporne na wysokie wartości promieniowania są: *Rubrobacter radiotolerans* i *R. xylanophilus*.

„Malutkie” bakterie

Prezentując bakterie żyjące w ekstremalnych warunkach, warto wspomnieć także o mikroorganizmach, które swym rozmiarem i wyglądem sugerują, że mogły należeć do inicjujących życie nie tylko na Ziemi, ale także mogących zaistnieć na innych planetach. Są to nanobakterie *Nanobacterium sanguineum* (również nie uwzględnionych w systematyce Bergey'a z roku 2001). Są to Gram-ujemne mikroorganizmy zbliżone wielkością do wirusów, żyjące na Ziemi w warunkach tlenowych. Mają one zdolność do wiązania i odkładania na powierzchni komórek apatyty, tworząc w ten sposób charakterystyczną biogenną osłonkę z tego minerału. Niewykluczone, że ich biomasa może także tworzyć wspomniane stromatolity. Nanobakterie nie tylko są „maleńkie”, ale także niezwykle odporne na czynniki fizyczne (wysuszenie, ogrzewanie, promieniowanie UV) i chemiczne (alkohole, aldehydy, detergenty, kwas etylenodiaminotetraoctowy, czy cytrynian). W środowisku Ziemi są patogenne dla ludzi i zwierząt, jako że są przyczyną schorzeń układu moczowego, np. kamicy nerkowej, wielotorbielowości nerek oraz chorób rozrostowych wielu układów.

Dziwne miejsca występowania wirusów

Jak powszechnie wiadomo, replikacja wirusów jako nośnika informacji genetycznej, zależna jest całkowicie od żywych komórek prokariotycznych lub eukariotycznych, zatem ich środowisko bytowania to organizmy zwierzęce, roślinne, grzyby oraz bakterie. Woda — najważniejsza substancja chemiczna, od której zależy nasze, i nie tylko nasze istnienie, bywa również „zanieczyszczona” materiałem biologicznym w postaci wirusów. I choć wydaje się, że to środowisko uniemożliwia bytowanie wirusów, to jednak opisano w występowanie w wodzie wirusów: polio-, adeno-, rota-, astro-, koronawirusów oraz wirusa grypy, Norwalk-like, zapalenia wątroby A i E, a także bakteriofagów (wirusów bakteryjnych). W wodzie morskiej enterowirusy mogą występować nawet na głębokości do 6 m, ale najczęściej i najliczniej izolowano je z głębokości do 80 cm. Badania przeprowadzane przez okres sześciu lat przy wybrzeżu Santa Monica Bay w Kalifornii wykazały,

że spośród 50 prób wody, w 32% przypadków stwierdzono występowanie enterowirusów. Inne badania potwierdziły występowanie wirusów z tej rodziny w Morzu Śródziemnym i Północnym w odległości 1,5 km od brzegu, w wodach przybrzeżnych Texasu w odległości do 13 km od linii brzegowej, a także w wodach strumieni w odległości do 25 km od miejsca ich wprowadzenia. Uważa się, że najbardziej prawdopodobną przyczyną otrzymywania wirusów w wodzie, są wciąż do niej spływające ścieki i zanieczyszczenia rolnicze.

Jak dotychczas nie ma jednoznacznej wiedzy, jakoby wirusy w formie takiej, jakie znamy obecnie, mogły występować w kosmosie. Wiadomo jednak, że ich stosunkowo prosta budowa może być silnym argumentem przemawiającym za ich ważną rolą nie tylko na Ziemi. Podejrzewa się, że na wczesnych etapach ewolucji życia, podstawowym elementem były kwasy nukleinowe, z przeważającą ilością RNA, jako że jego cechy — stabilność i sprawniejszy system naprawczy — pozwoliłyby temu materiałowi na funkcjonowanie w bardzo ekstremalnych warunkach. Postawienie pytania o możliwość występowania wirusów w kosmosie, to przede wszystkim pytanie o mechanizm odporności w ekstremalnych warunkach. Wykazano, że szczególnym zarazkiem, dzięki któremu można zidentyfikować wiele gatunków wirusów, a nawet na podstawie którego pokusić się można o wyodrębnienie nowych ich taksonów, jest hipertermofilna archeobakteria *Sulfolobus* sp. Bakteria ta jest swoistym gospodarzem dla wirusów termofilnych, które akceptują warunki panujące w gorących źródłach, czyli wysokie temperatury i skrajne pH. Bakterie *Sulfolobus* sp. okazały się być dobrym materiałem badawczym, ze względu na stosunkowo proste prowadzenie ich kultur w warunkach laboratoryjnych. Na podstawie badań materiału genetycznego wirusów, uzyskanych za pośrednictwem bakterii *Sulfolobus* sp., stwierdzono, iż w DNA termofilnych wirusów mogą być kodowane nieznane dotąd enzymy, które „pracują” wydajnie właśnie w wysokich temperaturach. Obecność bakterii *Sulfolobus* sp., a tym samym pośrednio wirusów termofilnych, została potwierdzona na Kamczatce, we Włoszech, na Islandii i w USA.

Podsumowanie

Wraz z postępem metod badawczych i wzrostem zainteresowania tym, co być może znajduje się poza naszą planetą, rośnie liczba hipotez mówiących o możliwościach obecności mikroorganizmów w różnych środowiskach, w tym bardzo ekstremalnych. Według mikrobiologów, zdolności organizmów prokariotycznych do przystosowania się do życia w skrajnych warunkach, ich niezwykła oporność na działanie czynników zewnętrznych oraz stabilność ich materiału genetycznego, to być może cechy pozwalające na ich adaptację w warunkach kosmosu.

Wpłynęło 26.01.2007

Prof. dr hab. Wiesław Deptuła i mgr Paulina Niedzwiedzka pracują w Katedrze Mikrobiologii i Immunologii na Wydziale Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Szczecińskiego w Szczecinie.
e-mail: kurp13@sus.univ.szczecin.pl

Roman KARCZMARCZUK (Wrocław)

PRYMAT BURSZTYNOWEGO NAPOJU Z LIŚCI

*Ach, herbata, ta herbata!
Co podają nam we Lwowie,
Ta nikomu wyjść nie może
Na pożytek i na zdrowie:
Biedny jesteś, nieboraku,
Co ją pijesz bez araku.*

Adam Asnyk (1838–1897)

Spśród używek bezalkoholowych herbata — *Camellia sinensis* (L.) Kuntze (syn. *Thea sinensis* L.), dominuje na globie ziemskim. Dotyczy to nie tylko jej rozpowszechnienia, lecz również archaiczności. Ten gatunek rośliny z rodziny herbatowatych *Theaceae* jest blisko spokrewniony z uprawianą w naszych szklarniach i mieszkaniach kamelią japońską *Camellia japonica* L. o pięknych, białych, różowych lub czerwonych kwiatach, często półpełnych bądź pełnych.



Ryc. 1. Kwitnące kamelie japońskie *Camellia japonica*, bliskie krewniaczki herbaty, w berlińskim Ogrodzie Botanicznym. Fot. Magdalena Mularczyk

Herbata występuje w postaci krzewu lub drzewa dochodzącego do wysokości 10 m. Na plantacjach jest kultywowana w formie krzewiastej. Posiada liście skrótoległe, skórzaste i wiecznie zielone. Duże, białe kwiaty są osadzone w kątach liści, a owoc stanowi 3–5-żebrowa torebka, zawierająca od 1 do 5 nasion. Dla swego rozwoju wymaga temperatury niespadającej poniżej 20°C oraz opadów 2000–3000 mm. Pod względem wartości użytkowej wysuwają się na czoło dwie odmiany: chińska – var. *sinensis*, i assamska – var. *assamica*. Pierwsza, o liściach drobnych, gładkich i ostro zakończonych, dość dobrze znosi nieprzyjające warunki siedliskowe, druga zaś ma duże, lancetowate liście, na spodniej stronie kutnerowate, i wymaga środowiska wilgotnego. Pochodzi prawdopodobnie z górskich lasów Assamu, zlokalizowanych w północno-wschodniej części Indii.

Herbata jest uprawiana na wielką skalę w strefie międzyzwrotnikowej i podzwrotnikowej. Najbardziej ce-

nione są gatunki merkantylne uzyskiwane z plantacji położonych na wys. 500–1000 m n.p.m. Zbiór odbywa się przeważnie ręcznie, kilkakrotnie w ciągu roku. Z jednego hektara można zebrać od 2 do 12 ton liści. Jeżeli poddajemy je dłuższej fermentacji, to otrzymujemy herbatę czarną, wiodącą prym na rynkach światowych. Odnacza się ona ciemną barwą, wspaniałym aromatem i umiarkowaną mocą. Natomiast z niefermentowanych liści, suszonych bezpośrednio po zerwaniu w trochę podwyższonej temperaturze, powstaje herbata zielona. Napar ma kolor jasny, nie posiada prawie zapachu, lecz wykazuje silniejsze działanie. Popularna jest przede wszystkim w Japonii i Chinach.

W handlu istnieją prawie wyłącznie mieszanki, których skład decyduje o wartości naparu. Czasem zasila się je kwiatami jaśminu, róży lub olejku pomarańczowego. Dostępna stała się również herbata typu instant (rozpuszczalna).

Początki poznania walorów eksponowanych liści giną w mrokach dziejów i są przedmiotem różnych legend. Jedną z nich głosi, że pewnego dnia w 2737 roku p.n.e. ascetyczny cesarz chiński Szen Nung gotując wodę pod drzewem zauważył, że wpadło do niej kilka liści. Smaczny i orzeźwiający napój zadecydował o sukcesie herbacianej rośliny.

Według innej fantastycznej opowieści twórca buddyzmu zen, mnich Bodhidharma, zasnął podczas medytacji i tak się tym przejął, że w ramach ekspiacji odciął sobie powieki. Gdy spadły one na ziemię, wyrosły z nich dwa krzewy o liściach przeciwdziałających niemocy i znużeniu.

Dla uczczenia tego „cudu” wprowadzono uroczysty rytuał picia herbaty. W Japonii sformułował go w 1286 roku mnich Szomei, który wykorzystał chińskie doświadczenia. Ceremonia ma miejsce w ogrodowej altance herbacianej. Polega na zachowaniu ciszy i wewnętrznej stabilizacji biesiadników. Wszystkie czynności przebiegają zgodnie z obowiązującymi regułami. Według filozofii zen harmonia i błogi stan uczestników obrzędu obowiązuje również w życiu codziennym.



Ryc. 2. Kamelia japońska *Camellia japonica*, bliska krewniaczka herbaty — jedna z odmian o kwiatach półpełnych. Fot. Magdalena Mularczyk

Najstarsza notatka chińska o roślinie herbacianej pochodzi z III stulecia p.n.e. i ujawnia jej właściwości pobudzające oraz usprawniające bystrość umysłu. Należy zaznaczyć, że aż do III wieku naszej ery była ona stosowana wyłącznie w celach leczniczych. W miarę upływu czasu stawała się coraz bardziej powszechnym napojem. Uwidoczniło się to szczególnie w IV i V stuleciu, powodując wyraźny wzrost popytu. Aby sprostać zapotrzebowaniu, zaczęto ją uprawiać na obszarze całego kraju. Duże plantacje założono m.in. na wzgórzach otaczających dolinę rzeki Jangcy. W czasie panowania dynastii Tang (618–906) wprowadzono specjalne zalecenia odnośnie zbioru i przetwórstwa. Dotyczyły one m.in. diety i higieny zbieraczek. Aby utrzymać nieskazitelny zapach liści, zabroniono im spożywania czosnku, cebuli i ostrych przypraw.

Rozdrobnione liście mieszano z sokiem śliwkowym, który pełnił funkcję kleju. Następnie miążgę formowano w kostki i suszono. Zaparzając herbatę dodawano do niej często skórkę pomarańczową, imbir, goździki i miętę pieprzową. Dzięki temu napój uzyskiwał lepszy smak.

Światło dzienne ujrzała również książka pisarza Lu Yu (733–804) pt. *Klasyka herbaty*, zawierająca wszystkie najistotniejsze informacje o tej cennej roślinie.

Do lat sześćdziesiątych XIV wieku istniała tylko herbata zielona. W okresie dynastii Ming (1368–1644) nie przechowywano jej w kostkach, lecz w formie luźnych liści. Podczas długiego transportu ulegała szybko deprecjacji. Spośród wielu wysiłków przeciwdziałających temu zjawisku najbardziej skuteczne było wyprodukowanie znacznie trwalszej herbaty czarnej.

Nie wiemy, kiedy Japończycy zapoznali się z herbatą. Z ich kronik dowiadujemy się, że w roku 729 n.e. cesarz Szomu w swej siedzibie w Nara częstował nią buddyjskich mnichów. Liście dostarczyć miał z Chin do dworu władcy ambasador japoński. Natomiast pierwsze nasiona przywiózł do Kraju Kwitnącej Wiśni mnich Dengyo Daishi, który w latach 803–805 studiował w Chinach. Wysiał je na obszarze przyklasztornym i po zbiorach poczęstował herbatą cesarza Saga. Napój tak go zachwycił, że polecił uprawę krzewu na terenach przylegających do stolicy.

Do Europy pierwsze informacje o herbacie dotarły około 850 roku dzięki kupcom arabskim. Do jej poznania przyczynili się w znacznej mierze Holendrzy, sprowadzając ją w 1610 roku jako lek zwalczający febrę. W Rosji pojawiła się w 1618 roku, we Francji w 1648, a w dziewięć lat później – w Anglii. Następnie osiągnęła Niemcy i Polskę, gdzie dopiero od drugiej połowy XVIII wieku znalazła pełne uznanie. Niezwykle skutecznie zaważnęła rynkiem angielskim i rosyjskim. Przez długi czas, z braku innych środków lokomocji, wykorzystywano powolne wielbłądy, z tego względu przewóz towaru od chińskich dostawców do Moskwy trwał przeciętnie 17 miesięcy. Sytuacja uległa zasadniczej zmianie dopiero po wybudowaniu transsyberyjskiej linii kolejowej (1891–1916). Dalekowschodnią herbatę można już było otrzymać w ciągu 10 dni.

W Wielkiej Brytanii propagował ją m.in. kupiec kolonialny Thomas Garraway. Aby pozyskać klientów, sporządził w 1660 roku anons reklamowy, w którym przekonywająco wyolbrzymił jej lecznicze walory.

Na wzmiankę zasługuje również żona króla Karola II, portugalska księżniczka Katarzyna Braganza. Burszty-

nowym napojem delectowała się niemalże nałogowo i ustawicznie częstowała nim swych arystokratycznych przyjaciół. Z czasem coraz więcej ludzi dowiadywało się o serwowanym naparze i krąg zainteresowanych szybko wzrastał. Na przestrzeni XVIII stulecia bezkonkurencyjność herbaty w Wielkiej Brytanii nie podlegała już dyskusji, a jej dominacja dotrwała do naszych czasów.



Ryc. 3. Kamelia japońska *Camellia japonica*, bliska krewniaczka herbaty — odmiana białokwiatowa pełna. Fot. Magdalena Mularczyk

Ustawiczny wzrost popytu i stale zwiększający się import stanowił dla Wielkiej Brytanii problem trudny do rozwiązania. Gdy Chińczycy przestali kupować angielską bawełnę, Brytyjskie Towarzystwo Wschodnioindyjskie zaczęło od 1800 roku wprowadzać na ich rynek coraz więcej opium. Taka nielegalna zapłata za herbatę trwała do 1839 roku. Zakończyła się tym, że protestujący Chińczycy umieścili na plaży koło Kantonu 20 tysięcy skrzyń z herbatą, wiedząc, że ulegną zniszczeniu. W konsekwencji Wielka Brytania wypowiedziała im wojnę, a Chiny wprowadziły embargo na eksport herbaty.

Celem eliminacji chińskiego monopolu zaczęto szukać nowych terenów pod uprawę tej dochodowej rośliny. Zwrócono uwagę na obszary północnych Indii, gdzie warunki przyrodnicze wydawały się najbardziej sprzyjające. Po odkryciu przez dra Mastersa w 1823 roku w Assamie dziko rosnących krzewów herbacianych, założono tam pierwsze plantacje. Przedsięwzięcie było udane i już w 1838 roku herbata assamska dotarła do Londynu. W dwa lata później powstała Assamska Spółka Herbaciana, której działalność okazała się szczególnie korzystna dla dalszego rozwoju wzmiankowanej gałęzi wytwórczości rolniczej.

Koniecznym jest przypomnieć, że herbata wprowadzona na Cejlon przysłała w sukurs tamtejszym producentom kawy, gdy w 1860 roku unicestwił ich dorobek grzyb *Hemileia vastatrix*, zawleczony prawdopodobnie z Afryki. Znalazła tam doskonałe warunki egzystencji i obecnie jest poważnym źródłem utrzymania Sri Lanki (wyspy promiennie pięknej).

Do upowszechnienia bursztynowego napoju przyczynił się znany angielski kupiec Thomas Lipton, właściciel wielu przedsiębiorstw spożywczych w Wielkiej Brytanii. Wykupił na Cejlonie sporo plantacji i pozbył się w ten sposób licznych pośredników. W swych sklepach mógł dość znacznie obniżyć cenę i zdobyć o wiele więcej klientów.

Skutecznie prowadzona reklama wykreowała go na czoło najbardziej znanych i cenionych producentów herbaty.



Ryc. 4. Kamelia japońska *Camellia japonica* 'Palazzo Tursi'. Fot. Magdalena Mularczyk

Trzeba zaznaczyć, że przez długi czas debatowano nad usprawnieniem kosztownego transportu. Statki Towarzystwa Wschodnioindyjskiego docierały z portów chińskich do Londynu dopiero po upływie roku. Zwiastunem zmian na lepsze był amerykański kliper zwodowany w 1845 roku. Jego rejs z Nowego Jorku do Chin i z powrotem trwał niecałe osiem miesięcy. Dostrzegając realne korzyści, Anglicy zaczęli posługiwać się podobnymi żaglowcami handlowymi, które następnie ustąpiły miejsca parowcom. Prawdziwy przełom dokonał się dopiero po wybudowaniu w latach 1859–1869 przez francuskiego inżyniera Ferdynanda Marie de Lessepsa Kanału Sueskiego. Dzięki temu przedsięwzięciu szlak z Europy Zachodniej do Azji Południowej i Wschodniej uległ skróceniu o około 40%.

Prezentując azjatyckich potentatów, nie możemy zapomnieć o Indonezji, gdzie dzięki Holendrom powstały w pierwszej połowie XIX wieku na żyznych glebach wulkanicznych liczne plantacje doskonałej herbaty. Ponadto uplasowała się ona na widocznym miejscu w Turcji i Wietnamie. W Nowym Świecie znalazła dobre warunki rozwoju jedynie w Argentynie. Natomiast w Afryce osiągnęła wysoką pozycję w Kenii.

W 2004 roku zebrano na globie ziemskim 3295 tys. t herbaty. Największym producentem są Chiny – 861 tys. t (26,1% zbiorów światowych). Drugie miejsce zajmują Indie – 851 tys. t (25,8%), na trzecim uwidoczniła się Sri Lanka – 303 tys. t (9,2%). Czwarte przypadło w udziale Kenii – 295 tys. t (9,0%), piąte zaś Indonezji – 173 tys. t (5,3%). Zdziwienie budzi Japonia, która uzyskuje tylko 95 tys. t herbaty (2,9% zbiorów światowych).

Egzotyczne novum nie spotkało się od razu z życzliwym przyjęciem. Nieufność i podejrzliwość nie ustępowała nawet wówczas, gdy herbata była aplikowana w postaci leku. Niektórzy prominenti głosili, że zagraża posturze mężczyzn i urodzie kobiet. W Polsce bardzo negatywnie ustosunkował się do niej ksiądz-przyrodnik Krzysz-

tof Kluk (1739–1796), który w swym *Dykcjonarzu roślinnym* przestrzegał przed jej szkodliwością. Mimo tych negatywnych opinii, podobnie jak w przypadku wprowadzania kawy i tytoniu, zaczął szybko dominować zwyczaj codziennego obcowania z filiżanką bursztynowego płynu. Jego spotęgowanie zawdzięczamy również późniejszym analizom chemicznym.

Spośród alkaloidów purynowych zidentyfikowanych w liściach herbaty najwięcej jest kofeiny — 1,2–4,5%, do 0,04% teofiliny i około 0,05% teobrominy. Wykryto też garbniki katechinowe — od 10 do 25%, katechinę, kwas galusowy, saponiny oraz takie flawonoidy, jak kemferol, astragalina, kwercetyna i rutyna. Napar działa pobudzająco, przedłuża sprawność umysłową, wpływa dodatnio na mięsień sercowy i ośrodek naczynioruchowy, a ponadto działa korzystnie na wzrok i słuch. Dzięki garbnikom zwalcza skutecznie biegunkę i bakterie chorobotwórcze. Należy jednak pamiętać, że zbyt mocna herbata może być szkodliwa dla organizmu, bowiem garbniki łączą się z witaminą B₁ (tiaminą) i blokują jej funkcje. Wiążą ponadto sole mineralne, m.in. żelazo, magnez i wapń, oraz takie mikroelementy, jak selen, cynk, mangan, miedź i kobalt. Oprócz tego upośledzają czynność błony śluzowej przewodu pokarmowego.

Warto jeszcze przypomnieć, że tłuszcz uzyskany z nasion herbaty służy – po odpowiednim oczyszczeniu z saponin — do celów konsumpcyjnych i technicznych.

Nie wszystkie sposoby użytkowania herbaty są godne naśladowania. Niemniej jednak należy je poznać. Mongołowie, którzy pierwsi zostali obdarowani przez Chińczyków liśćmi boskiego napoju, nauczyli się sporządzać pewien swoisty rodzaj zupy. Cegielkę czarnej herbaty gotują z mlekiem, zjełczałym masłem, krwią owczą i solą. Podobnie postępują Kirgizi: zieloną herbatę zaprawiają tłuszczem baraniam oraz solą. Japończycy, aby nie stracić smaku i aromatu, rezygnują z wszelkich dodatków łącznie z cukrem. Natomiast Chińczycy piją gorzką herbatę aromatyzowaną kwiatami jaśminu, róży lub olejkiem pomarańczowym. Ulubionym napojem Marokańczyków jest bardzo słodka herbata zielona z dodatkiem liści mięty. Rosjanie uwielbiają herbatę mocną i bardzo gorącą. Do przygotowanej esencji dolewają wrzącej wody z samowara.

Znaczenie herbaty w kulturze Japonii najlepiej scharakteryzował erudyta i esteta Okakura Kakuzo (1862–1913). W swej *Księdze herbaty*, wydanej w 1906 roku, pisał między innymi: „Cha-izm — herbatyzm — jest kultem opartym na adoracji piękna istniejącego pośród przyziemnych realiów codziennej egzystencji. Zaszczepia on umiłowanie czystości i harmonii, sekretu wzajemnego miłosierdzia, uroku ładu społecznego. Herbata jest czymś więcej niż idealizacją formy picia, jest to religia sztuki życia”.

Wpłynęło 26.03.2007

Roman Karczmarczyk jest emerytowanym nauczycielem.

OWADY W JADŁOSPISIE CZŁOWIEKA

Owady w wielu miejscach na świecie stanowią jedno z ważniejszych źródeł białka zwierzęcego. Trudno to sobie wyobrazić, szczególnie ludziom z krajów wysoko rozwiniętych, gdzie nie ma większych problemów ze zdobyciem dowolnego rodzaju pokarmu, co więcej, występuje on nawet w nadmiarze. Większość z nas ma świadomość korzyści wynikających z obecności owadów w przyrodzie, ich udziału w zapyłaniu roślin, produkcji miodu, roli w procesie obiegu materii, a nawet wykorzystywaniu ich w nowoczesnych metodach ochrony roślin, jednak wizja tłustych larw na talerzu przyprawionych zmielonym karaczanem powoduje automatycznie uczucie całkowitego obrzydzenia. Warto jednak uświadomić sobie, że blisko 80% ludzi na Ziemi okresowo lub przez cały czas owady traktuje jako integralny składnik diety. Oczywiście nie wynika to z wyrafinowanych upodobań, chociaż w pewnych przypadkach i taki element może być brany pod uwagę, a głównie z niedoborów innego źródła białka. Stwierdzono, że w niektórych regionach świata, szczególnie wśród biednej części społeczeństwa, proteiny pochodzenia owadziego stanowią średnio rocznie od 5–7% całkowitej masy spożywanych białek. Okresowo, w czasie drastycznych niedoborów innych pokarmów (ryb, ptactwa, dziczyzny) udział ten może wzrastać nawet do 80%. Taki stan stwierdzono np. wśród meksykańskich Indian ze stanu Oaxaca. Ludność regionów tropikalnych, o gorącym klimacie, ze względu na większą różnorodność oraz często masowe występowanie owadów, częściej sięga do owadziej spizarni.

Do tej pory stwierdzono, że blisko 1500 gatunków owadów zostało włączonych do jadłospisu człowieka. Pod względem systematycznym należą one do 9 rzędów. Najczęściej spożywanymi są prostoskrzydłe (*Orthoptera*), termyty (*Isoptera*), błonkówki (*Hymenoptera*), chrząszcze (*Coleoptera*), motyle (*Lepidoptera*), ważki (*Odonata*), chrzączki (*Trichoptera*), muchówki (*Diptera*) i pluskwiaki równoskrzydłe (*Homoptera*). Znane są również sporadyczne doniesienia o zjedaniu przedstawicieli innych rzędów. Tak naprawdę trudno dokładnie oszacować liczbę owadziego rarytasów, ponieważ poszczególne gatunki stanowią często lokalne przysmaki, różnie nazywane przez autochtoniczną ludność, wielokrotnie spożywane w stadium uniemożliwiającym dokładną identyfikację. Znane są również przykłady ukrywania przyrządzanych owadziego potraw przed obcymi, szczególnie wśród izolowanych grup etnicznych. Dokładna obserwacja brazylijskich Indian Yanomami wykazała, że żywią się oni aż 8 gatunkami os i 10 gatunkami mrówek, podczas gdy wcześniejsze doniesienia mówiły tylko o samym fakcie uwzględniania tego pokarmu w diecie. Stąd należy spodziewać się znacznego rozszerzenia dotychczasowej listy jadalnych owadów.

Pod względem kaloryczności, zawartości protein, czy żelaza, owady wielokrotnie przewyższają wołowinę, drób, wieprzowinę i ryby (tab. 1). Ponadto mają bardzo niską zawartość tłuszczu oraz cholesterolu. Owady spożywane są w każdym stadium rozwoju. Jaja i larwy zawierają znacznie

mniej chityny, są bardziej miękkie i delikatne, w przeciwieństwie do osobników dorosłych, których twarde odnóża i błoniaste skrzydła są zwykle odrywane przed spożyciem. Sama chityna nie jest, co prawda, trawiona przez soki trawienne człowieka, stanowi natomiast swoisty wypełniacz, spełniający podobną rolę jak błonnik w odpowiednich dietach. Sposób przyrządzania dań owadziego zależy od zwyczajów, upodobań oraz rodzaju owadów. Znane są przykłady zjedania owadów surowych, gotowanych, pieczonych nad ogniem, smażonych na głębokim tłuszczu, wędzonych, duszonych, suszonych, a nawet mielonych. Co więcej, zauważono, że owady stanowią częstszy składnik diety dzieci i kobiet niż mężczyźni. Poniekąd wynika to z uwarunkowań kulturowych, gdzie silny mężczyzna, myśliwy powinien żywić się mięsem upolowanych zwierząt. Kobiety i dzieci więcej czasu spędzają na drobnych czynnościach w ciągu dnia, między innymi poszukiwaniu drewna, odchodów na opał, noszeniu wody, zbieractwie, a to z kolei zwiększa szanse na znalezienie owadów, stanowiących dodatkową „przekąskę” w czasie dnia. Wśród niektórych plemion w Nigerii zjedanie pewnych owadów stanowi swoistego rodzaju tabu, uważane jest zwłaszcza wśród mężczyzn za oznakę zdziecinnienia.

Tab. 1. Porównanie wartości odżywczych owadziego rarytasów z tradycyjnymi pokarmami mięsnymi w 100 g masy.

Pokarm	Energia (Kcal)	Białko (g)	Żelazo (mg)	Tiamina (mg)	Ryboflawina (mg)	Niacyna
Termyty <i>Macrotermes subhyalinus</i>	613	14,2	0,75	0,13	1,15	0,95
Gąsienice <i>Usata tersichore</i>	370	28,2	35,5	3,67	1,91	5,2
Pędraki <i>Rhynchophorus phoenicis</i>	562	6,7	13,1	3,02	2,24	7,8
Wołowina	219	27,4	3,5	0,09	0,23	6,0
Ryby	170	28,5	1,0	0,08	0,11	3,0

Na początek szarańcza

Wytyczne, co do rodzaju owadów, które można spożywać, znajdują się nawet w Biblii. Autor Księgi Kapłańskiej pisze: „[...] Ale będziecie jeść spośród czworonożnych latających owadów tylko te, których [tylne] kończyny wystają ponad nogami [przednimi], aby skakać na nich po ziemi. Następujące spośród nich możecie jeść: wszelkie gatunki szarańczy, wszelkie gatunki soleam, wszelkie gatunki chargol i wszelkie gatunki chagab.” I chociaż dziwić może „czworonożność” owadów, to już precyzja, z jaką określone zostały jadalne grupy szarańczaków, wydaje się nadrabiać tą drobną nieściślość. W końcu Biblia to nie podręcznik zoologii. Występującą często masowo szarańczę zbiera się, smaży, dorosłym osobnikom odrywa się skrzydła i odnóża, a następnie zjada. Smakosze porównują jej smak do chipsów o smaku bekonowym. W Afryce dzieci w cza-



Ryc. 1. Szarańczaki bardzo często goszczą w kuchni człowieka.
Fot. Rafał Garlacz

sie wypasu bydła nanizują dorosłe osobniki na długie i sztywne trawy, które następnie są suszone i mielone na mąkę po to, aby w końcu dodać je do specjalnie wypiekanych podpłomyków. Podobnie dużą popularnością cieszą się pieczone na głębokim tłuszczu koniki polne. Specjały takie nazywane *chapulines* są niemal tradycyjnym produktem regionalnym w meksykańskim stanie Oaxaca. Posortowane według wielkości i ułożone w ogromne stosy owady, czekają na nabywców na lokalnych targach. Smażenie sprawia, że chityna staje się krucha, przez co nie ma konieczności odrywania nóg przed konsumpcją, a ostre papryczki i czosnek dodawane do smażenia poprawiają smak potrawy. Podobny efekt można uzyskać (co zresztą sporadycznie się zdarza) smażąc nasze rodzime koniki polne. W każdym przypadku należy zadbać jednak o odpowiedni czas przygotowywania owadów, gdyż niestety wiele z nich jest nosicielami larw tasiemców oraz nicieni, dla których człowiek może stać się żywicielem przygodnym.

Mrówki zamiast popcornu

Neotropikalne mrówki grzybiarki z rodzaju *Atta* znane są nie tylko ze swojej niezwykle ciekawej biologii i własnych upraw grzybów w gniazdach. Ten aspekt ich życia w tropikach przysparza im chyba więcej wrogów, gdyż



Ryc. 2. Sprzedawane na targach w Meksyku smażone koniki polne (*chapulines*). Fot. Rafał Garlacz

sprawnie działająca kolonia może skutecznie obniżyć plon roślin hodowanych przez człowieka. W czasie rójki, kiedy setki tysięcy uskrzydłych osobników płciowych wylatują z gniazda, stają się darmową manną, którą trzeba tylko zebrać i odpowiednio przygotować. Sam proces wcale nie jest ani krótki ani przyjemny, szczególnie dla owadów. Najpierw bowiem mrówkom odrywa się skrzydła i odnóża, następnie wrzuca się je do roztworu soli. Po takiej kąpeli, ciągle jeszcze żywe, pieczone są na ogniu w glinianych naczyniach. Pokarm ten jest bardzo ceniony w społeczeństwach Ameryki Południowej i Meksyku. Indianie z plemienia Guanés uważają je za afrodyzjak i specyfik gwarantujący długowieczność. Społeczność ta nazywa je *copricó*, co oznacza „pokarm ślubny”. W wielu regionach Kolumbii spożycie mrówek pozostaje na porządku dziennym, są one nawet sprzedawane pod nazwą *hormiga culona* zamiast popcornu w kinach i na ulicy. Przez smakoszy smak pieczonych mrówek stawiany jest na równi z kawiozem czy trufkami, o gustach jednak trudno dyskutować. Oprócz dorosłych osobników zbierane są mrówcze jaja i pod różnymi postaciami serwowane w zupach i deserach. Znane są także przykłady przyrządzania mrówczych nalewek. Tutaj niestety mrówki zgubiła ich własna broń, tj. kwas mrówkowy, któremu przypisuje się właściwości lecznicze.



Ryc. 3. Termity zbierane w czasie rójki w celach konsumpcyjnych.
Fot. Janusz Wojtusiak

Równie często jak mrówki zbierane są również termity, które na początku pory deszczowej, szczególnie w Afryce, rozpoczynają masową rójkę. Wśród wielu grup etnicznych przywilejem jest możliwość zjedzenia tłustej królowej, którą trzeba uprzednio wydobyć z termiery. Rozbicie jej wymaga użycia ciężkich narzędzi, a kopiący narażony jest na ataki żołnierzy zaciekle broniących całej kolonii przed intruzami.

Samobieźna parówka

Prawdziwym przysmakiem i rarytasem, szczególnie wśród dzieci, są ogromne larwy chrząszczy z rodzaju *Rhynchophorus*. Białe, miękkie larwy, o długości około 10 cm i grubości parówki, przyrządzane są na wiele sposobów lub często zjadane na surowo. Żyją w kłodzinach palm tropikalnej części Ameryki Południowej i Azji. W tym przypadku można mówić wręcz o hodowli tych zwierząt w celach konsumpcyjnych. Palmy bowiem ścina się specjalnie i zostawia w lesie na okres około 3 miesięcy. Po tym czasie

wydłubuje się dorodne larwy, których w jednej roślinie może być nawet do 5 kilogramów. Cykl koczowniczy niektórych plemion uzależniony jest od terminu ścięcia palm w danym obszarze lasu i następnie powrotu w to samo miejsce w celu zebrania plonu. W Meksyku dużą popularnością cieszą się również żyjące na agawach larwy *maguety*. W wielu miejscach można je kupić ponabijane na długie wykałaczki i usmażone na gorących węglach. Larwy te dodawane są również do butelki tequili lub mezcalu, gdyż Meksykanie uważają, że larwa żyjąca całe życie na agawie powinna towarzyszyć alkoholowi wytwarzanemu z tej rośliny.



Ryc. 4. Tłuste larwy chrząszczy – amazoński przysmak.
Fot. Beata Pawlikowska

Trudno wyobrazić sobie kojarzone zwykle z kwieciastą łąką i kwiatami motyle w wersji kulinarnej. Faktycznie, osobniki dorosłe nie są spożywane ze względu na duże skrzydła oraz łuski pokrywające całe ciało. Gąsienice nie uszły jednak uwadze człowieka. Cenione są szczególnie te duże, należące do gatunków z rodziny zawisakowatych (*Sphingidae*), pawicowatych (*Saturniidae*), czy trociniarkowatych (*Cossidae*). Ważną rzeczą jest, aby larwy były nagie, bez kłujących włosków oraz nietrujące, gdyż w przeciwnym razie zamiast podtrzymywać życie, spożyte w nadmiarze mogłyby je bardzo szybko skrócić. Aborygeni w Australii znaleźli także sposób na odżywianie się dorosłymi ćmami. Jadalny gatunek należy do rodziny sówkowatych (*Noctuidae*). Osobniki gromadzą się w ogromnych ilościach na skałach, skąd są zbierane. Pod ścianą rozpala się ognisko po to, aby opalić skrzydła tych owadów, następnie tuszki obtacza się w popiele, aby pozbyć się uciążliwych łusek i odrywa głowę. Tak przygotowane ćmy w formie upieczonych skwarków nadają się do konsumpcji.

Spośród innych grup owadów słynących ze smacznych larw należy wspomnieć o chrzączkach wyciąganych w Kolumbii z domków i zjadanych na surowo, czy larwach os, które były przysmakiem cesarza Japonii (zresztą ciągle można je kupić; są gotowane w cukrze i sosie sojowym, a następnie puszkiwane).

Dla prawdziwych twardzieli

Są grupy owadów, których już sama nazwa powoduje u większości osób co najmniej grymas obrzydzenia. Karaczany to organizmy powszechnie uważane za stworzenia odrażające, żyjące w brudzie i odpowiedzialne za roznoszenie chorób. Mówienie o nich w aspekcie kulinarnym jest raczej igraniem z poczuciem naszej estetyki. Trzeba jednak powiedzieć, że owady te były w przeszłości mielone i używane jako przyprawa, i to w słynącej ze świetnej kuchni Francji. Wymyślono nawet sposób na usuwanie szkodliwych substancji z ich skrzydeł, poprzez moczenie owadów w wodzie z sokiem cytryny. Kolejnym przykładem mogą być gzy, których larwy wycinane były przez dzieci Eskimosów ze skóry zwierząt domowych. Straszliwy głód i ekstremalne warunki życia zmuszały również więźniów w rosyjskich łagrach do zbierania z odzieży wszy i wrzucania ich do gorącej zupy w celu zabicia wszelkich drobnoustrojów przez nie przenoszonych. Pośrednio i mucha znalazła swoje miejsce w diecie człowieka. O ile same osobniki dorosłe nie są w żaden sposób atrakcyjne, o tyle larwy to czysta bomba proteinowa, na szczęście używana tylko do skarmiania trzody lub drobiu. Z kolei mięso tych zwierząt, cieszy się dużym powodzeniem wśród ludzi, mimo że jest ono jednak w sporej części pochodzenia owadziego. Niektórzy twierdzą nawet, że każdy nietrujący owad, nadaje się na pokarm dla z natury wszystkożernego człowieka.

Hiszpańska mucha

Owady spożywane są nie tylko ze względu na zawarte w nich białko i tłuszcze. Chrząszcze z rodziny majkowatych (*Meloidae*) wydzielają silną truciznę o nazwie kantarydyna, która podawana w niewielkich ilościach ma działanie pobudzające. Najślawniejszy owad z tej rodziny został nazwany muchą hiszpańską i był zjadany przez osoby szukające głębszych doznań erotycznych. Wiadomo, że Madame de Pompadour podawała tego owada Ludwikowi XV, a Markiz de Sade trafił nawet do więzienia, po podaniu dwóm prostytutkom zbyt dużej dawki, co w konsekwencji doprowadziło do ich śmierci. Znane są z przeszłości receptury przygotowywania silnej trucizny ze sproszkowanych chrząszczy tego gatunku, którą nazywano *aqua tofana*.

Amerykańscy naukowcy wykazali, że owady są zjadane przez niemal wszystkich ludzi, również tych z krajów wysokorozwiniętych. Obliczyli oni, że przeciętnie pod różnymi postaciami każdy z nas zjada od 0,5–1 kg owadów rocznie. Znajdują się one w owocach, warzywach, zbożach, kukurydzy, ryżu, grzybach, często towarzyszą gotowym produktom typu mąka, kasza, przeciera i soki. Oczywiście taka konsumpcja jest całkowicie niezamierzona i nieświadoma, niemniej jednak fakt ten powinien zagościć w naszej świadomości. Któż jednak chciałby świadomie z tego powodu odmawiać sobie soczystych wiśni czy malin? Przed zjedzeniem wolimy raczej nie zaglądać do wnętrza owocu niż zrezygnować z przysmaku. Odżywa się w nas również próżność i chęć zdobycia oryginalnych wrażeń, lub po prostu ciekawość. Stąd coraz częściej stają się dostępne mrów-

kowe lizaki, czekolady i dżemy, larwy w słoikach i puszkach, czy różnego rodzaju miłosne specyfiki, szczególnie łatwe do zdobycia w sklepach internetowych obok tak ekscentrycznych produktów jak jadalne karmelowe stringi i ryżowe majtki. Czyżby nasza kultura zaczęła powoli zataczać krąg? Jakkolwiek nie podchodzilibyśmy do żywieniowych i kulinarnych wartości owadów, należy pamiętać,

że to ciągle przede wszystkim głód i bieda zmuszają ludzi do sięgania po tego typu pokarmy.

Wpłynęło 17.04.2007

Dr Rafał Garlacz jest pracownikiem Muzeum Zoologicznego Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie.
e-mail: rafal.garlacz@uj.edu.pl

ARTYKUŁY INFORMACYJNE

Eugeniusz KOŚMICKI (Poznań)

KARL FOERSTER JAKO KLASYK UPRAWY BYLIN W NIEMCZECH I W EUROPIE



Ryc. 1. Karl Foerster (1874–1970)

Karl Foerster (1874–1970) stanowi obecnie postać omalże legendarną w Niemczech. Należał on niewątpliwie do najwybitniejszych hodowców bylin i autorów książek botaniczno-ogrodniczych. Urodził się on w Berlinie, a jego ojciec był poważanym naukowcem — kierownikiem planetarium, a także rektorem Uniwersytetu Friedricha Wilhelma. Wychowany był w podziwie dla kultury klasycznej, a także dla ówczesnych osiągnięć muzyki, literatury i nauki. Już w dzieciństwie zainteresował się bylinami i ich możliwościami uprawy. W roku 1903 założył — po ukończeniu szkół ogrodniczych i pobycie w wielu ogrodnictwach niemieckich — własne ogrodnictwo z bylinami w Berlinie — Westendzie. Jednakże już w 1910 roku przeniósł się do Potsdamu-Bornim, gdzie stworzył od podstaw na 5000 m² swoje słynne ogrodnictwo, które jest zachowane do dzisiaj. Szybko też podjął działalność pisarską jako jeden z pierwszych w Niemczech autorów książek botaniczno-ogrodniczych. Już w 1911 roku opublikował swoją pierwszą książkę „Mrozoodpome kwitnące byliny i krzewy współczesne”, a w roku 1920 ukazało się po raz pierwszy założone przez niego czasopismo ogrodnicze „Gartenschönheit” („Piękno ogrodów”). Na początku lat trzydziestych pojawiły się też pierwsze wyhodowane przez K. Foerstera odmiany ostró-

zek, floksów, astrów i traw. W roku 1935 K. Foerster razem z architektami ogrodowymi Hermannem Maternem i Hertą Hammerbacher założyli sławną Wspólnotę Pracy „Gartengestaltung in Bornim” („Kształtowanie ogrodów w Bornim”), która wywarła ogromny wpływ na rozwój sztuki ogrodniczej i architekturę ogrodową w Niemczech i w całej Europie. W roku 1941 został otwarty — z jego inicjatywy — publiczny ogród z uprawianymi bylinami na Potsdamskiej Wyspie Przyjaźni. Pod koniec życia, a żył bardzo długo, bo 96 lat, spotkały go liczne zaszczyty. W 1950 roku otrzymał honorowy doktorat na Uniwersytecie Humboldta w Berlinie, w 1959 roku został honorowym obywatelem miasta Potsdam, a w 1964 mianowany został profesorem na Uniwersytecie Humboldta. W ten sposób już za życia został odpowiednio uhonorowany K. Foerster jako wielki hodowca bylin, twórca wielu nowych odmian i pisarz ogrodnicy, który świadomie nawiązywał — w swojej pracy — do niemieckiego romantyzmu.

Do najważniejszych prac K. Foerstera należy niewątpliwie książka „Niebieski skarb ogrodów”, która łączy jego głęboką wiedzę w zakresie uprawy roślin (szczególnie bylin) z głęboko humanistycznymi i poetyckimi spojrzeniami na świat¹. W książce tej — opublikowanej w okresie panowania narodowego socjalizmu — podkreślał konieczność rozwoju przyjaźni pomiędzy wszystkimi ludźmi, którzy zainteresowani byli niebieskimi kwiatami, kwitnącymi od przedwiośnia aż do późnej jesieni. W przedmowie do książki „Niebieski skarb ogrodów” podkreślał K. Foerster, że jego praca — po upływie jednego pokolenia — wymagać będzie wzbogacenia i rozszerzenia na podstawie najnowszego stanu wiedzy. Tej trudnej pracy nad „odświeżeniem” klasycznej już pracy K. Foerstera podjął się prof. Norbert Kühn przy współpracy Christiana Meyera, Konrada Näsera, a także Christiny i Tomasa Tam-

¹ Por. K. Foerster, *Bauer Schatz der Gärten*, Leipzig, 1941, Verlag Philipp Redam jun. Podstawą obecnego wydania jest drugie wydanie tej książki z 1953 roku. Por. K. Foerster, *Blauer Schatz der Gärten*, 2. Aufl., Redebeul, 1953, Neumann Verlag.

bergów¹. Nowe wydanie książki „Niebieski skarb ogrodów” opiera się na drugim wydaniu z 1953 roku. Zawiera — w zasadzie — wszystkie teksty, które opracował sam K. Foerster. Przy tym oryginalne teksty nie zostały poprawione, ale uzupełnione przez uwagi aktualizujące ich treść. W czwartym wydaniu zostały dołączone nowe teksty, które ukazują najnowsze tendencje rozwojowe w zakresie uprawy niebiesko kwitnących roślin, szczególnie bylin. Zostały one opracowane przez wybitnych znawców dorobku naukowego i ogrodniczego K. Foerstera. Szczególne zasługi w utrzymaniu dziedzictwa H. Foerstera, szczególnie jego odmian, poniósł K. Näser. Obecnie istnieje Fundacja Karla Foerstera w zakresie stosowanej uprawy roślin (*Karl-Foerster-Stiftung für angewandte Vegetationskunde*), która zajmuje się popularyzacją życia i jego osiągnięć, a także osób skupionych wokół niego oraz propagowaniem upraw bylin w Niemczech.



Ryc. 2. Okładka nowowydanej książki Karla Foerstera „Blauer Schatz der Gärten”

Teksty napisane przez K. Foerstera wydrukowane są na papierze żółtym, natomiast teksty współczesnych autorów na białym papierze. Jak to podkreślał sam K. Foerster niebieska barwa jest cudowną rzeczą w przyrodzie, sztuce, a także kwiatach ogrodniczych, gdyż oddaje ona całe piękno świata Ziemi z niebem i morzem, krajobrazem górzystym i wodami, które mają najczęściej niebieską barwę. Przy tym zainteresowanie barwą niebieską nie jest wcale zbyt odległe w historii ludzkości. Tylko Japończycy mają dłuższą tradycję w tym zakresie. W ujęciu K. Foerstera barwa niebieska powinna być dominująca w ogrodzie począwszy od wiosny do późnej jesieni². Przy tym Olimp niebieskiej barwy osiągnęła ostróżka (niem. *Rittersporn*), która zawiera najbardziej szlachetne odcienie tej barwy. Do niebiesko-kwitnących roślin drzewiastych zalicza K. Foerster powojnik *Clematis*, hortensję, młtkię *Moltkia petrea*, a także — z pewnymi zastrzeżeniami — budleję. W ujęciu K.

Foerstera znanych jest w uprawie 150 gatunków bylin kwitnących na niebiesko i 50 gatunków roślin cebulowych i kłączowych. Do wspaniałych bylin kwitnących niebiesko zalicza K. Foerster ponadto kosańce (popularne irysy), a także lubiny.



Ryc. 3. Sztuczne ostróżki z grupy *Elatum* wyhodowane przez K. Foerstera; wg Karl Foerster, *Blauer Schatz der Gärten*, str. 39. 1 — ‘Azurriese’; 2 — ‘Perlmutterbaum’; 3 — ‘Tropennacht’

Najwięcej uwagi poświęcił jednak K. Foerster ostróżkom, które są dla niego prawdziwym skarbem ogrodów. „Niebieski kwiat” nie jest wprawdzie wynalazkiem K. Foerstera, ale niemieccy poeci romantyzmu uczynili go symbolem poezji. Stał się dla nich symbolem tęsknoty i poszukiwania wewnętrznego szczęścia. Dla Foerstera właśnie barwa niebieska stanowi najważniejszą barwę. Stąd też nie jest niespodzianką, że w swojej pracy hodowlanej najważniejsze znaczenie przypisywał on właśnie ostróżkom. W jego przekonaniu właśnie „ostróżka jest przeznaczona do tego, aby zająć tron królewski niebieskiej barwy w ogrodzie”³. J. Dahl stawia następujące pytanie: „Jaka jest najpiękniejsza barwa niebieska w ogrodzie?” Na pytanie to odpowiada, że są nimi zapewne odmiany ostróżek *Delphinium* Karla Foerstera ‘Finsterahorn’ i ‘Sommernachtstraum’ obie odmiany w głębokiej, niebieskiej barwie goryczkowej⁴. Obecnie wyróżnia się wśród ostróżki ogrodowej *Delphinium cultorum* Voss, syn. *D. Hybridum hort*, przynajmniej trzy podstawowe grupy: Grupa Belladonna, Grupa Elatum i Grupa Pacific. Ostatnio pojawiły się jednak nowe odmiany i mieszańce międzygrupowe i mieszańce

¹ Zob. K. Foerster, *Blauer Schatz der Gärten* Mit 14 Farbtafeln von Esther Niedermeyer – Bartning und Illustrationen von Kurt Schutz. 4. Aufl., Herausgegeben und neu bearbeitet von Norbert Kühn unter Mitarbeit von Christian Meyer, Konrad Näser, Christina und Tomas Tamberg, Stuttgart (Hohenheim), 2006, Eugen Ulmer KG, ss. 192, ISBN – 10: 3–8001–4725–4. Do innych znanych książek K. Foerstera zaliczamy: K. Foerster, *Von Blütengarten der Zukunft* (Kwitający ogród przyszłości), Starnberg, 1942, Specht; K. Foerster, *Neuer Glanz des Gartenjahres* (Nowy połysk roku ogrodniczego), Radebeul, 1952, Neumann Verlag; K. Foerster, *Es wird durchgeblüht. Thema mit Variationen* (Przekwita. Temat z różnymi możliwościami), Berlin, 1968, Unia Verlag.

² W roku 2007 ukaże się książka Helgi Urban o niebieskokwitnących roślinach w ogrodach. Por. H. Urban, *Taschenatlas. Blaue Pflanzen für dem Garten*, Stuttgart (Hohenheim), 2007, Eugen Ulmer KG.

³ Por. K. Foerster, *Es wird durchgeblüht. Thema mit Variationen*. Berlin, 1968, s. 105.

⁴ J. Dahl, *Der neugierige Gärtner*, Waltrop und Leipzig, 2002, s. 79.

heterozyjne¹. Sam K. Foerster zajmował się przede wszystkim Grupą Elatum oraz Grupą Belladonna. Właściwym „ojcem” Grupy Elatum pozostaje gatunek botaniczny *Dephium elatum* występujący w Alpach, Sudetach i Pirenejach oraz na Syberii i Azji Środkowej. Przy tworzeniu nowych odmian K. Foerster wykorzystywał także inne gatunki: *D. huetianum*, *D. grandiflorum* czy *D. tatsienense*. Można mówić tutaj o ostróżce w typie K. Foerстера. Cechy charakterystyczne to: (1) barwa kwiatów, która powinna być w zasadzie czysto niebieska (choć nie odrzucał białej); (2) sylwetka i forma wzrostu — charakterystyczne było odrzucenie nadmiaru liści i zbyt krótkiej łodygi z kwiatami; (3) ważną cechą była stabilność i odporność na wiatr; (4) istotną cechą był także brak groźnej choroby — mączniaka; (5) ważny był także harmonijny podział kwiatów na łodydze; (6) możliwość drugiego kwitnienia jesienią (po przycięciu roślin). K. Foerster podkreślał także duże możliwości wykorzystania ostróżek w ogrodach, zwłaszcza na rabatach razem z fiksami. Ogólnie szacował sam K. Foerster liczbę odmian wszystkich ostróżek na 200–300.



Ryc. 4. Ulubiona niebieska roślina K. Foerстера *Ipomea purourea*; wg Karl Foerster, *Blauer Schatz der Gärten*, str. 121

Podstawowy problem stanowi obecny stan ostróżek po ponad 36 latach od śmierci K. Foerстера i 80 lat po ich powstaniu. Na pytanie to odpowiada w swoim artykule wybitny znawca dziedzictwa K. Foerстера — Konrad Näser². Stwierdza on, że wiele odmian, nawet ulubionych przez samego Foerстера, rozmnażane były (są) przez podział roślin macierzystych, co wywoływało także procesy starzenia. Uważa się, że K. Foerster osobiście był twórcą 82 odmian ostróżek, które były przedmiotem sprzedaży (a więc znalazły się poza ogrodnictwem K. Foerстера). Obecnie dostęp-

nych jest jeszcze około 30 odmian Foerстера — należących do Grupy Elatum, z tego 22 odmiany są bardzo rozpowszechnione i można je zakupić bez większych trudności. Natomiast z Grupy Belladonna dostępna jest tylko jedna odmiana Foerстера ‘Kleine Nachtmusik’ — delikatna, ciemnoniliowa ostróżka. Niestety zanikła niedawno odmiana ‘Arnold Böcklin’, którą bardzo wysoko cenił sam jej twórca. Wśród ostróżek Foerстера wyróżnia się odmiany z wczesnym czasem kwitnienia (od początku czerwca, a nawet końca maja), odmiany ze średnim czasem kwitnienia, a także odmiany późne (koniec czerwca do początku lipca). Wśród pierwszej grupy wymienia się najczęściej odmiany ‘Berghimmel’, ‘Blauwal’, ‘Ouverture’, ‘Tempelgong’, a z drugiej grupy: ‘Ariel’, ‘Finsteraarhorn’, ‘Jubelruf’, ‘Malvine’, ‘Perlmutterbaum’, ‘Sternnacht’, ‘Tropennacht’, natomiast z ostatniej grupy ‘Abgesang’, ‘Klingsor’, ‘Rosenquarz’.

Jest oczywiste, że nowe odmiany ostróżek pojawiają się także po śmierci K. Foerстера w 1970 roku. Były one rozwijane w jego własnym ogrodnictwie (także po jego upaństwowieniu). Szczególnie znaczenie uzyskały tutaj odmiany z Grupy Belladonna (‘Atlantis’, ‘Ballkleid’). Bardzo aktywny był tutaj także A. Weinreich, twórca niskiej odmiany ‘Piccolo’ (niebieska barwa gorczykowa z białym „oczkiem” w środku pojedynczego kwiatu). Także znane w ogrodnictwo Odenwälder Pflanzenkulturen Kayser und Seibert (Rossdorf koło Darmstadtu) wprowadziło do ogrodów nowe odmiany w latach 1960 do 1980 (do najbardziej znanych zaliczamy ‘Lanzenträger’ i ‘Sommernachtsraum’). Twórcami nowych odmian ostróżek byli także — w Niemczech — Heinz Klose (m.in. odmiana ‘Blaustrahl’ i ‘Waldenburg’) i G. Fuss (z Königslutter). W Niemczech rozwinął się tzw. środkowoeuropejski typ ostróżek, który wyraźnie różni się od tendencji rozwojowych dominujących w Stanach Zjednoczonych i w Wielkiej Brytanii³. Ostróżka w tych krajach nie jest traktowana jako roślina rabatowa, ale jest obiektem kolekcjonowania i współzawodnictwa na różnych wystawach. Odmiany te posiadają duże pełne kwiaty i mają różne barwy. W USA ukształtowała się tzw. Grupa Pacific. Ostróżki tego typu przeznaczone są głównie na kwiaty cięte, rosną one bardzo szybko, rozmnażane są przez nasiona i są zazwyczaj roślinami krótkożyjącymi. Niektóre odmiany z Grupy Pacific znalazły jednak swoich miłośników także w Europie (są one wysokie 160 do 180 cm). Ostatnio popularne stały się niższe formy Grupy Pacific, rozprowadzane pod nazwą ‘Magic Fountains’ i ‘Clear Spring’.

K. Foerster popierał także inne rośliny mające barwy niebieskie. Szczególnie chodziło mu o goździki bylinowe z niebieskimi poduszkami, niebieskie trawy, a także drobne byliny z niebieskim ulistnieniem (zwłaszcza rozchodniki).

¹ Por. S. Szczepaniak, A. Lisiecka, *Byliny ozdobne* Poznań, 2006, Wydawnictwo Akademii Rolniczej im. A. Cieszkowskiego w Poznaniu, s. 20.

² K. Näser, *Die Rittersporn – Züchtung nach Foester*, w: K. Foester, *Blauer Schatz der Gärten*, op. cit., s. 109–112.

³ Znany autor książek ogrodniczych M. Haberer wymienia jako zalecane w Niemczech następujące odmiany ‘Atlantis’ (130 cm, fioletowa z białym „oczkiem”), ‘Völkerfrieden’ (100 cm, barwa lazurowo-niebieska), a także ‘Azurriese’ (170 cm lazurowo-niebieska), ‘Berghimmel’ (180 cm jasnoniebieska), ‘Sommernachtstraum’ (ciemnoniebieska). Dwie pierwsze odmiany należą do Grupy Belladonna, a pozostałe do Grupy Elatum. Por. M. Haberer, *Garten – und Zimmerpflanzen Über 1200 Pflanzenporträts für Haus, Garten, Terrasse, Stuttgart (Hohenheim)*, 2006, s. 240–241. Także autorzy polscy wymieniają ostróżki Foerстера i tzw. ostróżkę środkowoeuropejską jako godne uprawy w ogrodach. Por. J. Marcikowski, *Byliny ogrodowe – produkcja i zastosowanie*, Warszawa, 1991, s. 228–229.

K. Foerster rozważał najczęściej kwitnące niebiesko rośliny w kategoriach pór roku: przedwiosnie, wiosna, wczesne lato i lato, czy jesień kwitnąco długo rośliny jednoroczne (do najpiękniejszych zaliczał tutaj wilce). Jako szczególnie piękne rośliny — kwitnące w pięknej niebieskiej barwie — wymieniał on także goryczki. Zajmował się szczególnie pięknymi roślinami kwitającymi w okresie letnim i jesiennym. Przy tym większość tych ostatnich roślin pochodziła z Chin lub Meksyku. W okresie przedwiosnym kwitną przede wszystkim drobne rośliny cebulowe i kłączowe. Należą tutaj szczególnie cebulice: *Scilla siberica* i *S. mischtschenkoana*, krokusy, zawilce, przyłasczki czy fiołki. Tworzą one duże dywany, zwłaszcza pod starymi drzewami. Także w okresie późniejszym pojawia się wiele pięknych kwiatów m.in. *Synthyris stellata*, płucnice *Pulmonaria*, śnieżniki *Chionodoxa luciliae* i *Ch. sardensis*, a także liczne gatunki i odmiany szafirków, sasaneł, uludek *Omphalodes verna* czy pierwiosnków. Później kwitną liczne gatunki przetaczników, a także charakterystyczne fiołki rogate. W okresie lata pojawia się wiele roślin kwitających niebiesko: farbownik lazurkowy *Anchusa azurea*, niebiesko kwitnące penstemony, czy lny. Jako ważną i pełną tajemnicę bylinę określa K. Foerster trzykrotkę wirginijską *Tradescantia x anderssoniana*, która kwitnie w różnych kolorach. Wiele uwagi poświęcał K. Foerster wskazanym już goryczkom, które zazwyczaj posiadają piękne niebieskie kwiaty. Dużą wagę przywiązywał on zarówno do goryczek wysokich, ale także średnich i niskich. Jako najpiękniejsze goryczki wiosenne wymieniał takie gatunki jak: *Gentiana angulosa*, *G. clusii* czy *G. acaulis*, które traktował jako „niebieskie klejnoty”. Wiele uwagi poświęcał on także goryczce trojeściowej *G. asclepiadea* kwitnącej wczesną jesienią i goryczce chińskiej *G. sino-ornata*, kwitnącej późną jesienią. Do innych ciekawych roślin kwitających w kolorze niebieskim zaliczał K. Foerster chińską bylinę *Cerastigma plumbaginoides*, szalwie *Salvia patens* czy *Salvia azurea*, a także dzwonek karpacki (był twórcą kilku ciekawych odmian tych ostatnich m.in. ‘Karpatenkrone’).

Na zainteresowanie zasługują także artykuły opracowane przez współczesnych autorów. Dotyczą one głównie nowych gatunków i odmian niebieskich bylin, a także samej osoby i historycznej oceny działalności K. Foerstera. Na uwagę zasługują artykuły o niebiesko kwitnących roślinach z rodziny Boraginaceae — należą tutaj ciekawe i bardzo piękne gatunki płucnic *Pulmonaria*, mertensja *Mertensia virginica*, uludka kapadocka *Omphalodes cappadocica* z odmianą ‘Starry Eyes’, a także kaukaska niezapominajka (z odmianami z barwnymi liśćmi). W ogrodach współczesnych nie może też zabraknąć pięknie kwitnących gatunków i odmian kosaćców (inaczej popularnych irysów). Ostatnio otrzymano wiele pięknych odmian tych roślin, także w pięknej barwie niebieskiej, ale także w całej paletce barw.

W ogrodzie współczesnym nie można zapominać o bardzo popularnych bodziszkach, które w czasach K. Foerstera nie były jeszcze dostatecznie znane jako rośliny

ozdobne. Należy tutaj niewątpliwie wiele ciekawych kwitnących niebiesko gatunków i odmian: *Geranium x magnificum*, *G. himalayense* ‘Gravetye’ i ‘Johnson’s Blue’. Ciekawe odmiany posiada także bodziszek Renarda: ‘Philippe Vapelle’ i ‘Terre Franche’. Do ważnych bodziszek należą odmiany znanych powszechnie bodziszka leśnego, łąkowego czy bodziszka Własowa. Pojawiają się obecnie nowe odmiany bodziszek np. kwitnąca wiele miesięcy ‘Rozanne’. Piękną niebieską barwą charakteryzują się także szalwie, szczególnie popularne są odmiany szalwi omszonej *Salvia nemorosa*. Do znacznych odmian należy tutaj odmiana Foerstera ‘Mainacht’, a także ‘Ostfriesland’ oraz białą kwitnąca odmiana ‘Schneehügel’ nazywana też ‘Adrian’. Znane są także inne piękne gatunki szalwii: *S. officinalis*, *S. lavandulifolia* czy *S. tomentosa*. Posiadają one często piękne liście. Bardzo długo kwitną także jednoroczne pnącza — do szczególnie pięknych należą wilce: *Ipomea purpurea* i *I. tricolor* ‘Heavenly Blue’. Także wiele ciekawych roślin jednorocznych posiada niebieską barwę, m.in. szalwia *S. farinacea*, żeniszek meksykański *Ageratum houstonianum*, heliotrop, lobelia przyłaskowa *Lobelia erinus*, werbena ogrodowa.

Piękne barwy niebieskie posiadają także astry m.in. aster gawędka *A. amellus*. Do dzisiaj znane są odmiany otrzymane przez samego K. Foerstera: m.in. ‘Blückendecke’, ‘Rose Erfüllung’ czy ‘Veilchenkönigin’. Bardzo duże jest też bogactwo gatunków i odmian astrów kwitnących w okresie jesieni. Należą tutaj m.in. aster nowoangielski, aster nowobelgijski, aster krzaczasty, aster wrzosolistny, aster sercowaty. Obok nich znane są jeszcze rzadsze botaniczne gatunki astrów: *A. divaricatus*, *A. macrophyllus* i *A. laevis*. Ponadto można wymienić jeszcze podobne nieco do astrów przymiotno *Erigeron*, w tym wyhodowane przez samego K. Foerstera. Obecnie dużą rolę ozdobną odgrywają funkje (hosty) z niebieskimi liśćmi, m.in. takie odmiany jak: ‘Blue Angel’, ‘Frances Williams’, ‘Krossa Regal’, ‘June’.

Karl Foerster stanowi niewątpliwie ważną postać w historii ogrodnictwa i architektury ogrodowej nie tylko w Niemczech, ale w całej Europie, a nawet w świecie¹. Do dzisiaj utrzymuje fascynacja życiem i dziełem tego zasłużonego twórcy ogrodów, hodowcy nowych odmian i pisarza poczytnych do dzisiaj książek z zakresu nie tylko ogrodnictwa, ale pewnego rodzaju stylu życia i stosunku do przyrody². To właśnie K. Foerster wprowadził do ogrodów wiele nowych gatunków i odmian bylin, traw i paproci. Okazuje się, że wiele idei reprezentowanych prac K. Foerstera pozostaje do dzisiaj aktualnych i bardzo żywych. Znajdują one swój wyraz m.in. w koncepcjach ogrodu skalnego, ogrodu wrzosowego czy też ogrodu z trawami.

Wpłynęło 5.02.2007

Eugeniusz Kośmicki jest profesorem Akademii Rolniczej im. A. Cieszkowskiego w Poznaniu.

¹ Por. np.: G. Mader, Geschichte der Gartenkunst. Streifzüge durch vier Jahrtausende, Stuttgart (Hohenheim), 2006, s. 210–212.

² Do idei K. Foerster nawiązuje się coraz bardziej w światowej literaturze ogrodniczej. Nawiązuje do niego autorzy tzw. „New Wave Planting”, łącząca nowoczesne kształtowanie ogrodów ze zrównoważoną dynamiką rozwoju ogrodów i naturalnym pięknem. Por.: P. Oudolf, N. Kingsbury, Pflanzen Design. Neue Ideen für Ihren Garten, Aus dem Englischen von Angelika Franz, Stuttgart (Hohenheim), 2006.

DROBIAZGI

Minóg strumieniowy z rzeki Brdy

Minóg strumieniowy *Lampetra planeri* Bloch. należy do gromady krągłoustych — najprymitywniejszych dziś żyjących kręgowców. Nazwę krągłouste zawdzięczają specjalnemu wykształceniu otworu gębowego noszącego nazwę lejka lub przyłgi. Minóg ten jest najliczniejszym ze wszystkich trzech gatunków występujących w Polsce.

Minogi sprawiły systematykom sporo kłopotu. Okazało się, że ich larwy zostały potraktowane jako zupełnie odrębny gatunek i otrzymały odrębną nazwę *Ammocetes branchialis*. Warto więc przyjrzeć się bliżej cyklowi rozrodczemu tego strunowca by znaleźć przyczynę tej pomyłki.



Ryc. 1. Teren, na którym znaleziono larwę minoga strumieniowego. Fot. Ł. Binkowski

Dorosłe osobniki minoga strumieniowego posiadają uwsteczniiony układ pokarmowy. Gina około dwa tygodnie po odbyciu tarła. Rozwój embrionalny trwa około dwóch tygodni. Z zapłodnionych jaj wylęgają się wolnożyjące larwy. Ich potoczna nazwa — ślepice — nawiązuje do tego, że ich oczy znajdują się pod skórą. Do czasu przeobrażenia życie spędzają zagrzebane w piasku lub mule. Odżywiają się detrytusem i glonami. Nad powierzchnie osadu wychylają tylko głowę filtrując wodę. Przeobrażenie następuje po około czterech latach. Tuż po nim, gdy temperatura wody dochodzi do 10°C zwierzęta te przystępują do tarła. Zaznacza się wtedy wyraźnie dymorfizm płciowy minogów. Samce przy otworze odbytowym posiadają pokładelko, a samice bezszkieletową płetwę. Do tarła dochodzi w pobliżu wygrzebanego w dnie gniazda — owalnej jamy. Samica przysysa się przylgą do jednego z kamieni leżących na dnie rzeki. Następnie do jej części głowowej przysysa się samiec i owija wokół jej ciała. Po zakończeniu tarła, ikra i nasienie pozostają w jamce. W tarle uczestniczą czasami setki, a nawet tysiące osobników, ponieważ jest to gatunek poligamiczny.

Dorosłe osobniki dorastają do 20 cm. Ich ciało jest silnie wydłużone, dlatego na pierwszy rzut oka mogą być mylone z młodymi węgorzami. Po bokach głowy znajdują się

szczeliny skrzelowe (po siedem z każdej strony). Mimo słabo rozwiniętych płetw minogi poruszają się bardzo sprawnie. W strumieniach z bystrym nurtem poruszają się „skokami” — szybkimi ruchami pokonują pewną odległość, przyczepiają się lejkami przysawkowym np. do kamienia, a po krótkim odpoczynku podążają dalej. Obserwowano minogi strumieniowe, które wykorzystywały wędrujące w górę rzek łososie jako swoisty środek lokocji.

Niegdyś minogi strumieniowe były szeroko rozpowszechnione, a nawet pospolicie używane przez wędkarzy jako przynęta na brzany, klenie i sumy — i nazywane przez nich śmigułami lub wiunami. Teraz w wyniku antropopresji, a szczególnie zanieczyszczenia wód i regulacji cieków stał się gatunkiem zagrożonym wyginięciem. Znajduje się pod ścisłą ochroną oraz widnieje w Polskiej Czerwonej Księdze Zwierząt.



Ryc. 2. Larwa minoga strumieniowego. Fot. Ł. Binkowski

Larwę minoga strumieniowego znaleźliśmy zakopaną w piasku w płytkim zakolu rzeki Brdy (ryc. 1) na terenie rezerwatu Tucholskiego Parku Narodowego w lipcu 2006 roku. Wypłylenie rozciągało się na obszarze około 30 metrów kwadratowych. Średnia głębokość wody nad piaskiem wynosiła 30 cm, a temperatura wody 16°C. Prędkość nurtu sięgała 1 m/s, a prędkość wody przepływającej nad piaskiem około 30 cm/s. Rzeka na tym odcinku była silnie zacieniona.

Znaleziony okaz miał około 6 cm długości (ryc. 2). Z naszych obserwacji wynika, że wcale nie często udaje się napotkać tą larwę. Nam udało się to po raz pierwszy. Do tej pory gatunek ten znaleźliśmy tylko z literatury oraz z preparatów formalinowych, jak niestety większość biologów w naszym kraju. Przynajmniej kilka razy podejmowaliśmy próby poszukiwania kolejnych osobników na tym samym terenie. Niestety nie udało się nam ich znaleźć. Na pewno spróbujemy jeszcze raz w tym roku.

Łukasz B i n k o w s k i, Włodzimierz W o j t a ś (Kraków)

WSZECHŚWIAT PRZED 100 LATY

Patriotyczne przesłanie Wszechświata

W dniu jutrzejszym rozpoczyna się we Lwowie Zjazd X Przyrodników i Lekarzy polskich. Łącząc się myślą i sercem z Dostojnym Zgromadzeniem, Redakcja Wszechświata przesyła Mu wyrazy pełnego czci powitania. Życzy nadto, żeby prace Zjazdu, przyczyniając się do rozwoju nauki, tego najwyższego dobra ludzkości, przedewszystkiem rozlały dobroczynne i zapładniające światło na umysły polskie; żeby stały się podniętą i oparciem dla tych młodszych uczestników, którym los może pozwoli w lepszych niż starsi żyć i pracować w warunkach; żeby z nich Ojczyzna otrzymać mogła największą sumę korzyści.

Wszechświat 1907, 26, 464 (21 VII)

Obyczaje amerykańskich owiec

Psychologia zwierząt interesuje nie tylko specjalistów, lecz i dyletantów, których obserwacje mogą rzucić nieraz ciekawe światło na niejedno zagadnienie. Do rzędu takich sławnych dyletantów należy między innymi Maeterlinck. Niedawno na półkach księgarskich ukazało się dzieło znanej pisarki, pani Mary Austin, która, nie będąc specjalistką, prosto, bez wszelkich pretensyj opowiedziała długoletnie swe obserwacje nad owcami. Podajemy poniżej niektóre ciekawsze fakty, zwracając jednocześnie uwagę czytelników na to, że obserwacje czynione były w Ameryce, w odmiennych zatem nieco, niż u nas, warunkach.

Stada owiec mają zawsze swe awangardy i swych maruderów: między jednymi i drugimi znajduje się główna masa zwierząt, „tłum” owczy. Owca nigdy nie zmienia kategorii, do której należy, ściśle przestrzegając swego stosunku do stada. Cóż się zatem dzieje, jeśli stado wejdzie w jakieś miejsce bez wyjścia; czy maruderzy zastępują przewodników i odwrotnie? Nigdy! Zachodzi w stadzie ruch wewnętrzny: przewodnicy przechodzą przez całe stado i zajmują naczelne miejsce, „tłum” staje za nimi, a na końcu ustawiają się maruderzy. I dopiero w ten sposób odbywa się odwrót. Zachowywanie tych stałych stopni hierarchicznych trwa dopóty, dopóki w stadzie nie zapanuje popłoch: wówczas przewodnicy tracą wszelkie znaczenie. Niechaj tylko na maruderów uderzy, czatujące jakże zwierzę krwiożercze, nie bacząc na nic, napadnięte owce zaczynają uciekać, wpadają na „tłum”, wywołują zamęt i powodują ogólną beładną ucieczkę w rozsypane. Naczelnik stada umie zwracać się o pomoc do pasterza, lecz reszta owiec nie umie tego. W ogóle od czasu, jak pasterz jest opiekunem stada, owce dotychczas nie nauczyły się znajdować w nim, bez zawołania z jego strony, obrońcy przed nieprzyjacielem. Zresztą, przyswojenie w ogóle nie rozwija umysłowości zwierząt.

A oto dość zwykłe zjawisko wśród owiec. Zaginiona owca szuka schronienia u podnóża skał. Czy jest to jakaś pozostałość z dawnych czasów? Autorka przypuszcza, że pozostało to z owych czasów, kiedy pierwsi pasterze hodowali swe stada w ogrodzeniach, które, dla oszczędności pracy, za jedną ścianę posiadały skały. Wspomnienie jakoby tego miało pozostać dotychczas. Czy nie bardziej naturalnym byłoby wyjaśnienie na mocy pochodzenia owiec z miejscowości górskich? Istnieją zwyczajnie dawne, niewykorzenione dotychczas przez oswojenie. Oto np. owce posiadają stałą wartę. (Przypominamy, że obserwacje czyniono w Ameryce). Stado chętniej obiera sobie miejsce noclegu na stoku wzgórza, górującego nad okolicą, niżeli na równinie. Pomimo obecności pasterza i psa, zawsze kilka owiec czuwa; po pewnym czasie owce te są zwalniane przez inne. Nigdy, ani dniem, ani nocą nie można zaobserwować, aby wszystkie owce spały; zawsze są czuwające. Instynkt, otrzymany w dziedzictwie, obecnie już zbyt słaby, istnieje po dawnemu, świadcząc jednocześnie o słabej łączności między pasterzem a stadem.

A teraz inne zjawisko: owce zawsze starają się być w pobliżu wody. Oto np. ciekawy fakt: pewne stado w ciągu dnia zrobiło około 54 kilometrów, aby wieczorem znaleźć się nad wodą. Owca za żadną cenę nie napije się wody, do której czuje wstręt. Nawet największe pragnienie nie zmusi jej do tego. Natomiast często pije taką wodę, które właściwie pić nie powinna ze względu na szkodliwość. Również nie odróżnia pożywienia zdrowego od niezdrowego, zjadając np. tytoń, który ją może otruć. Żaden instynkt nie ostrzega jej przed tem.

Człowiek jest dla owcy, nawet jako pasterz, czemś zupełnie obcym. Oto już 50 wieków (jest to nawet zbyt mało, gdyż owca oswojona została już co najmniej od 70 wieków) jak owca zna człowieka. I czem my jesteśmy dla niej? Jakiemś zjawiskiem w pejzażu — odpowiada pani Austin — a może rozdawcą soli. Jedynym dźwiękiem, który zwraca owca do człowieka, jest to domaganie się soli. Kiedy odczuje potrzebę soli, — a potrzeba ta wspólna jest wszystkim trawożernym, opuszcza swe pastwisko i przychodzi do pasterza lub jego chałupy, i kręci się

około niego, becząc. W razie nieobecności pasterza lub nieznalesienia jego chaty, owca tak samo potrafi się kręcić naokoło jakiejś skały. Pani Austin przypuszcza, że owca popelnia tutaj omyłkę, nie odróżniając człowieka od skalnego słupa. To przypuszczenie wydaje się niepewnym. Owca kręci się około kamienia, ponieważ przeważnie na nim kładą jej sól do lizania. A nawet w tym czasie, kiedy człowiek nie był jeszcze dla niej „bogiem soli”, t. j., kiedy żyła na wolności, zaspakała swą potrzebę soli, liząc kawał soli kamiennej. Znalazszy się pod władzą człowieka, spotkała nowy czynnik — spożywanie soli, położonej na kamieniu; to też kręcąc się około skały, owca jest postuszna dwóm instynktom: dawnemu i nowonabytemu.

hjr (Rygiel). Z psychologii owiec. Wszechświat 1907, 26, 460 (21 VII)

Zdrowa dieta

Moliere mówi w „Skapcu”: „Zrozumiejcie wy panie Jakóbie, i wszyscy do was podobni, że stół, obficie zastawiony mięsami, jest prawdziwą jaskinią zbójców...”, że skromność powinna panować w waszych jedzeniach i że stosując się do starożytnej maksymy: należy jeść, aby żyć, a nie żyć, aby jeść”. Słuchacze śmieją się i śmieją niesłusznie. Tak jest, należy jeść, aby żyć, a nie żyć, aby jeść. Lecz jak należy jeść, aby dobrze żyć i długo żyć? Czy należy jeść dużo, czy też kierować się apetytem? I wreszcie co należy jeść?

Chwila wstępu. Pokamy wyrabiają u nas „drugą naturę”, one stopniowo przekształcają nasze narządy; one kształtują powoli nasze usposobienie, regulują nasze zdrowie, a przez szereg pokoleń, wytwarzają generację zdrowe, lub słabowite. Ongi mówiono: aby dobrze się czuć, należy jadać dużo, jeść warzywa, esencjonalne zupy, zwłaszcza dużo mięsa, pić doskonałe wina... Tak myślno w wieku XVII-tym; była to epoka wielkich ludzi i dużych apetytów. Dzisiaj?... Dzisiaj zupełnie co innego, innymi kierujemy się zasadami.

Nie pij gdy nie pragniesz, nie jedz, gdyś nie głodny, Zbytek na tych punktach człowieka niegodny, Zdrowie swe utrwalać przez prostotę życia, Bo wiek skrócisz snadnie wskutek nadużycia...
Lekarz-mędrzec orzekł: Długie życie czeka,
Jeżeliś od zbytów zawsze był zdaleka.

Choć prawdy te wypowiedziane zostały mową wiązaną, lecz są mądre i głębokie. Zawsze należy zachować w jedzeniu i picu umiarkowanie, lecz jakie, w jakich granicach? Natura kieruje nami przez głód, zmuszając nas do poszukiwania pożywienia wówczas, gdy organizm nasz tego wymaga. Zdawałoby się zatem, że należy jeść tylko w razie odczuwania głodu, i że odczuwanie głodu jest miarą naszych potrzeb. Lecz... Oto człowiek cywilizowany, którego środki przewyższają konieczne potrzeby, bardzo często w jedzeniu szuka pewnego zadowolenia. W tym celu komplikuje swoje menu przez dodanie rozmaitych przysmaków, sosów, marynat, win, co ma pobudzać apetyt. Takim sposobem człowiek, jedyny ze wszystkich zwierząt, doszedł do prawdziwej sztuki jedzenia wówczas, kiedy nie jest głodny, i picia, gdy nie jest spragniony. Apetyt zatem mógłby być wskazówką tylko wówczas, gdyby nie był skażony przez nienaturalny tryb życia. Rzeczywiście głodni jesteśmy wówczas, gdy mamy apetyt na chleb, warzywa lub nie zepsute żadnymi przyprawami mięso.

Jednak jest taki w życiu ludzkim okres, kiedy należy jeść więcej, aniżeli w wieku dojrzałym, — jest to okres dojrzewania: dla chłopca między 16 a 20 rokiem i dla dziewcząt między 13 a 18. W tych latach rozwój fizyczny przechodzi kryzys, który stawia odmienne wymagania. Do tego dodać należy tę intensywność pracy umysłowej, jaką młodzież musi wykazywać w tym samym czasie. Mieszcuch żywi się przeważnie mięsem; natomiast włościanin jada prawie wyłącznie pokarmy roślinne. Człowiek zamożny przeważnie pogardza tem stosunkowo mało posiłnem pożywieniem, — i źle robi. Bez mięsa zupełnie wyżyć można, a bez roślin — w żaden sposób. Rośliny dostarczają nam pewnej ilości soli alkalicznych, które następnie przechodzą w węglany, zdolne do nasycenia, kwasów, wytwarzających się przez rozkład białek. Jeżeli kwasy te pozostaną wolne, następuje — stan patologiczny, — stąd choroba.

Bez mięsa zupełnie lub prawie zupełnie możemy żyć, czego mamy liczne przykłady. Oto np. w Konstantynopolu lub Smyrnie nie jedzą mięsa prawie zupełnie, a jednakże robotnicy egipscy, jak i ich przodkowie, wyjątkowo są cenieni za swą energię i siłę. A wszak jedzą oni wyłącznie melony, groch, cebulę, ryż i daktyle. Czyż mamy wspominać słowian wschodnich, którzy pracując po 10 godzin na dobę, żywią się czarnym chlebem, jarzynami, mlekiem i cebulą. Fizyolog H. Ranke, obserwując drwali w Górnej Bawarii, podziwiał ich nadzwyczajną pracę, choć żywili się wyłącznie mąką, zaprawioną, smalcem, bez jaj i

sera. Pokarm mięsny jest potrzebniejszy dla ludzi, prowadzących siedzący tryb życia i pracujących umysłowo. Kto jednak pragnie zachować żywotność umysłu, powinien być bardziej wegetarianinem, niż zjadaczem mięsa. Lat temu 20 — 30 wszyscy lekarze zalecali chorym dobre wino; jednocześnie ukazał się cały szereg win leczniczych. Obecnie znów wielu lekarzy widzi w winie środek szkodliwy, jako zawierający alkohol. Pogląd ten powstał na gruncie walki z alkoholizmem i dlatego wpadł w krańcowość. Zamiast wina zalecają wodę, czy czystą? Żnów nie! Wody mineralne, gazowane, gotowane, — oto co jest dobre do picia. Jest to przesada! W czasie epidemii rzecz inna, wówczas należy się wystrzegać wody surowej, lecz w czasach normalnych!... Z jednej ostrożności wpadamy w drugą, i nie dziw, że ktoś wykrzyknie: „Wielki Boże! cóż nareszcie można jeść i pić bez narażenia się na niebezpieczeństwo?”

Strzeżmy się przesady! Gotujmy wodę podczas epidemii, dobrze smażyć nasz befsztyk, gotujmy mleko i śpijmy spokojnie. Filiżanka bulionu, porcja rostbefu, szklaneczka Bordeaux lub Bourgogne nikogo jeszcze nie zabiły. Jadajmy regularnie w miarę głodu, a specjalne ostrożności zachowujmy tylko w razie epidemii. Jeżeli kawałek chleba, mięsa lub wino zatrąwa powoli nasz organizm, to pamiętajmy, że umiarkowane ich używanie nie tak bardzo skracza nasze życie. Jak ciągi strach przed niebezpieczeństwem. Nie mięso, nie bulion, nie wino, nie kawa skracają nasze życie, lecz ich nadużywanie.

Zakończę, jak i zacząłem, cytata, tym razem wziętą z dzieła: „*Physiologie de goût*”: „Nie potrzeba, aby na obiad nasz składały się trufle z Pórigord; tłusty pasztec strasburski; karp z Renu a la Chambord; przepiórki nadziewane trufkami; bażant na pieczyście; setka szparagów i piramida z lodów. Zbytecznym jest, aby jeden z gości, z wysiłkiem trawiąc niehygieniczny obiad, patetycznie wypowiedział: „Ach, pani! pani kucharz jest zachwycającym człowiekiem! Taki obiad można spotkać tylko u pani!”

Rygier H J. Co i jak jeść należy? Wszczęświat 1907, 26, 408. (3 VII)

Polscy i niemieccy profesorowie

„*Deutsche anthropol. Gesellschaft*” urządziło tegoroczny 38 zjazd w Strassburgu w dn. 4–8 sierpnia. Dla uczestnika zjazdu przyrodników we Lwowie zestawienie obu zgromadzeń przedstawia bardzo ciekawe porównanie.

Młodszych pracowników na polu naukowym musiał uderzyć bardzo sympatyczny stosunek do profesorów w czasie zjazdu we Lwowie. Miało się wprost uczucie, że nasi polscy kierownicy cieszą się każdym młodym adeptem nauki, pragną go przyciągnąć do swego grona, dodać otuchy do wytrwania na często uciążliwej drodze pracy naukowej. Jakże inaczej przedstawiał się ten stosunek ucznia do profesora w Strassburgu na zjeździe antropologów! Z małymi wyjątkami wszyscy przybyli uczeni stawali na tak nieprzystępnym piedestale, tak niedwuznacznie dawali odczuwać, że tylko oni coś znaczą, tylko oni coś wiedzą — iż w te kilka dni mogli najzupełniej zniechęcić do dalszej działalności na tem polu.

Przytem ogromnie dała się odczuć arcy niesympatyczna kastość niemiecka. Na czele „*Deutsche anthr. Gesellschaft*” stoi prof. Ranke wraz z całą falangą klerykałów i konserwatystów monarchijskich. Z całą zaciętością, nie przebiegając często w środkach, zwalczają oni wszelkie prądy inowacyjne, mające na celu zreformowanie nauki antropologicznej. Nie chcąc ustąpić ze stanowiska, przyjętego przez nich przed kilkudziesięciu laty, stawiają tem samem bardzo skuteczną tamę dalszemu, powiedzmy naturalnemu, rozwojowi nauki.

Loth E. Zjazd antropologów w Strassburgu. Wszczęświat 1907, 26, 540 (25 VIII)

Kult zwierząt w Afryce

Badanie psychologii ludów pierwotnych daje nam obfity materiał etnograficzno-porównawczy. Zestawienie wierzeń, przesądów, zapastrywań ludzi, stojących na bardzo niskim stopniu kultury, umożliwia nam wniknięcie w psychologię mało rozwiniętego narodu, jako grupy jednostek o pewnym poziomie poglądu na świat, oświetla nam te drogi, po których ludzkość kroczyła od pierwszych chwil swojego powstawania. To też badania rozwoju religii u ludów niecywilizowanych obejmują całą gałąź etnografii.

Kult zwierząt jest może najbardziej wszechstronny i interesujący, jako zaś teren badań, Afryka nadaje się najbardziej ze wszystkich części: z jednej strony posiadamy tam niezrównaną i bogatą faunę, z drugiej — cały szereg ludów, stojących na bardzo niskim szczeblu rozwoju. Chcąc więc mówić o kulcie zwierząt w Afryce, jako o przyczynku do rozwoju kultu, a zatem i religii w ogóle, należy przedewszystkiem określić, co będziemy rozumieli pod wyrazem „kult” i jakie znaczenie temu słowu nadajemy.

Ponieważ zamierzamy nieco obszerniej pomówić o kulcie zwierząt, spróbuję przeprowadzić krótką analizę powstawania zoolatrii. Odkryć przyczyny, które znieśliły pierwotnego człowieka do ubóst-

wiania niektórych zwierząt, byłoby bardzo trudno. Możemy obmyślać tylko mniej lub więcej prawdopodobne hipotezy, które musimy obiecać na pewnych spostrzeżeniach realnych. Jako motywy, wywołujące reakcję w formie jakiegokolwiek kultu, mogą wchodzić w grę: strach, chęć schlebienia sile danego stworzenia, przenoszenie pojęć, korelacja pojęć i t. d. Rozpatrzmy tu po kolei wszystkie te wypadki.

1. Przypuśćmy, że uwagę człowieka pierwotnego przykuwa z powodu swych cech wybitnych nieznanemu mu zwierzę, które początkowo wzbudza tylko zdumienie. Gdy dane stworzenie okaże się fizycznie silniejszym, zdziwienie zastąpi zdumienie. Gdy wreszcie siła stworzenia okaże się wrogą słabszemu odeń człowiekowi — zrodzi się strach. Bezbronny mieszkawiec puszczy — człowiek pierwotny — będzie starał się odeprzeć napaści silniejszego zwierza, lecz gdy mu się to nie uda, strach się wzmoże, i już tylko krok jeden do modłów. Skuteczność modłów wkrótce poprze pierwotna ofiara — i oto dane zwierzę zostało podniesione do stopnia wyższego, stało się wcieleństwem bóstwa. Lecz już sam podziw pewnej cechy wybitnej może wywołać kult: długowieczność węzów może prowadzić do pojęcia nieśmiertelności, a co zatem idzie do ich obóstwiania.

2. Gdy jedno stworzenie okaże własność odpędzania innego; szkodliwego zwierza, wzbudzi niewątpliwie uczucie wdzięczności. Rzecz prosta, że człowiek pierwotny będzie się chciał „przypodobać swemu dobrodziejowi”, co znowu skłoni go do ofiarowania. Spostrzeżenie, że te lub inne zwierzęta w stanie sytym stają się zupełnie nieszkodliwymi, również przyczynić się może do utrwalenia zwyczaju przynoszenia ofiar. I rzeczywiście widzimy, że w Afryce południowej niektóre plemiona murzynskie tak wiele ofiar przynoszą ubóstwianym krokodylom, że stale syte stworzenia bynajmniej nie zagrażają mieszkańcom.

3. Stworzenie, które zjada ciała umarłych uchodzi za spadkobiercę duszy nieboszczyka, a co za tem idzie — zapoczątkowuje kult przodków. Tą jedynie drogą mógł się rozwinąć totemizm, mógł powstać animizm i t. p.

4. Gdy człowiek pierwotny stale spotyka to samo zwierzę przy pewnym zjawisku przyrody, z łatwością może je uzależnić od danego zjawiska, lub też uzależnić zjawisko od danego stworzenia. Stąd w skutkach powstaje symbolizacja sił twórczych w postaci węży, płodności — w postaci byka i t. d. Rzecz prosta, że naród koczujący będzie obserwował dane zwierzę z innych punktów widzenia, aniżeli naród osiadły lub łowiecki, wskutek czego już od samego początku spotykamy pojęcia rozbieżne i ustopniowane.

Z jednej strony widzimy ludy, u których kult zwierząt nie przechodzi granic zwykłej zoolatrii, z drugiej strony narody podnoszące stworzenia do stopnia wszechmogącego bóstwa lub uznające je za symbol niewidzialnych sił boskich. Oprócz tego zaznaczyć wypada, że pojęcia, związane z pewnym kultem, mogą się stopniowo rozwijać, mogą też wtómie ulegać zanikowi i doprowadzić kult, pełen mistycyzmu i bogaty w mitologię, do ściśle zewnętrznych form, do beznamiętnej reguły. Dalej wypada sobie uświadomić, że ciągła styczność z przyrodą, możność bezpośredniego obserwowania nieznanych nam sił, budzi niewypowiedzianą, potrzebę ujęcia i istoty rzeczy i przedstawienia jej w postaci bardziej dostępnej dla zmysłów ludzkich. Niewątpliwie w ten sposób należy sobie tłumaczyć powstawanie kultu w ogóle, a co za tem idzie, i kultu zwierząt. Prawie niepodobna ściśle określić początkowego kultu; musimy się więc ograniczyć do ugrupowania znanych nam faktów.

Kult zwierząt w starożytnym Egipcie.

Zanim przystąpię do przedstawienia obecnego stanu kultu zwierząt w Afryce, choć w kilku słowach poruszę jego fazy ubiegłe, a zwłaszcza przekazany nam przez historię i znany z badań archeologicznych kult starożytnego Egiptu. Należy zaznaczyć, że oprócz szczupłych danych u Herodota o ubóstwianiu w zamierzchłych wiekach przez egipcyan apisa i krokodyla, bardzo mało wiemy o samej istocie ówczesnego kultu. Znamy jedynie cały szereg gołych faktów, nie będąc w stanie ich objaśnić, nie znając wierzeń, jakie z danym zewnętrznym obrządkiem związane być mogły. Pozwolę sobie przytoczyć kilka przykładów.

Badając szereg czaszek mumij egipskich, znaleziono, w wypełniającym te czaszki asfalcie, wierną podobiznę ubóstwianego w Egipcie Skarabeusza, odrobioną ze szczerzego złota. Posiadamy tu pewien fakt. Niewątpliwie łączyły się z nim pewne wierzenia, pewne obrządki, których odgadnąć nie jesteśmy w stanie. Kult zwierząt w Egipcie, w tej formie, w jakiej my go znamy, powstał nie od razu: rozwój jego musiał przejść długą ewolucję zanim stanął u punktu kulminacyjnego. Chcąc sobie wytłumaczyć końcowe jego fazy, zmuszeni jesteśmy przyjąć następujące etapy tego rozwoju. Każdy z późniejszych, potężnych bogów egipskich, czy to krokodyl, Ibis lub Skarabeusz, był początkowo prawdopodobnie bóstwem lokalnym. Całe legiony kapłanów i tłumy sług pracowały nad spopularyzowaniem bóstwa i dbały o rozwój jego wpływów na lud. W ten sposób z biegiem wieków cały kraj uznał dane stworzenie za swego boga. Stopniowo

zewewnętrzne formy przeważały na niekorzyść treści, i w ten sposób otrzymujemy najwyższy szczebel — bezmyślny, dziecinny niemal kult już historycznego Egiptu. Cała związana z nim mitologia, ewolucja myśli, tłumacząca istnienie bóstw w postaci zwierząt, została zapomniana, a pozostało tylko wykonywanie religijnych przepisów i formułek.

Kult zwierząt w Afryce w czasach ostatnich.

Zwracamy się do czasów teraźniejszych. W Afryce pośród kręgowców nie znajdujemy ani jednego rodzaju, któryby nie miał swoich przedstawicieli w szeregu stworzeń ubóstwianych. Chcąc więc dać prawdziwy obraz kultu zwierząt będziemy się musieli ograniczyć do bardzo ogólnego zestawienia.

Ssaki. Z pośród małych ubóstwiane bywają: goryl, pawiany i t. d. Czażki goryla są ulubionym fetyszem, szympansy uchodzą za wcielenie złych duchów (naród Bakwiri w Kamerunie), pawiany — to stworzenia święte, którym poświęcają nietykalne gaje. Naród Kete-Kratschi nad rzeką Wolta zanosi im codziennie obfitość jedła i napoju, wskutek czego "święte stworzenia" spoufalają i osławiają się ze swoimi chlebobdawcami.

Rękoskrzydłe (Chiroptera) nie zasługują na uwagę.

Drapieżne. Tu przedewszystkiem należy wymienić rodzinę kotów. Już kot domowy bywa uważany za stworzenie mogące sprowadzić swą śmiercią choroby i różne nieszczęścia. Lew, w stosunku do swojego rozpowszechnienia, bardzo rzadko staje się przedmiotem kultu. Zulusi (Sulu) wierzą, że lwy są wcieleniem dusz ich wielkich wodzów. Wskutek tego w Kongo istnieje podania, że lew nigdy nie napada, gdy go uprzejmie pozdrowią i że kobiet nie niepokoi z galanterii. Podobno w Ukarauga lwy są oswojone z tamtejszą ludnością do tego stopnia, że mają wolny wstęp do wsi. Kult lamparta jest bardziej rozwinięty. W Loango uważają go za króla lasu. Kto więc zabije to zwierzę, zostaje schwyty i prowadzony przed oblicze miejscowego kacyka „albowiem zabił równego jemu”. Dopiero, gdy myśliwiec złoży oświadczenie, że ubił króla lasu, a więc zupełnie obcego, zostaje wypuszczony na wolność. Do niedawna w Kaplandzie, mimo olbrzymich szkód, jakie lamparty wyrządzały w trzodach, ludność nie śmiała im się sprzeciwić. Kult hyeny charakteryzuje to dzwone, odrażające uczucie, jakiego doznajemy na sam widok tego stworzenia. Według wierzeń na południe od Tanganjiki jedynie dusze czarodziejów i czarownic wędrują po śmierci do ciała hyeny; "stare kobiety posiadają możność zamieniania się w hyeny, tak, że nikt tego nie zauważa" i t. d. Oprócz powyższych stworzeń z rządu drapieżnych Massai bardzo wysoko cenią psa domowego, a ludy Akra, Ningo i Ussue ubóstwiają szakala.

Gryzonie (Rodentia). Tu wymieniam jedynie zająca, który u hotentotów uchodzi za zesłańca bogów i za miejsce schronienia dla dusz zmarłych. Wobec tego hotentoci, nawet w czasie największego głodu, nie jedzą zającego mięsa. Bari uważają zająca za zwiastuna nieszczęść.

Słonie (Proboscidea). Słoń — to wcielenie dusz dawno zmarłych przodków. Kafrzy, polując na słonia, wołają: "nie zabijaj nas wielki wodzu, nie depcz nas sławny wodzu!" Gdy jednak już słonia zabiją, wmawiają weń, że stało się to nieumyślnie; trąbę mimo to zakopują "gdyż słoń jest potężnym wodzem, a trąba — to jego ręka".

Kopytne (Ungulata). Kozy, barany, bydlę rogate, antylopy, nawet świnię i hipopotamy odgrywają, niepoślednią rolę w szeregu stworzeń ubóstwianych w Afryce. Nader rozpowszechniona jest wstrzeźliwość od pewnych gatunków mięsa naprz. od koziego i świniny; barany i bydlę rogate są najzwyczajszymi ofiarami. Pewne gatunki bydła rogatego a zwłaszcza byków, uchodzą u rozlicznych koczowniczych szczepów za wszechmogące i bóstwa. Narody Szilluk, Dinka, Nuer, Ban stawiają byków bardzo wysoko. "Pewny siebie w poczuciu własnej godności, kroczy byk na przodzie stada, przyodziany wszelkimi upiększeniami — z rogów jego bardzo podniesionej głowy powiewają, jako oznaka wyróżnienia, ogony krów i żyrafy." Na jego cześć śpiewają pieśni, jego pomocy przywołują w chwilach krytycznych, a nawet po śmierci oddają mu hołd należny.

Ptaki. Ptaki nie mają wielkiego znaczenia w szeregu stworzeń czczonych w Afryce. To też tutaj ograniczam się do nadmienienia, że niektóre z pośród nich uchodzą za zwiastunów nieszczęść, inne za uosobienie zła, a tylko kondor i ibis są przedmiotem kultu w pewnych okolicach.

Plazy i Gady. Ta gromada stworzeń zajmuje niewątpliwie pierwsze miejsce pośród ubóstwianych zwierząt afrykańskich. Wprost niezliczona ilość legend, wierzeń, obrządków i t. d., wiąże się z przedstawicielami tej kategorii. Nie tylko egipski krokodyl stał się przedmiotem czci, lecz i węże, najróżniejsze jaszczurki, żółwie i t. d. Rozpoczynając od jaszczurek należy wymienić w pierwszym rzędzie "legwana", czczony w Dahomeju i w delcie Nigru. Jest tam nader rozpowszechniony rodzaj "iguana", czarna nieszkodliwa jaszczurka, która, nie trwożona przez nikogo, łązi po wsi, nawiedza domostwa i t. d. Stworzenie to zdaje się być przeświadczone co do swej nietykalności; gdyż nikomu nie ustępuje z drogi. Jak wielka jest potęga głęboko za-

korzenionych wierzeń danego kultu, może zaświadczyć fakt następujący. Do odnogi rzeki, rojącej się wprost od krokodyli i kajmanów wpada "święty iguan"; natychmiast kilku murzynów, rzuca się za nim do wody, nie bacząc na niebezpieczeństwo, gdyż byłby to nader smutny omen dla całej okolicy, gdyby bóstwo zostało obrażone lub, co gorsza, pożarte. Nadmieniam również, że obraza "świętego legwana" przez majątków europejskich powodowała już kilkakrotnie powstania negrów. Kult jaszczurek w mniejszym lub większym stopniu jest bardzo rozpowszechniony w Afryce, a ogranicza się często do wierzeń, jak np. u ludu Kabila, że dotknięcie jaszczurki powoduje wyrzuty skóry. Lecz jeszcze większe znaczenie ma kult węzów. Reville nie darmo pisze: „Des tous les animaux, le plus généralement revere par les Noirs d'Afrique, c'est le serpent". Wzdłuż północnego wybrzeża zatoki Gwinejskiej panuje formalna religia węża. Rozpoczynając się w słabym stopniu w Popo, dosięga swego punktu kulminacyjnego w Wejda. Wiara w cudowną moc węża jest tam tak silna, że, gdy dachowcy napadli na wadajczyków, ci ostatni, zamiast obrony, wysłali naprzeciw nich "świętego węża". Kiedy ten, oczywiście, nie był w stanie powstrzymać napadu, zdali się na łaskę lub niełaskę najędźców.

W tej części Afryki kult węża przyjął już pewne określone formy. Przytaczam tu krótki opis jednej z wielu świątyni węzom poświęconych. W dobrze zacienionym ustroniu stoi okrągły budynek, mający 12 m. średnicy i 8 m. wysokości. W pewnej odległości otacza go wysoki mur. Wnętrze tego świętego miejsca formalnie się roi od węzów. Spotykamy tu niemal wszystkie gatunki, od najmniejszych do największych. W kramie Wajda ma być ogółem około 3000 świętych gadzin. Stworzenia te są obsługiwane przez kapłanów i przez liczne kapłanki. Te afrykańskie westalki winny, według reguły, pozostawać w stanie dziewiczym, co bywa stosowane tylko w teorii. Według Waitza cały kult węża istnieje tylko po to, aby kapłani pod płaszczykiem religii mogli dogadzać swym chuciom i wespół z kapłankami wyprawiać istne orgie. Kasta kapłanów jest tam tak silna, że zgładza bez najmniejszych skrupułów i zupełnie bezkarnie każdego, kto się sprzeciwia ich postępowaniu. Lud wierzy, że węże nie przyjmują wcale pokarmu, ale temniejnie znosi kapłanom ofiary w postaci jedła, napoju, najrozmaitszych przedmiotów i t. d. W czasach suszy przywołują pomocy węża, na jego cześć urządzają ceremonialne procesje, rany goją się za dotknięciem "świętego stworzenia", od bóstwa tego spodziewają się dobrych plonów. Kobiety brzemienne zanoszą doń modły — jednym słowem waż jest tam wszechmocnym bóstwem, a tem łaskawszym i skuteczniejszym im więcej ofiar mu znoszą...

W innych częściach Afryki, np. u Zulusów, węże odgrywają wielką rolę w kultcie przodków. Gdy się więc węź pokaże we wsi, pozdrawiają go w imieniu ojców, znoszą mu naczynia z mlekiem, dogadają mu i ochraniają go. Naród Wakerewe wogóle nie zabija żadnych węzów, pozwala też gadom nawiedzać swe domostwa i mieni tego szczęśliwym, kto umiera od ukąszenia żmii. Muszę poprzestać na tych kilku przykładach, gdyż zaszedłbym zadaleko, gdybym chciał wchodzić w szczegóły.

Powracając do kultu krokodyla nadmieniam, że Basuto wierzą, iż krokodyl jest złym duchem wód i że spojrzeniem swem zdolny jest wciągnąć ludzi w głębie. Mimo to Basuto zwą się "synami krokodyla", a gad ten stanowi ich totem. Na Madagaskarze ludność do tego stopnia boi się krokodyla, że wojownicy nie odważają się potraścić włócznią nad rzeką, rojącą się od tych stworzeń. Tylko raz do roku zbierają się oddzielne szczepy i społem wygłaszają do krokodyla odezwę, obiecując krwawą zemstę za każdą porwaną ofiarę i nawołując jednocześnie wszystkich dobrze myślących krokodyli, by nie trzymali z rabusiami. Również na Madagaskarze jest rozpowszechniony, tak zwany "sąd krokodyla". Ludność całej wioski wylega na wybrzeże rzeki, wzywa ceremonialnie krokodyli na sędziów, poczem zmusza podsądnego do przepłynięcia rzeki; gdy ten szczęśliwie dotrze do przeciwnego wybrzeża zostaje uniewinniony. W Senegambii negrzy karmią krokodyli, gdyż zupełnie syte stworzenia bynajmniej nie są niebezpieczne.

Ryby. I ta ostatnia gromada kręgowców zasługuje na uwagę. Pomijając fakt, że krajowcy uważają ryby za odmianę węzów, wobec czego nie tykają rybiego mięsa, spotykamy tylko jeden wybitny kult — kult żarłacza, — który zasługuje na uwagę. Ryba ta występuje miejscami, jako bóstwo. Przy ujściu Nigru wierzą, że bóg ten co dnia przychodzi do wybrzeża, by sprawdzić, czy nie ma tam dlań ofiary. Do niedawna za zabicie żarłacza istniała kara śmierci. Skutkiem tego ryby te wkrótce tak się rozmnożyły, rozszalały i tyle porwały ofiar, że nastąpiła rewolucja religijna, i żarłacz utracił prawo nietykalności.

Owady. W kilku słowach nadmieniam tylko, że z pośród owadów nubijscy ubóstwiają skarabeusza, buszmanowie zaś białych termitów i znaną modliszkę (Mantis religiosa).

Edward Loth. Kult zwierząt w Afryce. Wszechświat 1907, 26, 470, 489 (28 VII, 3 VIII)

W góry nie na bani

L. Schnyder poruszył nader ważną kwestię, którą dotychczas w najrozmaitszy sposób starano się wyjaśnić, rzadko jednak całkiem obiektywnie. Schnyder zwrócił się do całego szeregu najbardziej znanych alpinistów z pytaniami: czy używają alkoholów w życiu codziennym, czy używają go podczas wycieczek w góry, w jakiej ilości, jakie napoje wysokokowe uważają za najodpowiedniejsze wówczas, jaki skutek odczuwają, czy alkohol zmniejsza zmęczenie, czy podnieca i t. d.; a z otrzymanych bardzo licznych odpowiedzi stara się wyciągnąć pewne dane — o ile alkohol jest szkodliwy i czy by nie dał się zastąpić przez inne napoje.

Alkohol nigdy nie powinien być stosowany na początku wycieczki — na to zgadzają się wszyscy zapytywani jednogłośnie, może on powodować wówczas pewne zmiany w organizmie, które wprost stają się niebezpieczne, szczególnie podczas wdrapywania się na szczyty, nad przepaściami i t. p., jednym słowem tam, gdzie koniecznym jest zupełne zachowanie przytomności. Na działanie mięśni alkohol wykazuje wpływ ujemny. Jako lekarstwo alkohol bywa niekiedy potrzebny, na przykład dla lepszego trawienia, podczas pewnych dolegliwości w górach (mal de montagne, defaillance). Schnyder w kilku słowach opisuje działanie innych napojów, któreby mogły zastąpić alkohol, a więc przede wszystkim kawy i herbaty. Kofeina bynajmniej nie działa szkodliwie (równie jak i teina), pobudza zaś chwilowo organizm, nie zostawiając jednak żadnych szkodliwych śladów; kofeina wywołuje te same mniej więcej skutki, co kawa i herbata; aby połączyć podniecające działanie kofeiny i odżywcze działanie kakao, Schnyder radzi używać mieszaniny (5 g kofeiny + 5 g kakao + 10 g cukru).

St. St. (Sterling). Alkohol na wycieczkach górskich. Wszeczeńświat 1907, 26, 560 (1 IX)

Przebudzenie potwora

Wezuwiusz posiada swoje własne życie. Umie przede wszystkim spać przez długie lata głęboko i cicho. Niczem nie zdradza, że posiada wewnątrz ukryty rdzeń zyciodajny, który ocknięty i rozdrażniony może się stać widownią niebywałych, pożarowych awantur. Wezuwiusz umie spać. Przez długie lata słońce spala wtedy stare lawy na jego zboczach, które wietrzeją, i różowieją w terra rossa. Winnice, które wieńczą stopy góry, milczkiem niestrudzenie wysysają głębokimi korzeniami tu i owdzie zaczajoną wilgoć, którejby wędrowiec stąpający po rozpalonej ziemi nie podejrzewa wcale. Każdej jesieni rozlega się śpiew winobrania, namiętny i melodyjny a zarazem zatruty kilkoma kroplami cichego smutku; w zimie trochę śniegu ubarwia ciemny stożek, tworząc faciatę plamy i smugi. A kiedy wiosna powraca, wysypują się znowu jaszczurki na kamienie, w których pobłyskują kryształki augitów na słońcu. Oliwka sędziwa dalej wygina swe gałęzie jak to zwykła czynię polska wierzba; zszadziła jej liście rzucają odrobinę cienia, pod którą chroni się wędrowiec, aby odpocząć i ze świeżymi siłami mózgu dalej wdrapywać się na wulkan i stanąć nad brzegiem śpiącego krateru.

I oto leży przed nim ten krater w postaci przedzikich rozpadlin, najeżony tysiącem ostrych zwalisk. Niebysła i wymarzone tło dla sądu ostatecznego! Kiedyś był lejkowaty, kształtny, pełen dymu i żaru. Pracował zaciekłe, wypływał ze siebie ogniste fontanny i rozdził gigantyczne, czarne pinie o fiołkowych kwiatach węzowatych błyskawic. Z tego okresu chwały i pracy pozostały ruiny. Bo jakżeż nazwać inaczej nieforemne zapadliska, przepelnione gruzami rozpekniętych bloków, ku którym spływają czarne piargi pogruchotanych bomb, zatrzymujące się na krawędziach rozrytego i roztraskanego na tysiące kawałków zagłębia krateralnego? Wśród spiętrzonych law rysują się głębokie, ponure szczeliny. Wicher zesypuje w nie od czasu do czasu piasek z drobnych kryształów, tak że szelest przypomina się smutnych cmentarnych pustkowi. Panuje śmierć dokoła, zgroza niebysłałego zniszczenia. A jeśli na boku prostopadłej ściany świecą jeszcze płyty żółtego śniegu, to nienadługo. Zaczaiły się naprzód po lawę skrzepłą, aby nie zamieść, gdyż pociski słoneczne zlewają żar i niosą spustoszenie. Rozpadliny gigantyczne i zawrotne krzyżują się i jeżą na wszystkie strony i tworzą labirynt zupełnie niedostępny.

Byłaby w tym kraterze zupełna śmierć i cisza, gdyby nie fumarola, sycząca nad jedną z prostopadłych szczelin. Ta, wydobywając się z głębi ziemi, roztacza dokoła siebie ślady jakiegoś takiego życia. Na skałach czarnych i szarych rodzi barwiste plamy rozmaitych nalotów, które jak kwiaty wybudowują ogród w tem dzielim pustkowiu. Oto subtelne, żółte kryształki siarki rzucają zielonkawą odbłyśki na wykwiły rozmaitych soli aluminowych, białych jak śnieg, ale bez fioletoń prawdziwego śniegu w cieniu. Czerwone plamy realguru krwawią się wśród złociści fibroferytu i zielono-azurowych smug rozmaitych połączeń miedzi. Dokoła głównej fumaroli cała ziemia niejako dymi. Są tu małe fontanny pary wodnej, które wzbijają się w powietrze nakształt przejrzystych, tylko pod słońce widzialnych krzaków a wy-

rosnąwszy na niespełna metr zaraz rozwiewają się cicho i bezgłośnie. To wszystko, co pozostało z dawnego życia. Cisza martwa zalega także w łonie góry. Nadaremnie przykładamy ucho ciekawie do ziemi, najmniejsze stuknięcie lub rdzenie nie zdradza wewnętrzznego ognia. Cały krater wygląda jakby po strasznej walce. Przypominają się meoty starej Grecji, które mówią o gigantycznych zapasach bóstw Starożytności. Tytanów gorejących ogniem paliby pioruny Zeusa, poranionych zawałono gruzami i blokami olbrzymich rozmiarów. Stare bóstwa zaledwie dają znaki życia z popod gruzów. Młode zaś tryumfują i świat barwną symfonią przepajają; oblewają wszystko światłem, słońcem i czystym powietrzem. Apollo-słońce rozkołysał nawet powietrze do tańca. A morze śpiewa na dole, mrowi się po horyzont, spogląda pogodną żrenicą na bujne miasta, które na wybrzeżu pobłyskują szybami i kolorowymi ścianami.

Aż pewnego dnia ni stąd ni zowąd fumarola w kącie starego krateru zaczyna się ożywiać. Budzi się z ospałości. Zaczyna ciskać większe kłęby pary niż dotychczas, zarazem silniej syczy. W szczelinie zaś rozlega się melodyjny śpiew kipiącej wody. Pod górą przebiega grzmot przytłumiony jakby toczenie się kuli po podziemnej kręglielni; bardzo powoli ginie ten huk w oddali, ledwie zamrze, już powtarza się. W ten sposób wulkan poczyna budzić się z głębokiego, kilkoletniego snu. To budzenie się jest pełne majestatu i pełne zarazem spokoju, który jak wiadomo zawsze odznacza siły nieprzemienne. Fontanny pary wodnej niedawno leniwie dymiące, poczynają teraz na poszarpanych ścianach krateru wędrować jak błędne ogniki. Podwajają się, trójją, rozrastają, kłębią się i mocują ze sobą. Wieczorem lub późno w nocy ze Santa Lucia w Neapolu sokoli wzrok dostrzeżę na Wezuwiuszu znowu po długich latach czerwone błyski i krwawe refleksy, które rytmicznie pojawiają się i giną. Są to początki erupcji. Bo za tydzień, za dwa lub trzy gruchnie po miastach i miasteczkach skupionych pod wulkanem trwożna wieść o wzmaganiu się ognia wewnątrz góry. Wśród winnic podczas pracy chłopak i dziewczyna od czasu do czasu poczują, niespokojnie wzrok rzucić na głowę wulkanu i jego dymiący czub. Ich śpiew zabarwi się większą melancholią, bo w głębi duszy poczną wzbierać pierwszy, cichy niepokój. Bez żartów zaczyna wulkan budzić się i ożywiać.

Fumarole wypełniają teraz cały krater. Wylatują hałaśliwie ze wszystkich szczelin, kołują i kręcą się jakby pijane. Tańczą w gigantycznej arenie pogruchotanego cyrku, rzucają się na siebie a pod batem wichru rozpylają się w powietrzu. W takim dniu stanąwszy nad kraterem, doznajemy niezapomnianych uczuć. Od czasu do czasu wyrwa się gwałtownie z głębi ziemi słup śnieżnej pary wodnej. Wylatuje jak z procy, rozrasta się w drzewo z misternie toczących się wolut. Głuchy huk i trzęsienie poprzedza każdy taki słup. Gdyby nie piasek i żuźle lawowe o metalicznym chrzęście, które dokoła nas stacają się po stokach wulkanu w takiej chwili, nie wiedzielibyśmy nic może o tem; że ziemia zlekka zadrdzała. Co dzieje się w głębi? — pytamy. Co oznaczają te przytłumione wystrzały we wnętrzościach pod nami i te słupy wyzwalających się śnieżystych głów pary wodnej. Przygotowuje się góra do awantur — mówi przewodnik. Spoglądamy wtedy na dół i widzimy na stożku wulkanu tysiące złotych dajonych winnic, pomarańczowe sady i gaje oliwek, niższe miasta rojne i wesole. W winnicach pracują w pocie czoła ludzie. Skopują ziemię, ścinają niepotrzebne gałązki, przymocowują młode pędy do tyk. Jakiś niebysłały kontrast jest między tą cichą, bezmienną, może nadaremna nawet pracą a pracą wulkanu. Ten co kilka sekund daje zsyszc głuchy huk podziemny, po którym wysuwają się natychmiast nieskalanie czyste pary. Czasem zaś po huku wylatuje inna chmura: ciemna, jadowita. Wypada jak złowroga siła, rozpędza śnieżne woluty, zabrudza je, napawa powietrze zapachem siarki i chloru. Ten czarny grzący dym, wlatujący błyskawicznie między śnieżne korowody, przypomina złego ducha. Wynurza się niespodzianie i gwałtownie jak nadeptana żmija i jak Atylla tratuje i pustoszy wszystko. Wezuwiusz na dobre ze śpiących powstaje. Cały drży coraz częściej. Huki, rodzące się niedawno temu jeszcze głęboko pod ziemią, poczynają teraz powstawać w samym kraterze. Zbliżyły się do powierzchni. Są to eksplozje rytmiczne, prawdziwe salwy armatnie. Stanąwszy nad czeluścią krateru, w chwili, w której wiatr zwieje nieco dymy na stronę a przez to odsłoni dno amfiteatru, ze zdumieniem dostrzeżemy głęboko pod nami żarzącą się złowrogą lawę. Wygląda jak straszliwie krwawie oko, ropiące się i dymiące. Tej lawy nie było kilka dni temu jeszcze. Jak wąż musiała przewijać się przez ośrodek wulkanu, aby z tajemniczych głębi podnieść się w górę i wpłynąć na dno starego krateru.

W chwilach spokoju czy snu Wezuwiusza spoczywała głęboko w ziemi, zczajona, senna, nieruchoma. Ocknięta zaczęła się podnosić szeroką kolumną ku gwiazdom, podobna do rakiety w łonie ziemi; zbliżając się do krateru zaczęła ożywiać fumarolę w jego wnętrzu. Po drodze zaś wchłaniała z chciwością najmniejsze ślady wilgotności, na które natrafiała, napawała się tą wilgocią a przez to stawała się może płynniejszą i ruchliwszą. Tak wpłynęła do wulkanicznej kuźni i w niej odtąd pryska, fuka i burzy się. Co która nowa ilość lawy wypłynie na

powierzchnię, natychmiast wypadają z niej gazy z takim łoskotem, że góra drży w posadach. Wypadając, rozrywają ognistą ciecz w strzępy, tak że setki rozpalonych kropeł i bloków wylatuje w powietrze. Po chwili wszystkie te materiały spadają znowu na dół i wybudowują dokoła lawowej studni stożek nasypowy. Lawa bawi się. Podnosi raz stożek w jednym miejscu, to znowu w drugim. Potem jakby skupiła za jednym zamachem wszystkie siły, zabiera się do tworzenia jednego tylko nasypu. Podnosi go coraz wyżej, jako czarną wyspę wśród

morza ze śnieżnych par i rdzawych dymów. Wyspa ta rozrasta się, rozszerza, rozpanosza. Staje się panem i władcą krateru. Zrazu niższa od jego brzegów, powoli zrównywa się z nimi, potem zaczyna je przerastać, spoglądać na nie z góry.

Limanowski M. Wezuwiusz, Wszechświat 1907, 26, 513 (18 VIII)

oprac. Jerzy G. Vetulani (Kraków)

RECENZJE



Kawiak J., Krzanowska H., Płytycz B., Zabel M. (red.) **Słownik Biologii Komórki**. Polska Akademia Umiejętności, Kraków, 2005, 489 ss. ISBN 83-60183-04 [+CD-ROM z pełnym tekstem]

Polska literatura przyrodnicza wzbogaciła się o bardzo użyteczną pozycję słownikową, która będzie bardzo przydatna dla szerokich kręgów pracowników naukowych w wielu dyscyplinach przyrodniczych,

nauczycieli akademickich i studentów kierunków przyrodniczych, a także nauczycieli i uczniów szkół średnich.

Słownik powstał z inicjatywy Zarządu Głównego Polskiego Towarzystwa Biologii Komórki, a drukiem wydała go Polska Akademia Umiejętności w Krakowie. Należy podkreślić, że jest on dedykowany pamięci zmarłej Profesor Haliny Krzanowskiej — członka PAN i PAU — której twórczy wkład w rozwój cytobiologii jest wysoko oceniany nie tylko w Polsce, ale także w świecie.

Redaktorami słownika są profesorowie Jerzy Kawiak z Centrum Medycznego Kształcenia Podyplomowego w Warszawie, Halina Krzanowska (†), Barbara Płytycz z Instytutu Zoologii UJ w Krakowie oraz Maciej Zabel z Akademii Medycznej we Wrocławiu. Redaktorzy zaprosili 37 specjalistów z różnych działów cytobiologii, dzięki czemu powstał słownik zawierający blisko 3400 haseł z zakresu cytologii, histologii, biologii molekularnej, cytogenetyki, wirusologii, bakteriologii, protozoologii, parazytologii, immunobiologii, medycyny i wielu innych działów biologii.

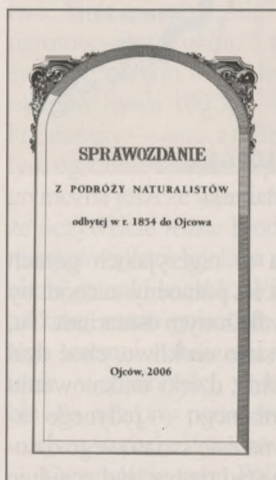
Jak podkreślono w „Przedmowie” głównym celem słownika jest umożliwienie szybkiego odszukania haseł dotyczących ... *budowy i biologii komórki roślinnej i zwierzęcej*. Ma on także być pomocny przy korzystaniu z anglojęzycznej literatury i dlatego przy każdym polskim haśle zamieszczono angielskie odpowiedniki.

Redaktorzy mają świadomość niedoskonałości pierwszego wydania „Słownika” i dlatego proszą jego użytkowników o nadsyłanie uwag i propozycji zmian oraz uzupełnień na podane adresy elektroniczne.

Za wysoce godne pochwały należy uznać, że każdy wydrukowany egzemplarz jako dodatek ma dysk CD z pełnym tekstem słownika. Co więcej, Redaktorzy zapowiedzieli zamiar udostępnienia słownika na stronie internetowej Towarzystwa Biologii Komórki. Inicjatywa ta zasługuje na pochwałę, gdyż upowszechni to korzystanie ze słownika oraz

umożliwi wymianę informacji z jego użytkownikami. Zamiarem redaktorów i współautorów jest bowiem przekształcenie ... *skromnego obecnie „Słownika” w „Ilustrowany Leksykon Biologii Komórki”*. Należy życzyć Redaktorom i Autorom „Słownika” realizacji ich zamierzeń, gdyż w takim przypadku polska przyrodnicza literatura wzbogaci się o kolejną bardzo wartościową pozycję.

Jerzy J. Lipa (Poznań)



NATURALIŚCI W OJCOWIE

Latem 1854 r. miała miejsce oryginalna wyprawa warszawskich naturalistów, czyli przyrodników, na Wyżynę Krakowsko-Częstochowską. Kilkunastoosobowa grupa wybrała się tam z inicjatywy znanego i dziś Wojciecha Jastrzębowskiego lub Antoniego Wagi, czy też wskutek rozmów między nimi – sprawa pozostaje nadal nierozstrzygnięta. Osobliwością jest to, że dla uczestników jurajski (w sensie geologicznym) teren był niemal tak egzotyczny, jak, nie przymierzając, kontynent afrykański! No cóż, tak to i nadal bywa z wieloma warszawiakami. Przemierzając przez wiele dni rozległy obszar obserwowano i notowano — przede wszystkim różnice w stosunku do Mazowsza. Jednakże odnotowano i wiele nowych wówczas gatunków flory i fauny. W tym sensie wyprawa miała doniosłe znaczenie dla polskiego przyrodznawstwa. Nie jest ona mimo to dostatecznie spopularyzowana w naszym kraju. Wysiłki zmierzające do poprawy sytuacji w tym zakresie podejmuje jednak Ojcowski Park Narodowy, organizując spotkania na ten temat i publikując różne materiały.

Najnowszą pozycją dotyczącą przedstawionej wyprawy jest „Sprawozdanie z podróży naturalistów odbytej w r. 1854 do Ojcowa”, wydane w bibliofilskim nakładzie 200 egz. przez Ojcowski Park Narodowy w 2006 r. (ISBN 83-60377-01-4). To bardzo interesujący reprint oryginalnych, obszernych trzech tekstów z *Biblioteki warszawskiej. Nowej Seryi* z lat 1855-1857. Poza dywagacjami naukowymi, nieco dziś humorystycznymi i prowadzonymi w jakże odmiennym od

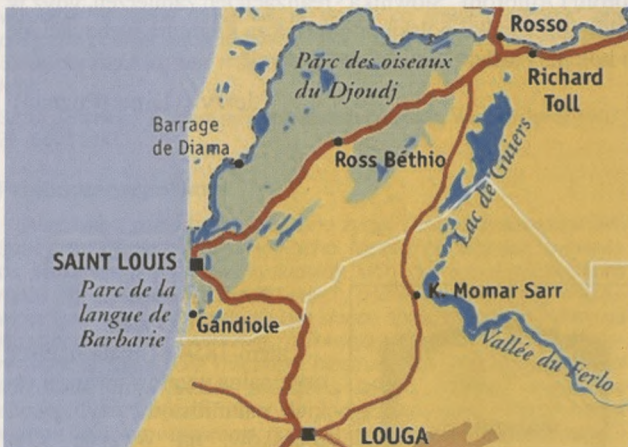
dzisiejszego suchego, żargonowego stylu, czytelnika współczesnego „radują” takie terminy, jak choćby *zwierzęta miękkie* (mięczaki), *mul kościowy* czy *rodzaj skorupny* (skorupiaki). Interesujące wprowadzenie pod kątem prekursor-skich badań kompleksowych uczynił Jerzy Pawłowski, który wraz zastępcą dyrektora OPN do spraw naukowych Józefem Partyką opracował zestawienia gatunków flory i fauny (z uwzględnieniem oryginalnych zapisów oraz współczesnej syste-

matyki i nazewnictwa) oraz indeksów nazwisk i nazw geograficznych, łącznie 170 stron. Książka, z portretem Antoniego Stanisława Wagi na frontyspisie, jest przeto nie tylko łatwa do wykorzystywania, ale i czyta się ją z dużą przyjemnością. Nie pozostaje nic innego, jak pogratulować Dyrekcji Parku nader udanego przedsięwzięcia!

Krzysztof R. Mazurski (Wrocław)

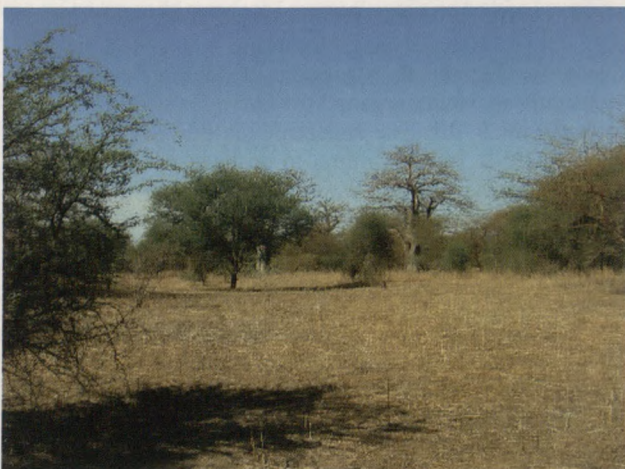
WSPOMNIENIA Z PODRÓŻY

Park Narodowy Dżudż



Ryc. 1. Położenie PN Dżudż. Fot. K. Mazurski

Rzeka Senegal, wypływająca w nigeryjskich górach Futa Dżalon, zatacza olbrzymi łuk na północny-zachód, by po 1730 km ujść do Atlantyku wydłużonym estuarium. Tu, na wąskiej i długiej wyspie, powstało urokliwe, choć dziś nieco zaniedbane miasto Saint Louis, dzięki unikatowemu kompleksowi budownictwa kolonialnego — jedyne takiego w całej Afryce, wpisanemu na listę światowego dziedzictwa UNESCO. Jedyne 60 km stąd na wschód znajduje się inny obiekt z tej listy: od 1981 r. to także Park Narodowy



Ryc. 2. Sawanna parkowa na peryferiach parku. Fot. K. Mazurski

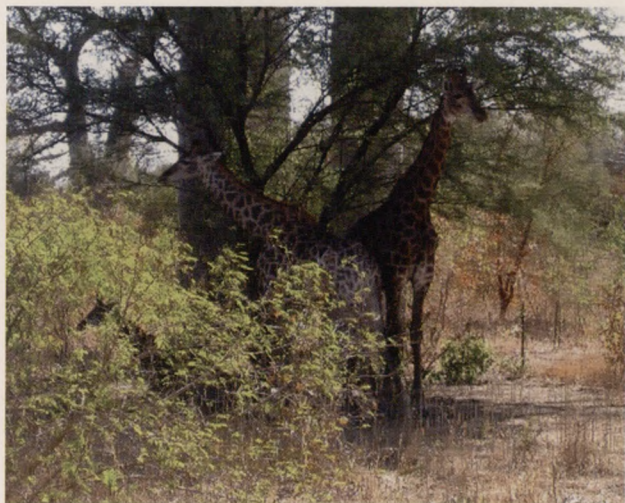


Ryc. 3. Spokojne nosorożce. Fot. K. Mazurski

Dżudż (Djoudj), powołany do życia dziesięć lat wcześniej. Swoimi granicami obejmuje 160 km², w tym 12 km² stałej powierzchni wodnej. Są to rozgałęzienia, starorzecza, oczka jeziorne, mokradła, obszary mangrowe i tereny sawannowe, połączone odpływami ze wspomnianą rzeką, którą w pobliżu przebiega granica z Mauretanią. Ów Park jest jednym z sześciu, ustanowionych w Senegalu. Pozostałe to: Niokola Koba (8000 km²) w południowo-wschodnim Senegalu, jedna z największych ostoi zwierzyny w zachodniej Afryce;



Ryc. 4. Kwitnący bananowiec. Fot. K. Mazurski



Ryc. 5. Jak zwykle ciekawskie żyrafy. Fot. K. Mazurski

Delta Saloum (730 km²); Basse Casamance (40 km² lasu tropikalnego); Langue de Barbarie (20 km², też koło Saint Louis, gdzie chroni się ptactwo, do lat siedemdziesiątych XX w. także żółwie — dziś nieobecne) i PN Madaleine (4,5 km² wysepek ptasich koło Dakaru). Wszystkie one są dostępne do zwiedzania w porze suchej, która trwa od połowy września do połowy czerwca. Jest też pięć rezerwatów i jeden rezerwat prywatny Bandia, założony na wykupionym od władz terenie przez międzynarodowe konsorcjum.

Dżudż stanowi swoistą reminiscencję lepszych klimatycznie czasów tych terenów. Obecnie zaliczane są one do Sahelu: strefy półsuchej, przechodzącej w półpustynną, okalającą od południa Saharę. Zajmuje ona powierzchnię większą od Stanów Zjednoczonych, na którą ciągle przesuwa się pustyńne wydmy, szczególnie w rejonie Ferlo, tj. na południowy-zachód od środkowego biegu Senegalu. Nie zawsze jednak tak było. Naskalne malowidła z północnej części kraju, obrazujące sceny myśliwskie i różne zwierzęta, dowodzą klimatu wilgotnego i bujnej roślinności w paleolicie, jeszcze 6–2 tys. lat temu. Już wtedy bowiem zaczęły przybywać tu ludzkie hordy, z czasem przechodzące w osiadłą ludność. Pierwsze jednak państewka zaczęły tu się kształtować na początku naszej ery, by w IX–X w. rozkwitnąć u ujścia Senegalu w królestwo Tekrur. Potem były wpływy królestw Gana i Mali, zaś od połowy XI w. ma-



Ryc. 6. Grupka pelikanów na wysepcie. Fot. K. Mazurski



Ryc. 7. Fantastyczne kształty baobaów z sępami. Fot. K. Mazurski

rokańskich Almorawidów z purytańskiej sekty islamskiej. Dziś jednak w państwie tym, niepodległym od 1960 r., dominuje łagodniejszy islam sunnicki.

Zróznicowane siedliska — od półsuchych do wodnych, z roślinnością sawannową poprzez namorzyny do hydrofilnej, przyciągają do Dżudż, swoistej oazy zieleni i wód wśród Sahelu, wiele gatunków fauny. Bytują tu więc bawoły, antylopy, hieny, szakale, warany, małpy, także krokodyle. Wśród zarośli przemykają niekiedy masywne nosorożce. Jednak o biologicznej wartości Parku stanowi ptactwo, którego notuje się rocznie ponad 400 gatunków w ogromnej masie około 3 mln okazów! Stąd jest to trzeci na świecie pod tym względem obszar chroniony. Samych flamingów bywa 100 tys., białych pelikanów 10 tys. Także kormorany — wraz z tymi ostatnimi, tworzą w styczniu i lutym ogromne kolonie. Spośród tego bogactwa gatunkowego można jeszcze wymienić marabuta, orła rybołowa, a także oczywiście różne brodzie, jak czaple (szczególnie karmazynową) czy bociana czarnego, zaś na wodach pływają różne gatunki kaczek. Większość z nich przybywa tu tylko na zimę, reszta gniazduje w marcu i kwietniu. Dla ochrony tego terenu i stabilizacji stosunków wodnych, a co za tym idzie — roślinności, wybudowano wielokilometrowe groble dla ochrony przed wezbrzeniami Senegalu, które mają miejsce w porze deszczowej.

Oczywiście teren PN Dżudż objęty jest badaniami naukowymi, które prowadzone są przez Stację Biologiczną, usytuowaną wraz z pobliskim ośrodkiem recepcyjnym tuż obok głównego wejścia dla zwiedzających. Na ich potrzeby wytyczono około 50 km tras samochodowych oraz urządzono punkty obserwacyjne, głównie w południowej i środkowej części. Dużo wrażeń dostarczają wycieczki zmotoryzowane łodziami po samej rzece i jej rozlewiskach, dające szansę na poznanie różnych biotopów i gatunków fauny. Ze względu na bliskość coraz popularniejszego wśród turystów zachodnich Saint Louis i Park zyskuje na rosnącej licznie gości. Do nich można zaliczyć grupę Międzynarodowego Stowarzyszenia Przyjaciół Przyrody (International Friends of Nature/Naturfreunde Internationale), w której był i autor.

Krzysztof R. Mazurski (Wrocław)

Listy z Antarktydy¹ (c. d.)

Dedukuję Nusi

8. Dlaczego ogórek nie śpiewa?

Dziewiętnastego grudnia 2000 r. wstałem o czwartej rano. Silne falowanie morza w Cieśninie Drake'a wyraźnie osłabło, co sygnalizowało zbliżanie się statku do archipelagu Szetlandów Południowych. Dwie godziny później przed statkiem pojawiły się pierwsze wyspy archipelagu: po lewej Bridgeman - mała szara wysepka wulkaniczna w kształcie stożka, po prawej zaś - zalodzony północny brzeg Wyspy Króla Jerzego. W lekkiej mgiełce zamajaczyły jej najbardziej wschodni brzeg: urwiska skalne Północnego Przedpola (North Foreland), Dalekie Nunataki i Nunatak Jenny oraz Półwysp Melville'a odcięty od reszty wyspy długim, białym klifem Lodowca Moby Dicka nad Zatoką Zagłady (Destruction Bay). Dwustumetrowej wysokości czarna ściana półwyspu wznosiła się nad płytkim szelfem najeżonym bazaltowymi szeregami i izolowanymi iglicami skalnymi. Nad półwyspem, jak zwykle ukryty w chmurach, górował 550-metrowy szczyt wygasłego przed trzystu tysiącami lat wulkanu Melville Peak.

Kolejno pojawiły się: silnie spękany, w wielu miejscach postrzępiony od świeżych obrywów gór lodowych, klif Lodospadu Sherratta nad zatoką o tym samym imieniu, następnie niewysoki stożek drzemiącego Wulkanu Pingwinów. Dalej odsłoniła się Zatoka Króla Jerzego z czarną skałą Lwiego Zadu (Lions Rump) u podnóża Lodowca Orła Białego, nad którą dźwigał się masyw Grani Chopina.

Do Zatoki Admiralicji wpłynęliśmy przy bezwietrznej, słonecznej pogodzie około dziesiątej rano. Na Stacji Arctowskiego chlebem i solą powitał nas Sebastian Baranowski, kierownik właśnie kończącej się 24-ej wyprawy. Zostałem zakwaterowany w pokoiku przy szklarni, w której dojrzewały pomidory i ogórki. Na stole oszklonej werandy rozłożyłem swoje mapy, notatki i rysunki... cóż to za luksus!



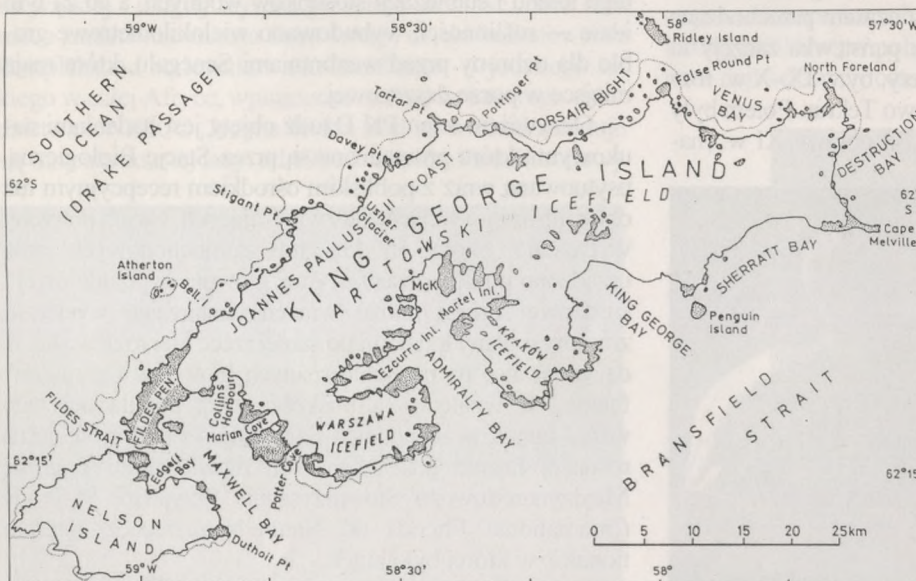
Ryc. 2. Drzemiący wulkan Wyspy Pingwinów (Penguin Island). Na dalszym planie wygasły wulkan Melville Peak i Półwysp Melville'a (na prawo od wulkanu). Fot. (z helikoptera) K. Birkenmajer



Ryc. 3. Drzemiący wulkan Wyspy Pingwinów (Penguin Island). Widoczny stożek główny z Kraterem Centralnym (171 m n.p.m.: 17-18 wiek) oraz Krater Petreli (po lewej, w głębi: 1905 r.). Fot. (z helikoptera) K. Birkenmajer

Stacja Arctowskiego, po remoncie wykonanym dwa lata temu, wyglądała dobrze. Jej główny budynek, tzw. „samolot”, magazyny, hala energetyki i laboratorium biologiczne zostały odmalowane, ich zniszczone części powymieniano na nowe. W miejscu dawnego garażu łodziowego, z resztek drewna budowlanego powstał kiosk dla turystów zbudowany w stylu zakopiańskim przez Krzysia Zubka i jego brata. Jego ściany zdążyły już zbieleć pod działaniem oprysku wody morskiej.

Na starym wale burzowym między skałą latarni morskiej a bazaltowym Przylądkiem Rakusy, zaszły duże zmiany: Zatoka Półksiężyca znacznie powiększyła się pod naporem często tu ostatnio pojawiających się fal sztormowych, jej nowy wał burzowy wkroczył na mszarnik, przysypując luźnym



Ryc. 1. Położenie Zatoki Admiralicji (Admiralty Bay) w Wyspie Króla Jerzego, Szetlandy Południowe. McK — Mackellar Inlet

¹ Fragmenty przygotowywanej do druku książki o polskich wyprawach antarktycznych z lat 1980–2001



Ryc. 4. Najbliższe otoczenie Stacji Naukowej PAN im. Henryka Arctowskiego, Wyspa Króla Jerzego (izohipsy w metrach n.p.m.)

żwirzem bezładnie rozrzucone kości wielorybów, pochodzące z okresu polowań na te wielkie morskie ssaki prowadzone głównie przez Norwegów przed blisko stu laty. Z licznych tu dawniej haremów słońi morskich pozostał tylko jeden, zupełnie natomiast znikły pagórki gniazd papuasich pingwinów „gentoo” *Pygoscelis papua*.



Ryc. 5. Widok na Stację Naukową PAN im. H. Arctowskiego, Wyspa Króla Jerzego w czasie lata antarktycznego. Na dalszym planie — lodowa Kopuła Krakowa. Fot. K. Birkenmajer

W Zatoce Ezcurre, od czasu ostatniego tu mojego pobytu przed kilkunastu laty, zaszły stosunkowo niewielkie zmiany w zasięgu lodowców i lodospadów. W niektórych lodospadach, spod nawisu lodowego odsłoniły się czarne lawy, brekceje wulkaniczne i konglomeraty lawowe. Większa recesja lodu nastąpiła w zatokach Goulden i Cardozo, gdzie widoczne były nowe skałki w morzu i na lądzie. Znaczne zmiany nastąpiły natomiast na południe od stacji, u czoła Lodowca Ekologii. Od 1979 r. jego klif lodowy cofnął się o 350 m, co dawało średnio ponad 17 m ubytku lodu na rok, powstała nowa płytką zatoka, odsłoniła się sze-

roka morena denną, wśród której widniały barance skał podłoża porysowane głazami transportowanymi przez lodowiec.

Na statku pojawił się problem z maszyną: aż trzy z dwunastu cylindrów okazały się nieuszczelnione, do paliwa dostawała się woda z chłodzenia, silnik został więc rozebrany na części i wszyscy trzej mechanicy pracowali *non stop*, by usunąć awarię.

Z amerykańskiej stacji ornitologicznej „Pieter J. Lenie”, znajdującej się na wybrzeżu nazywanym „Copacabana”, przyszedł do nas pracujący tam dla Amerykanów młody czeski botanik Ladislav (Ladi) Rektoris, wraz z naszą rodaczką Magdą Owczarek. W sali jadalnej/świetlicy wisiała kopia ich „aktu ślubnego” zawartego w obecności kierownika Stacji Arctowskiego Sebastiana Baranowskiego i trzech świadków. Czy jednak ich polarny ślub wy-

trzyma próbę czasu?

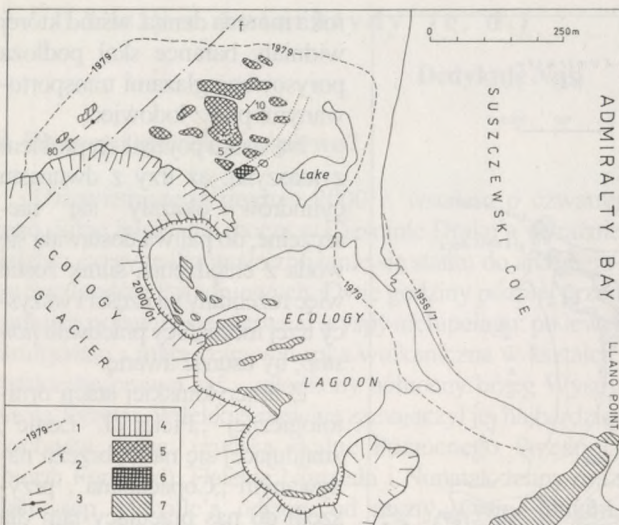
Prósząc śnieg, gęsta mgła i ogólnie biorąc kiepska pogoda, odstraszyły gości z brazylijskiej stacji „Comandante Ferraz” znajdującej się na Półwyspie Kellera, jak też z peruwiańskiej stacji „Machu Picchu” ulokowanej na Cap Crépin, zaproszonych na pożegnanie 24. wyprawy.

Po południu 21. grudnia, na statek zaokrętowała się cała grupa zimowników i obydwaj profesorowie, którzy przybyli tu ze mną przed kilku dniami. „Horyzont II” zabuczał syreną trzy razy długo i raz krótko, i odpłynął w drogę do kraju.



Ryc. 6. Czaszka wieloryba — pozostałość polowań na wieloryby z początku 20. wieku. Zatoka Półksiężycy koło Stacji im. H. Arctowskiego, Wyspa Króla Jerzego, lato antarktyczne. Fot. K. Birkenmajer

Dwa dni później, w słoneczną, bezwietrzną pogodę wyszedłem na wznoszący się nad stacją skalny grzbiet, w niższej części służący za gniazdowisko dla dziesiątków tysięcy pingwinów Adeli *Pygoscelis adeliae* i mniej licznych pingwinów antarktycznych — „policjantów” *Pygos-*



Ryc. 7. Recesja Lodowca Ekologii na południe od Stacji im. H. Arctowskiego odsłaniająca formacje wulkaniczne podłoża (według Birkenmajera, 2002). 1 — pozycje czoła i klifu lodowego w latach 1956/7, 1979, 2000/1; 2 — prawdopodobny przebieg uskoku przesuwczego; 3 — upady stratyfikowanych wulkanitów (normalny; pionowy; odwrócony); 4 — formacja Zatoki Arctowskiego (paleocen-eocen); 5–7 — formacje grupy Lodowca Baranowskiego (kreda górna)

celis antarctica. W górnej części grzbietu, ponad pingwiniskiem, znajdował się grób znakomitego reżysera filmów przyrodniczych Włodka Puchalskiego. Już ponad dwadzieścia lat upłynęło od jego śmierci. Obłożony kamieniami grób był w dobrym stanie, wznosił się nad nim krzyż-rzeźba z brązu dłuta znanego krakowskiego rzeźbiarza Bronisława Chromego. Przy grobie trzymała wartę para gnieźdzących się tu wielkich drapieżnych ptaków — antarktycznych wydrzyków skua *Catharacta skua*. Ponoć żyją one nawet ponad dwadzieścia lat — może to zatem Kaśka, ulubiona skua Włodka i jej partner?

W przeddzień wigilii połączyłem się systemem satelitarnym z domem w Krakowie, by złożyć Nusi życzenia świąteczne. Moja biedna żona rozplakała się i powiedziała, że czuje się bardzo samotna. Piesek Jax także: każdego dnia czeka na próżno, kiedy wreszcie pójdzie ze mną na spacer. Jakże trudno jest pogodzić badania naukowe na końcu świata ze szczęściem w domu!

W wigilię rano zabawiałem się w ogrodnika. Posadziłem w szklarni dziesięć cebul na szczypiorek, zasiałem rzodkiewkę, pietruszkę, cebulę i rzeżuchę, jakieś kwiatki z nasion zakupionych w Brazylii, oczyściłem ze starych liści krzaki pomidorów, na których czerwieniły się aż cztery dorodne owoce, a ze dwadzieścia było jeszcze zielonych. Sześć chudych ogórków miało już ponad 10 cm długości. Niedługo będą mogły powędrować na stół, by przypomnieć



Ryc. 8. Widok na Stację im. H. Arctowskiego z pingwiniska. Na dalszym planie góra Point Thomas, wylot Zatoki Ezcurra i lodospady w obrzeżeniu Kopyły Arctowskiego. Fot. K. Birkenmajer

polarnikom, że są takie kraje, gdzie ogórek, choć — w przeciwieństwie do kanarka — nie śpiewa, to jednak dojrzewa i w ogrodzie i w konserwie.

Dlaczego ogórek nie śpiewa?

*Pytanie to w tytule
postawione tak śmiało,
choćby z największym bólem
rozwiązać by należało.*

*Jeśli ogórek nie śpiewa
i to o żadnej porze,
to widać z woli nieba
prawdopodobnie nie może.*

*Lecz jeśli pragnie? Gorąco!
Jak dotąd nikt. Jak skowronek.*

*Jeżeli w słoju nocą
czy przelewa zielone?*

*Mijają lata, zimy,
raz słońeczko, raz chmurka;
a my obojętnie przechodzimy
koło niejednego ogórka.*

(K. I. Gałczyński)

Ale dlaczego właściwie żaden z tych sześciu ogórków nie śpiewa?

Myślę, że jest im zbyt zimno na Antarktydzie, nawet w szklarni.

Autor jest emerytowanym profesorem zwyczajnym w Polskiej Akademii Nauk w Krakowie

Krzysztof Birkenmajer (Kraków)

Najpiękniejsze ptaki Pomorza



Kormoran czarny *Phalacrocorax carbo*. Fot. Arkadiusz Labudda

FOT. M. MATYSIAK www.mateuszmatysiak.pl

...najpiękniejsze PTAKI POMORZA

30 zdjęć

najpiękniejszych ptaków Pomorza.
Pospolite, charakterystyczne i te najrzadsze...
Najlepsi fotografowie ptaków Pomorza.
Wystawa rekomendowana przez
Związek Polskich Fotografów Przyrody,
Związek Polskich Artystów Fotografików,
Ogólnopolskie Towarzystwo Ochrony Ptaków...

NAJPIĘKNIEJSZE



**PTAKI
POMORZA**

wystawa fotografii

GDAŃSK 2007

→ **TERMIN WYSTAWY**
30 WRZEŚNIA DO 30 LISTOPADA

→ **WERNISAŻ**
29 WRZEŚNIA 2007

→ **AUTORZY FOTOGRAFII**

**CEZARY KORKOSZ
ARKADIUSZ LABUDDA
MATEUSZ MATYSIAK
CEZARY PIÓRO
ARTUR TABOR**

WIĘCEJ INFORMACJI O WYSTAWIE NA

www.hotel-oliwski.pl

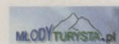
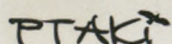
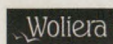
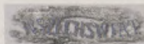
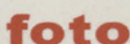


MIEJSCE WYSTAWY → **HOTEL OLIVSKI****
AL. GRUNWALDZKA 527, RÓG PIASTOWSKIEJ, 80-320 GDAŃSK



ORGANIZATOR

PATRONI MEDIALNI



PARTNERZY

