

WSZECHŚWIAT

PISMO PRZYRODNICZE

Tom 115 Nr 7–9

Lipiec – Sierpień – Wrzesień 2014



*Calotropis – roślina suchych
obszarów Afryki*

Pasożyty pszczół

Toksyczne ptaki Nowej Gwinei

Rozsiewanie drzew przez gryzonie

Choroba Parkinsona a żywienie

Gojenie i blizny

Przyczyny czerniaka

Zapylanie przez zwierzęta

ISSN 0043-9592



9 770043 959009 >

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)

Wszechświat jest pismem punktowanym w Index Copernicus International.

Treść zeszytu 7–9 (2607–2609)

ARTYKUŁY

Anna Pacyna, Jeszcze o srebrnikowatych (Proteaceae)	171
Aleksandra Synowiec, Holocenijskie dziedzictwo	179
Joanna Gerc, Ewa Tarnowska, Genetyka populacji na przestrzeni wieku	183
Marzena Werbelska, Krzysztof Pabis, Migracje w świecie motyli	189
Piotr Sura, Toksyczne małpki	194
Monika Żelazowska, Ludzkie wszy	197
Magdalena Madej, Leopold Śliwa, Kleszcze – nie tylko borelioza	201
Mateusz Antczak, Zagadka wymierania kredowego	206
Jakub Niechcial, Energetyka wodna – jak wpływa na środowisko?	209

ARTYKUŁY INFORMACYJNE

Maria Olszowska, Cittaslow – miasteczka dobrego życia na Mazurach	212
---	-----

DROBIAZGI

Chodź do jesiennego lasu, (Maria Olszowska)	215
Krzyk w buszu, (Anna J. Jasińska)	219
Zmienność gleb w obniżeniach śródgórskich w Kotlinie Kłodzkiej, (Wiktor Halecki)	140

WSZECHŚWIAT PRZED 100 LATY

Jerzy Vetulani, Wszechświat przed 100 laty	223
--	-----

WSPOMNIENIA Z PODRÓŻY

Nina Jansen, Morze Wattowe – rezerwat biosfery w Europie	232
Krzysztof R. Mazurski, Park Narodowy Kibale (Uganda)	235
Wojciech Biedrzycki, Wyspy Kanaryjskie okiem przyrodnika	238

OBRAZKI

Nina Jansen, Bajkowy ogród	242
----------------------------------	-----

RECENZJE KSIĄŻEK

Maren Gaulke: <i>The Herpetofauna of Panay Island, Philippines. An Illustrated Field Guide</i> , (Piotr Sura)	245
Vincenzo Mercurio: <i>Amphibians of Malawi. An Analysis of Their Richness and Community Diversity in a Changing Landscape</i> , (Piotr Sura)	246
John Dawson, Rob Lucas: <i>New Zealand's native trees</i> , (Ryszard Ochyra)	247
George Gibbs: <i>Ghosts of Gondwana. The history of life in New Zealand</i> , (Ryszard Ochyra)	249

Fotografia na okładce:

Ogrodnica niszczyliśka *Phyllopertha horticola*. Fot. Maria Olszowska.

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

Cena zeszytu z bieżącego roku oraz zeszytów z dwóch ubiegłych lat wynosi 12 zł. Ceny numerów archiwalnych z wcześniejszych lat od 1 zł do 5 zł.

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

Proponujemy również dokonanie prenumeraty Pisma Przyrodniczego *Wszechświat*, poprzez wpłatę 48 zł rocznie. W sprawach prenumeraty i zakupu wybranych numerów prosimy o kontakt z P. Aleksandrem Koralem, e-mail: biuro@ptpk.org, tel. 661 482 408.

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

Ten numer *Wszechświata* powstał dzięki finansowej pomocy:

- Akademii Górniczo-Hutniczej
- Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego
- Polskiej Akademii Umiejętności



Rada Redakcyjna

Przewodniczący: Irena Nalepa

Z-cy Przewodniczącej: Ryszard Tadeusiewicz, Jerzy Vetulani

Sekretarz Rady: Stanisław Knutelski

**Członkowie: Wincenty Kilarski, Michał Kozakiewicz, Elżbieta Pyza, Marek Sanak,
January Weiner, Bronisław W. Wołoszyn**

Komitety redakcyjne

Redaktor Naczelny: Maria Śmiałowska

Z-ca Redaktora Naczelnego: Barbara Płytycz

Sekretarz Redakcji: Alicja Firlejczyk

Członek Redakcji: Barbara Morawska-Nowak

Adres Redakcji

Redakcja Pisma Przyrodniczego *Wszechświat*

31-118 Kraków, ul. Podwale 1 m. 2, tel. 661 482 408

e-mail: wszechswiat.smialo@onet.pl,

www.wszechswiat.ptpk.org

Wydawca

Polskie Towarzystwo Przyrodników im. Kopernika, Kraków, ul. Podwale 1 m.2

Projekt i skład

Artur Brożonowicz, www.frontart.pl

Druk

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

Nakład 700 egz.



PISMO POLSKIEGO TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA

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

TOM 115
ROK 132

LIPIEC – SIERPIEŃ – WRZESIEŃ 2014

ZESZYT 7–9
2607–2609

JESZCZE O SREBRNIKOWATYCH (*PROTEACEAE*)

Anna Pacyna (Kraków)

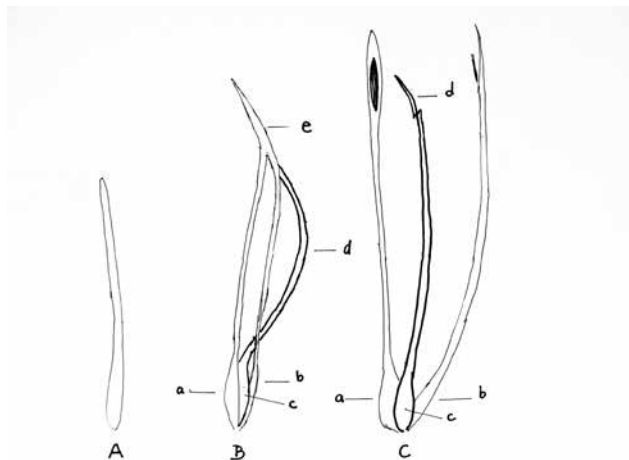
Rodzina srebrnikowatych występująca w ciepłych i gorących obszarach, głównie na półkuli południowej, jest na ogół mało znana polskiemu Czytelnikowi, a jest to jedna z najbardziej fascynujących rodzin w świecie roślin. Uwagę zwracają piękne, różnobarwne, często bardzo duże kwiatostany, zewnętrznie sprawiające wrażenie pojedynczego kwiatu. Nawet w anglojęzycznych naukowych tekstach kwiatostan *Proteaceae* nie jest określany jako „inflorescence”, a „flower” lub w najlepszym wypadku „flower-head”.

Duże zróżnicowanie dotyczy też form życiowych i pokroju poszczególnych przedstawicieli. Spotykamy tu zarówno małe krzewy, jak i krzewy średniej i znacznej wysokości, a także drzewa – niskie, średnie i wysokie – nawet do 40 m. W rodzaju *Banksia* pewne gatunki (np. *B. blechnifolia*) mają postać karłowatych krzewów, z grubą łodygą płożącą się po powierzchni gleby. Podobna postać występuje również w rodzaju *Protea* (np. u *P. aspera*, *P. witzenbergiana*). Pewne gatunki *Protea* w Kraju Przylądkowym (np. *P. humiflora*), a w SW Australii – gatunki *Banksia* i *Dryandra* mają pokrój określany w jęz. angielskim jako „geoflorous”. Rośliny te charakteryzują się bardzo niskim wzrostem i podziemną łodygą, z której ponad powierzchnię ziemi wyrastają tylko liście i nisko zwieszający się kwiatostan, zakładany pod powierzchnią gleby. Taki pokrój jest przystosowaniem do zapylania przez nietające ssaki. Natomiast kilka gatunków *Stirlingia* to rośliny zielne.

Duże zróżnicowanie wykazują również liście. Choć są zawsze wiecznie zielone i dominującą ich cechą jest twardolistność, morfologia ich jest silnie zróżnicowana – od liści pojedynczych, o różnej szerokości, całobrzegich lub ząbkowanych – po liście podzielone lub pierzasto złożone. Niektóre gatunki mają tak wąskie liście, że przypominają szpilki nagolazkowych – liście *Persoonia juniperina* przypominają szpilki jałowca (*Juniperus communis*), liście *Protea nana* przypominają szpilki sosny (*Pinus sylvestris*), a *Protea baxteri* – szpilki świerka (*Picea abies*). Inne gatunki mają liście podobne do paproci (*Grevillea robusta*). Jeszcze inne mają liście pocięte na liczne, wąskie łatki, jakie występują u niektórych baldaszkowatych (*Isopogon formosus* ma liście podobne do *Daucus carota*). U licznych gatunków liście są nagie, ale u innych są silnie jedwabiste owłosione (np. *Protea micans* subsp. *micans*, *P. suffruticosa*). U niektórych gatunków *Leucospermum* (*L. gerrardii*) ząbki na brzegu liścia mogą być zakończone jaskrawoczerwonym gruczołem.

W numerze 1–3 (t. 113) *Wszechświata* prof. E.A. Beyers przybliżył nam tę grupę roślin, pisząc o niej w wielu aspektach. Siłą rzeczy dość skrótowo omówił budowę kwiatów i kwiatostanów oraz sposoby zapylania, a są to zagadnienia niezmiernie ciekawe. W wielu przypadkach strategia zapylania i związków kwiat – zapylające zwierzę są niespotykane w innych grupach roślin. W dużej mierze tych to właśnie zagadnień

dotyczy niniejszy artykuł. Bardziej szczegółowe omówienie pozostałych aspektów rodziny *Proteaceae* wychodziłoby poza objętościowe ramy artykułu.



Ryc 1. Stadia rozwoju kwiatu *Protea* (wg M. Vogts 1982 – zmienione)

- A – kwiat w pączku
- B – częściowo rozwinięty kwiat
 - a – 3 zrośnięte działki kielicha
 - b – wolna (czwarta) działka kielicha
 - c – zalążnia słupka
 - d – pętlikowato wygięta szyjka słupka
 - e – zrośnięte szczyty działek kielicha tworzące „kapturek” z pylnikami i znamieniem słupka w środku
- C – kwiat w pełni rozwinięty
 - a – 3 zrośnięte działki kielicha, widoczne 3 przyrośnięte do nich pręciki
 - b – wolna (czwarta) działka kielicha z pojedynczym pręcikiem
 - c – zalążnia
 - d – szczytowa, znamieniowa część słupka (ang. *pollen presenter*).

Budowa kwiatów

Pojedyncze kwiaty *Proteaceae* są niewielkie i dość niepozorne; promieniste albo mniej lub bardziej grzbieciste; czterokrotne (rzadko 3- lub 5-krotne), zwykle obupłciowe, choć niekiedy rozdzielнопłciowe, przy czym są też rośliny dwupienne (*Aulax* i *Leucadendron*). Wskutek redukcji korony okwiat sprawia wrażenie pojedynczego.

Kielich składa się przeważnie z 4 płatowatych, często barwnych działek, przez co sprawia wrażenie korony. Działki są wolne lub częściej zrośnięte w rurkę (nieraz tylko 3 działki są zrośnięte, a czwarta – wolna). We wczesnej fazie rozwoju kwiatu (w pączku) pylniki i znamię słupka są ukryte w zrośniętej szczytowej części kielicha. U licznych rodzajów szczytowe części zrośniętych działek są łożeczkowato rozszerzone i tworzą swego rodzaju kieszonkę czy kapturek (w literaturze anglojęzycznej nazywany „cup” lub „perianth limb”), w której, przed rozkwitaniem kwiatu, schowane są pręciki i znamię słupka (Ryc. 1). W pączku kielich jest rurkowaty, a w czasie otwierania się kwiatu, działki mniej lub bardziej

oddzielają się od siebie i w różnym stopniu odginają się w dół, niekiedy się przy tym skręcając.

Korona jest zredukowana i przekształcona w krążek miodnikowy. U różnych rodzajów *Proteaceae* redukcja korony jest wyrażona w różnym stopniu. W rodzaju *Franklandia* są jeszcze zachowane pewne cechy korony – jest wykształcona zrosłopłatkowa korona z czterema łatkami, ale funkcjonują one jako nektarniki.



Ryc 2. Kwiatostan *Protea cynaroides*. Zestawienie z osobą przedstawia jego wielkość. Fot. W. Bryszewski.

W innych rodzajach pod słupkiem znajduje się mniej lub bardziej rozwinięty 4-członowy krąg gruczołów lub łusek albo kielichowaty dysk mający funkcję wydzielniczą. W kwiatkach promienistych jest to pełny krąg czterech gruczołów, natomiast w kwiatkach grzbiecistych krąg jest niepełny i zachowują się tylko 2 albo 3 gruczoły. W nielicznych wypadkach proces redukcji poszedł dalej i nie zachował się żaden ślad korony.

Pręcikowie składa się z 4 (rzadziej 3 lub 5) pręcików, nadległych działkom kielicha. Ich nitki są szerokie, zwykle mniej lub bardziej (niekiedy prawie zupełnie) przyrośnięte do działek kielicha. Rzadko nitki pręcików są zupełnie wolne (np. u dość prymitywnego rodzaju *Bellendena*). Łącznik pylnika u niektórych rodzajów posiada wyrostek, szczególnie dobrze wykształcony w rodzaju *Beaupreopsis*. Pylniki otwierają się podłużnymi szparami.

Słupkowie – słupek 1, górny, utworzony z 1 owocolistka; szyjka nitkowata, prosta lub zgięta, ze skośnym lub bocznym znamieniem, którego czynna powierzchnia może być ograniczona do niewielkiego punktu na szczycie szyjki lub w centrum szczytowego dysku (rozszerzona, szczytowa część szyjki słupka). Zalążnia jest jednokomorowa z licznymi zalążkami. Niekiedy ich liczba jest mniejsza (nawet 1–2). U licznych *Proteaceae* posiadających szczytkową koronę – zalążnia jest na trzonku (gynofor). Jest to charakterystyczne dla gatunków ornitogamicznych. Obok cech świadczących o wysokiej specjalizacji w budowie słupka, są też cechy pierwotne – nie całkowite zrośnięcie się brzegów owocolistka i obecność na nich włosków gruczołowych (u większości podrodziny *Grevilleoideae*).



Ryc 3. Stadia rozwoju kwiatostanu *Protea cynaroides*. Młody kwiatostan otoczony białowłosionymi podsadkami. Fot. W. Bryszewski.

Kwiatostany

Kwiaty u *Proteaceae* rzadko są pojedyncze (*Ade-nanthos*) lub ustawione po 2 w kątach przysadek (*Grevillea*). W niektórych wypadkach pojedyncze kwiaty są wynikiem redukcji kwiatostanu. U większości gatunków kwiaty są zebrane w kwiatostany – luźne lub zbite (grona np. *Helicia*, baldaszkki – niektóre gatunki *Stenocarpus*, np. *S. sinuatus*, baldachogrona – *Oreocallis*, *Conospermum longifolium*, główki – *Leucospermum*, niektóre gatunki *Hakea*, kłosy – *Banksia*, *Grevillea*, *Orites*). Wielkość kwiatostanów może dochodzić do znacznych rozmiarów. Obejmują one setki, a nawet tysiące kwiatów (u niektórych gatunków *Banksia* – ponad 4000). Największe pod względem rozmiaru są kwiatostany *Protea cynaroides* –

średnica osiąga 30 cm (Ryc. 2). Niezależnie od siebie u różnych przedstawicieli *Proteaceae* rysuje się tendencja do tworzenia głowiastych kwiatostanów, zewnętrznie przypominających koszyczki złożonych. Natomiast 2-kwiatowe kwiatostany w podrodzynie *Grevilleoideae* uważane są za silnie zredukowane wiechy.



Ryc 4. Stadia rozwoju kwiatostanu *Protea cynaroides*. Rozwijający się kwiatostan. Podsadki zabarwiają się. Widoczne zróżnicowanie ich wielkości – od małych u podstawy – do dużych ku szczytowi okrywki kwiatostanu. Fot. W. Bryszewski.

O wyjątkowym pięknie kwiatostanów decyduje zarówno kształt, jak i zestaw barw. Zbite, główkowate kwiatostany o silnie skróconej osi, z ciasno ułożonymi podsadkami u nasady, przypominają koszyczki *Asteraceae* lub duży pojedynczy kwiat. Główkowaty kwiatostan *Leucadendron discolor* utworzony przez ciasno zestawione, drobne, jaskrawopomarańczowe, kwiaty, otoczony przez stosunkowo krótkie a szerokie białe podsadki, ciasno ułożone w pozorny krąg, przypomina duże kwiaty egzotycznych zawiłców. Jednym z najpiękniejszych jest kwiatostan *Banksia coccinea*. W zbitym kłosie drobne kwiaty tworzą pionowe rzędy, w których, w przypadku niezapylonych jeszcze kwiatów, widać jaskrawoczerwone, pętelkowate szyjki słupka i śnieżnobiałe okwiat, a zwłaszcza jego górną, rozszerzoną część – „kapturek”.

Warto również wspomnieć, że w rodzaju *Hicksbeachia* występuje kaulifloria (kwiaty wyrastają z pnia lub grubszych gałęzi).

Podsadki

Podsadki (liście podkwiatostanowe) w kwiatostanach wyglądających jak pojedynczy kwiat (np. *Protea*)

są ciasno ustawione skrętoległe. Okrywają one młody kwiatostan i sprawiają wrażenie łusek pączka, tym bardziej, że u niektórych gatunków ich dolna (zewnątrzna) strona jest gęsto pokryta jedwabistymi włoskami (Ryc. 3). W rozwiniętym kwiatostanie często pełnią rolę powabni, gdyż najwyżej stojące podsadki (np. u *Protea* i *Leucadendron*) są barwne i znacznie większe od dolnych (Ryc. 4–6). Mogą posiadać barwną obwódkę lub kępkę barwnych włosków na szczycie. Natomiast w czasie owocowania znów pełnią rolę ochronną, okrywając dojrzewające owoce. Górne i najniższe podsadki mogą się różnić nie tylko wielkością, ale i kształtem.



Ryc 5. Stadia rozwoju kwiatostanu *Protea cynaroides*. W środku rozchylających się podsadek widoczne kwiaty. Fot. W. Bryszewski.

Barwa kwiatów i kwiatostanów

Na piękną barwę kwiatostanów *Proteaceae* składają się barwne podsadki, kwiaty i szyjki słupków; te ostatnie barwą często kontrastują z okwiatem. W kwiatach i kwiatostanach jest reprezentowana cała gama barw – od białych i kremowych, przez różne odcienie żółci – po barwę pomarańczową, do wręcz płomiennorudej (Ryc. 9–12). U licznych gatunków spotykane są różne odcienie różu i czerwieni – aż po płomiennoczerwone kwiatostany *Stenocarpus sinuatus* (drzewo ognistych kół). Rzadko występuje barwa zielonawa (niektóre gatunki *Leucadendron* i *Banksia baxteri*), zielonawo-żółta u *Stenocarpus salignus*, a pewne gatunki *Grevillea* mają kwiaty kremowo-zielone. Żywo zielone kwiaty są u *Banksia laricina*. U niezbyt wielu gatunków występuje

też barwa niebieska i fioletowa. Fioletowe kwiaty są u *Banksia hookeriana* i *Grevillea bracteosa* (tu szyjki słupka są niebieskie) oraz w rodzaju *Hicksbeachia*. Kwiaty w kolorze jasnoniebiesko-fioletowym są u *Protea nana*.



Ryc 6. Stadia rozwoju kwiatostanu *Protea cynaroides*. Kwiatostan w pełni otwarty. Brzeżne kwiaty w pełni otwarte – widoczne znamiona słupków (brunatne); środkowe kwiaty we wcześniejszym stadium – widoczne białe „kapturki” kryjące znamiona słupków i pylniki. Szyjki słupków pętelkowato wygięte. Fot. W. Bryszewski.

Sposoby zapylania

Kwiaty *Proteaceae* są przedprątne, w związku z czym ma miejsce dwufazowość ich rozwoju (faza męska i żeńska). Ich przebieg jest w dużym stopniu związany ze sposobem zapylania.

Większość gatunków ma kwiaty zoogamiczne. Zapylane są przez owady, ptaki oraz ssaki. Dziesięć gatunków *Leucospermum* jest wiatropylne, a pewne gatunki *Leucadendron* i *Serruria* są samopylne.

W budowie kwiatów są liczne i bardzo różnorodne przystosowania do zapylania krzyżowego w zależności od zapylającego zwierzęcia. Związki kwiat – zapylający organizm są bardzo ściśle. Budowa i rozwój kwiatów zależny jest od rodzaju zapylacza.

Entomogamia

Owady zapylające kwiaty *Proteaceae* to głównie osy, pszczoły i muchy, a także chrząszcze. Kwiaty zapylane przez owady charakteryzują się prostszą budową i tym samym zapylanie przebiega w prostszy sposób.

Bardzo prosty mechanizm występuje u *Persoonia acerosa*, zapylanej głównie przez pszczoły. Na samym początku otwierania się kwiatu, szyjka słupka z niedojrzałym jeszcze znamieniem otoczona jest ciasno ułożonymi wokół niej długimi pylnikami, które

szybko pękają (od strony słupka) podłużnymi szparami. Kiedy zapylający owad wsuwa ssawkę między pylniki a szyjkę słupka, część pyłku odkłada się na ssawce i ciele owada. Faza męska kończy się, gdy większość pyłku jest zabrana przez zapylające owady lub zasycha. W następującej potem żeńskiej fazie pylniki odginają się do tyłu, a znamię dojrzewa – staje się lepkie i gotowe na przyjęcie pyłku przyniesionego z innego kwiatu przez kolejnego owada.

Dość podobny mechanizm, różniący się tym, że pyłek pobierany jest nie z pylników a szyjki słupka, występuje u *Isopogon anethifolius*. W pączku, kwiat ma podobną budowę do *Persoonia*. Różnica polega na tym, że pylniki otwierają się jeszcze w pączku,



Ryc 7. Dudkowiec kafryjski (*Promerops cafer*) na młodym kwiatostanie *Proteaceae*. Fot. W. Bryszewski.

a bezpośrednio pod kanałem pylnikowym (między pylnikami a szyjką słupka) jest zgrubienie, które uniemożliwia opadanie pyłku w dół. Podobnie jak u *Persoonia* części okwiatu z przyczepionymi do nich pylnikami odginają się w dół, a w centrum kwiatu sterczy szyjka słupka pokryta pyłkiem.

Ten sposób w mniej lub bardziej zmienionej formie występuje u wielu innych rodzajów *Proteaceae*. Np. u australijskiego rodzaju *Lambertia* pyłek odkłada się w pączku na lepkiej, górnej części szyjki słupka. Natomiast u *Petrophile fucifolia* ziarna pyłku osadzają się na krótkich włoskach stojących na szyjce słupka.

Nieco inny, bardziej skomplikowany mechanizm występuje u *Grevillea*, *Hakea*, *Telopeia*, *Lomatia* i in. Szczytowa część szyjki słupka jest nieco spłaszczona i rozszerzona, tworząc skośny lub boczny dysk, w którego centrum jest znamię w postaci maleńkiej wypukłości. Pylniki otwierają się w pączku i pyłek odkłada się na wspomnianym dysku, a tym samym na znamieniu słupka, które w męskiej fazie jeszcze nie jest gotowe na przyjęcie pyłku.

Dalszy etap rozwoju kwiatu i oswobodzenie zamkniętego w pączku dysku z ziarnami pyłku przebiega różnie u różnych rodzajów. U *Protea* wygięta szyjka słupka (Ryc. 1) działa jak sprężyna. Przy najmniejszym trąceniu górnej części kwiatu przez owada, szyjka słupka gwałtownie się wyprostowuje i dysk z dużą siłą zostaje wyrwany z okwiatu i rozsypuje zmagazynowany na nim pyłek, obsypując nim ciało owada. Osiągnięty zostaje w ten sposób dwójaki cel: do momentu oswobodzenia dysku pyłek jest chroniony przed niekorzystnymi warunkami środowiska, a gwałtowne wyrzucenie dysku jest korzystne dla rozsypiania pyłku. Po oswobodzeniu dysku rozpoczyna się faza żeńska. Maleńkie znamię w centrum dysku rozrasta się i jest gotowe na przyjęcie obcego pyłku, przyniesionego przez owada.

U *Symphyonema* i *Conospermum* występuje jeszcze inny model zapylania przez owady. W drobnych, żółtych kwiatkach *Symphyonema* pylniki są ciasno ustawione wokół szyjki słupka. Gdy pylniki dojrzewają, segmenty okwiatu odchylają się w dół



Ryc 8. Kulisty kwiatostan *Leucospermum* sp. Widoczne zrośnięte działki kielicha i wygięte szyjki słupka. Pręciki i znamiona schowane w białowłosionym „kapturku”. Fot. W. Bryszewski.

i skręcają. W poszukiwaniu nektaru zapylający owad (najczęściej zawisak) musi dotknąć pylniki, które natychmiast oddzielają się jeden od drugiego, rozsypując przy tym pyłek we wszystkich kierunkach. Jego część spada również na ciało owada.

Natomiast w dużych kwiatkach *Conospermum ellipticum* połączone pylniki otaczają szyjkę słupka, przy czym część z nich jest sterylna. Niektóre pylniki są zakończone szczecinką lub ością. Szyjka słupka jest wygięta, a znajdujące się na niej znamię jest odwrócone od płodnych pylników (ochrona przed samozapyleniem). Przy najmniejszym dotknięciu szyjki słupka lub szczecinki pylnika przez owada (muchę),

następuje szybkie wyprostowanie się szyjki słupka i natychmiastowe oddzielenie się pylników jeden od drugiego i wysypanie się obłoczka pyłku, którego część spada na muchę. Równocześnie górna część szyjki słupka przekręca się wtedy w stronę pustych pylników, a znamię z siłą uderza w zapylającą muchę. Jeśli na jej ciele jest już pyłek z innego kwiatu, to jego część przykleja się do znamienia.

Owady, głównie dwuskrzydłe oraz chrząszcze, zapylają też niektóre gatunki *Protea*.



Ryc 9. Kwiatostan *Leucospermum gerrardii*. Kwiaty w pełnym rozkwicie; widoczne słupki. Zrośnięte działki kielicha odgięte do tyłu. Czerwone paski to miejsce zrośnięcia poszczególnych działek. Fot. W. Bryszewski.

Ornitogamia

Bardzo liczne *Proteaceae* przystosowały się do wyłącznego, lub w dużym stopniu wyłącznego, zapylania przez ptaki (nektarniki, szklarniki, australijsko-nowogwinejskie miodojady, południowo-afrykańskie dudkowce, amerykańskie kolibry i cukrzyki, a także papugi). W przypadku niektórych rodzajów *Proteaceae* ptaki są jedynymi zapylaczami, podczas gdy inne rodzaje przyciągają również owady, które mają współudział w zapylaniu. Ptaki zapylają gatunki ze szczytowymi, kontrastowo ubarwionymi kwiatostanami (czerwono, pomarańczowo, żółto lub żółto-zielono). Kwiaty wydzielają nektar, natomiast są pozbawione zapachu, ważnego do przywabiania owadów i ssaków. W niektórych gatunkach podsadki otaczające kwiatostan mogą być tak ściśle ułożone, że tworzą rodzaj czaszy czy pucharu, do której splywa nektar. Tego typu kwiatostany spotyka się u niektórych gatunków *Protea*, a także *Dryandra nivea*. Spijanie nektaru ułatwia zapylającym ptakom długi i cienki, często zakrzywiony dziób oraz rurkowaty język, u niektórych gatunków zakończony szczoteczką.

Ornitogamia u *Proteaceae* jest szczególnie często spotykana w Australii. Liczne gatunki *Grevillea*, *Banksia*, niektóre gatunki *Dryandra*, *Adenanthos*, *Hakea* i *Lambertia* są zapylane przez miodojady. Także nowozelandzka *Knithia excelsa* jest zapylana przez ptaki. Papuga – lorysa górską (*Trichoglossus*



Ryc 10. Kwiatostan *Grevillea robusta*. Fot. A. Pacyna.

haematodus), która żywi się nektarem kwiatów i żyje we wschodniej i południowo-wschodniej Australii oraz na Nowej Gwinei i wielu wyspach Indonezji, zapyla niektóre gatunki występujących tam *Proteaceae*.

Ornitogamia u *Proteaceae* została dokładnie opisana u krzewiastej *Protea macrocephala*, której kwiaty są zapylane przez dutkowca kafryjskiego (*Promerops cafer*) (Ryc. 7) lub rzadziej przez nektarnika (*Nectarinia chalybea*). Na szczycie jasno-zielonych podsadek znajduje się pęczek białych włosków, z czerwonym kręgiem w środku. Wewnętrzne podsadki są dłuższe od zewnętrznych, a ich welnisty owłosiony szczyty są zagięte do wnętrza i stanowią wygodne miejsce do siadania ptaków. Czterokrotny kielich tego gatunku składa się z jednej wolnej, wąskiej działki, do której jest przyrośnięty 1 sterylny pręcik oraz z trzech zrośniętych razem działek kielicha, z których każda jest zrośnięta z 1 płodnym pręcikiem. Każdy pylnik jest zakończony wyrostkiem łącznika o jaskrawej barwie, który leży na znamieniu i tym samym chroni je przed samozapylem. Na części szyjki słupka przylegającej

do pylników jest 8 stwardniałych żeber, a w rowkach między nimi znajdują się pylniki. Gdy szyjka słupka się wydłuża, w rowkach między żebrami pozostaje wysypany pyłek z pylników. Małeńkie znamię na szczycie szyjki słupka nie może być więc zapylone własnym pyłkiem. Zapylenie następuje wtedy, gdy ptak stojący na okrywie kwiatostanu pełnego nektaru pogrąży w nim głowę, dotykając za każdym razem znamienia i zostawia na nim przyniesiony pyłek.

Przystosowanie kwiatostanów *Proteaceae* i zapylających ptaków w niektórych przypadkach ma formę wzajemnej zależności. Dudkowiec kafryjski jest endemicznym gatunkiem w zachodniej i wschodniej części Kraju Przylądkowego i związany jest z formacją fynbos (odpowiednik chapparal) i występującymi tam gatunkami *Protea*. Związek jest tak ścisły, że dudkowiec całe życie przebywa w sąsiedztwie krzewiastych gatunków *Protea*, które zapyla. Gniazdo często buduje na krzewie *Protea* z jego podsadek i owocostanów, z uwięzionymi w nich nasionami. W ten sposób również przyczynia się do rozsiewania nasion.



Ryc 11. Kwiaty *Grevillea robusta*. Widoczne zielone zalążnie i pętelkowate szyjki słupka. Znamię i pręciki ukryte w kulistym „kapturku”. Fot. A. Pacyna.

Teriogamia

Również ssaki mają udział w zapylaniu *Proteaceae*. Są to drobne gryzonie, według niektórych źródeł także nietoperze, a w Australii bardzo często niewielkie torbacze, zarówno łażące, jak i „latające”. Ssaki są zwabiane przez soczyste i słodkie listki okrywy kwiatostanu (podsadki) oraz soczyste szyjki słupka.

Gryzonie (myszy i szczury) zapylają najczęściej gatunki o pokroju „geoflorous” z dzwonkowatymi kwiatostanami, nisko zwisającymi nad ziemią. Przykładem może być afrykański gatunek naziemnego gryzonia *Aethomys namaquensis*, który zapyla

niektóre gatunki *Protea*. W Australii obok gryzoni (w tym miejscowego szczura *Rattus fuscipes*) dużą rolę odgrywają drobne torbacze, zapylające również niektóre gatunki krzewiaste, a nawet drzewiaste. Tak zapylane są niektóre gatunki *Banksia*. Żyjący w południowo-zachodniej Australii drobny torbacz *Tarsipes rostratus* (ostronóg, pałanka miodowa, miodowa myszka), z wyglądu podobny do myszy, posiada chwytny ogon i chodzi po drzewach. Posiada język podobny do kolibra, który wysuwa na długość 2,5 cm. Żywi się pyłkiem i nektarem, głównie *Banksia*. Przykładem „latającego” workowca zapylającego przedstawicieli *Proteaceae* może być *Petaurus australis* (lotopałanka, wiewiórka workowata), której fałdy skórne między kończynami przednimi i tylnymi umożliwiają dość długi lot ślizgowy z jednego drzewa na drugie.

Owoce i sposoby rozsiewania nasion

Owoce *Proteaceae* to: mieszki (*Banksia*), orzeszki (*Bellendena*, *Protea*), torebki (*Dryandra*), skrzydlaki (*Agastachys*) i pestkowce (*Macadamia*). Rodzaj owoców i sposób rozsiewania nasion w dużej mierze zależy od przystosowania poszczególnych rodzajów do zajmowanych siedlisk. U rodzajów rosnących w deszczowych lasach częste są mieszki. Nasiona często są zaopatrzone w pęczek włosków lub, jak u *Franklandia triaristata* – pierzaste ości. Zdrewniałe mieszki *Banksia* otwierają się dopiero po pożarze. Nasiona są bezbielmowe (wyjątek – *Bellendena*).

Rozsiewanie

Sposoby rozsiewania nasion i owoców *Proteaceae* są bardzo różne - przez wiatr, owady, ptaki (niektóre gatunki *Protea*), a być może również ssaki.

Użyteczność

Na koniec warto też wspomnieć o znaczeniu użytkowym niektórych gatunków *Proteaceae*. Od dawna były one w różny sposób wykorzystywane przez ludy tubylcze. Niektóre owoce i nasiona stanowią pożywienie (np. Aborygeni spożywają owoce *Persoonia* i nasiona *Macadamia*), a kwiaty niektórych gatunków *Banksia* wydzielają tak dużo nektaru, że jest zbierany przez Aborygenów i wykorzystywany jako pokarm. Również afrykańska *Protea repens* (*P. mellifera*) zwana krzewem cukrowym, jest rośliną miododajną.

Współcześnie największe znaczenie komercyjne mają nasiona pestkowców *Macadamia ternifolia*

i *M. tetraphylla* oraz ich mieszańców, nazywane w handlu orzechami makadamia lub queenslandzkimi. Są one bardzo pożywne i smaczne (w smaku zbliżone do orzechów leśnych). Jednak, co ciekawe, są toksyczne dla psów. Nie wiadomo jeszcze, które składniki im szkodzą. Wiadomo tylko, że objawy ustępują po 48 godzinach. Wspomniane gatunki są rodzime w podzwrotnikowych lasach deszczowych w pld.-wsch. części Queensland i półn.-wsch. części Nowej Południowej Walii (wsch. Australia). Makadamia jest obecnie uprawiana w wielu krajach strefy tropikalnej. Na Hawajach jest jedną z najważniejszych roślin uprawnych (uprawiana od 1881 r.), zajmując drugie miejsce po kawie. *Gevuina avellana* (leszczyna chilijska) jest wykorzystywana w przemyśle spożywczym i farmaceutycznym (środki do pielęgnacji skóry, kremy nawilżające, składnik filtrów przeciwsłonecznych).

Gatunki srebrnikowatych dostarczają również lekarstw, taniny czy barwników, a drewno jest używane w budownictwie i na opał.

Drewno niektórych gatunków jest wysoko cenione w przemyśle meblarskim (np. *Orites excelsa*, *Cardwellia sublimis*), a *Grevillea robusta* dostarcza wartościowego drewna fornirowego zwanego “srebrny dąb” (silky oak). Natomiast twarde drewno *Banksia* wykorzystywane jest przy budowie statków i łodzi.

Piękno kwiatostanów licznych gatunków srebrnikowatych (*Banksia*, *Protea*, *Dryandra*, *Grevillea*, *Telopea*, *Leucadendron*, *Leucospermum*, *Serruria*) sprawiło, że w regionach o ciepłym klimacie stały się roślinami ozdobnymi, wysadzonymi w parkach i ogrodach. Szereg gatunków znalazło również zastosowanie w bukieciarstwie (liczne gatunki *Protea*, *Leucospermum*, *Leucadendron* i *Banksia*).

Uzupełnienie

Przynależność do podrodziny i zasięg geograficzny rodzajów wymienionych w artykule:

1. Bellendenoideae

Bellendena – Tasmania

2. Persoonioideae

Persoonia – Australia, Tasmania

3. Symphyonematoideae

Agastachys – Tasmania

Symphyonema – SE Australia

4. Proteoideae

Adenanthos – S Australia

Aulax – S Afryka

Beaupreopsis – Nowa Kaledonia

Conospermum – S Australia, Tasmania

Franklandia – SE Australia

Isopogon – S Australia

Leucadendron – S Afryka

Leucospermum – S Afryka

Petrophile – S Australia

Protea – Afryka subsaharyjska

Serruria – S Afryka

Stirlingia – SE Australia

5. Grevilleoideae

Banksia – Australia, Tasmania, Nowa Gwinea

Cardwellia – NE Australia

Dryandra – SE Australia

Gevuina – *G. avellana* – Chile, Argentyna, *G. bleasdalei* – Australia, *G. papuana* – N. Gwinea

Grevillea – Australia, Tasmania, Nowa Kaledonia, Nowa Gwinea, Celebes

Hakea – Australia, Tasmania

Helicia – E Azja do Japonii oraz SE Australia

Hicksbeachia – E Australia

Knithia – Nowa Zelandia

Lambertia – S Australia

Lomatia – E Australia, Tasmania, Chile, Argentyna, Peru, Ekwador

Macadamia – E Australia, Celebes

Oreocallis – Peru, Ekwador

Orites – E Australia, Tasmania, Chile, Argentyna

Stenocarpus – S i E Australia, Nowa Gwinea, Nowa Kaledonia

Telopea – SE Australia, Tasmania

Triunia – NE Australia

HOLOCEŃSKIE DZIEDZICTWO

Aleksandra Synowiec (Kraków)

Około 8% ludzi na całym świecie ma niebieski kolor oczu. Czy taka sytuacja istniała od zawsze? Pierwsza część tytułu artykułu nawiązuje do najmłodszej epoki geologicznej, jaką jest holocen. Rozpoczął się on wraz z końcem zlodowacenia plejstoceńskiego, około 11 tys. lat temu i trwa do dziś. Mutacja wywołująca niebieski kolor oczu powstała dosyć niedawno – około 8000 lat temu, a więc w epoce holocenijskiej. Model dziedziczenia się tej cechy był badany od ponad stu lat i nadal nie został do końca wyjaśniony.

W roku 1907 Charles i Gertrude Davenport na łamach czasopisma *Science* przedstawili model dziedziczenia się koloru oczu u ludzi. Według nich brązowy kolor oczu zawsze dominuje nad niebieskim kolorem. To oznacza, że dziecko urodzone przez dwójkę niebieskookich rodziców nigdy nie będzie miało oczu o kolorze brązowym. Taki model dziedziczenia się barwy oczu u ludzi został zaakceptowany i do teraz, niestety błędnie, nauczany jest we wszystkich szkołach na świecie.

W roku 1908 angielski genetyk Charles Chamberlain Hurst podzielił występujące u ludzi barwy oczu na dwie nadrzędne kategorie – *simplex* (łac. prosty) oraz *duplex* (z łac. podwójny). Do kategorii *simplex* zaliczył wszystkie tęczówki szare i niebieskie, które posiadały bardzo mało pigmentu, natomiast do kategorii *duplex* należały wszystkie pozostałe.

Zgodnie z wynikami otrzymanymi przez Hursta oraz modelem dziedziczenia się koloru oczu Davenportów, w potomstwie pary *Simplex* x *Simplex* nie wystąpiło potomstwo z kategorii *Duplex*, podczas gdy para *Duplex* x *Duplex* mogła posiadać dziecko z jasnymi oczami – czyli z kategorii *simplex*. Wyniki wskazują na poprawność tezy, iż jasna barwa oczu np. niebieska jest recesywna, a ciemna barwa np. brązowa nad nią dominuje.

Tab. 1. Rezultaty uzyskane przez Hursta podczas badania dziedziczenia się koloru oczu u ludzi.

Rodzice	Potomstwo kategorii duplex	Potomstwo kategorii simplex
Duplex x Duplex	240	18
Duplex x Simplex	187	137
Simplex x Simplex	0	101

Niedługo po tych niezwykłych odkryciach, w roku 1908, S. Holmes i H. Loomis zaprzeczyli teorii Charlesa i Gertrude Davenportów poprzez wykonanie podobnego doświadczenia, co ich poprzednik – Hurst, jednak z zaskakującymi wynikami. Obserwacje przeprowadzili na 52 dzieciach, których rodzice mieli niebieskie oczy. Prawie wszystkie dzieci miały niebieskie oczy jak rodzice, jednakże jedno urodziło się z oczami brązowymi, co całkowicie zaprzecza modelowi przedstawiającemu dziedziczenie się niebieskiego koloru oczu w sposób recesywny. H. Boas w roku 1918 wykonał niemalże identyczne doświadczenie, z tym, że otrzymał większą próbę badawczą. Jego wyniki były równie zaskakujące, co wyniki doświadczeń Holmesa oraz Loomisa, jednakże w tym wypadku aż 26 dzieci na 223 nie posiadało niebieskich oczu jak ich rodzice.

Pomimo tego, że teoria z 1907 została obalona niedługo po jej zaprezentowaniu, to jest nauczana w szkołach na całym świecie. Często również słyszy się o możliwości sprawdzenia ojcostwa na podstawie koloru tęczówki dziecka – dwójka niebieskookich rodziców nie może mieć brązowookiego dziecka. Jak udowodnił Hurst, a potem zespół Holmes i Loomis, niebieskooki rodzic MOGĄ posiadać dziecko o brązowych oczach. Przez błędne nauczanie w szkołach oraz niepoprawne artykuły w gazetach i na portalach społecznościowych powstają nieporozumienia związane ze złą interpretacją nieoczekiwanej barwy oczu u nowonarodzonego dziecka.

Kolor oczu u człowieka dziedziczy się poligenicznie

To oznacza, że na kolor naszej tęczówki ma wpływ więcej niż jeden gen i przybierają one różne odcienie barw od niebieskiej do ciemnobrązowej (Ryc. 1).

Udowodniono, że nie tylko jeden gen wpływa na kolor naszych oczu. Barwa tęczówki wiąże się często również z występowaniem konkretnego koloru skóry i koloru włosów. Osoby o niebieskich oczach mają przeważnie (lecz nie zawsze) jasną karnację oraz jasne włosy, w przeciwieństwie do osób, które mając brązowe oczy często są również ciemnowłose i posiadają ciemną karnację. Związane jest to między innymi z ilością melaniny produkowanej w naszych komórkach. Melanina jest to pigment nadający kolor oczom, włosom i skórze. Barwnik ten jest produkowany w melanosomach, czyli specjalnych organellach

przystosowanych do pełnienia takiej funkcji i występujących w komórkach zwanych melanocytami. Ogólna liczba melanocytów jest mniej więcej taka sama u każdego człowieka, jednak poziom melaniny we-

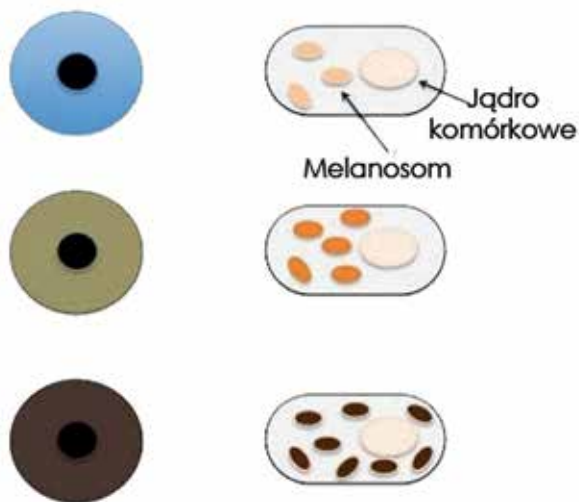
Brazowa eumelanina, występująca w dużej ilości nadaje kolor brązowy, natomiast w mniejszej ilości może nadawać włosom kolor jasnobrązowy lub blond. Czarna eumelanina najczęściej występuje



Ryc. 1. Różne barwy tęczówek oczu u człowieka.

wewnątrz każdego melanosomu oraz liczba i typ tych organelli wewnątrz melanocytów jest już różna (Ryc. 2). Istnieją 2 główne typy melanosomów u ludzi.

Kolor oczu Melanocyty w tęczówce



Ryc. 2. Zależność między ilością melanosomów w komórce a barwą tęczówki.

Eumelanosomy – jest to najlepiej poznana forma melanosomów zapewniających przede wszystkim ciemne kolory skóry i włosów (pośrednio także wpływających na barwę tęczówki). W eumelanosomach mogą znajdować się dwa rodzaje melaniny. Czarna eumelanina, która występując w dużych ilościach nadaje kolor czarny, natomiast w mniejszych ilościach nadaje kolor siwy.

u ludzi nie pochodzących z Europy, natomiast brązowa, charakteryzująca się różnorodnością odmian, często występuje u Europejczyków;

Feomelanosomy – forma melanosomów nadających czerwonawą, pomarańczową i żółtą barwę skórze oraz rudą włosom. Występuje bardziej obficie u kobiet niż u mężczyzn oraz jest głównym barwnikiem występującym u ludzi z rudymi włosami, przez co u ludzi o tej barwie włosów często występuje również charakterystyczne różowe zabarwienie skóry.

Istnieje wiele różnych odmian barwnych tęczówek oczu u człowieka, jednak wyodrębniono trzy podstawowe:



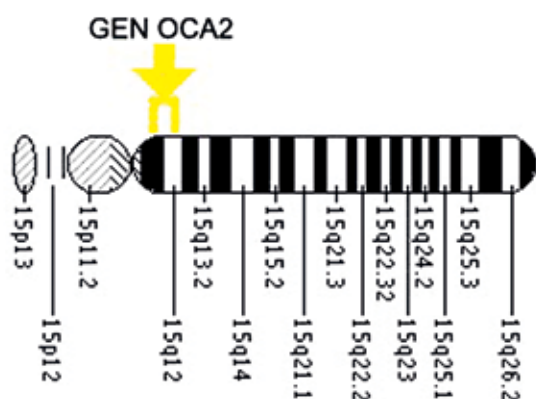
Ryc. 3. Podstawowy, sztuczny podział odmian barw tęczówek u człowieka.

Należy jednak dodać, że podział na 3 podstawowe kolory jest zabiegiem sztucznym, wykorzystywanym na potrzeby człowieka, gdyż kolor oczu jest cechą ciągłą, co oznacza, że może się ujawnić w fenotypie przyjmując różny odcień, może być również mieszaniną dwóch lub wszystkich uwzględnionych odmian barwnych, co nie pozwala na jednoznaczne sklasyfikowanie koloru tęczówek.

Kolor oczu zależy od ilości i rodzaju melaniny w tęczówkach. Oczy niebieskie zawierają mało melanosomów, w których ilość melaniny jest niska oraz występuje mało eumelaniny w porównaniu do feomelaniny. Natomiast oczy brązowe posiadają wiele

melanosomów z dużą ilością melaniny oraz występuje tutaj dużo eumelaniny i znacznie mniej feomelaniny. Tęczówki osób o oczach koloru zielonego czy piwnego posiadają wartości wypośrodkowane jeśli chodzi o ilość oraz stosunek rodzajów pigmentów.

Na poziom produkcji melaniny wpływa wiele genów. W 1995 roku grupa badaczy z Uniwersytetu w Kopenhadze wykryła pojedynczą mutację w obrębie genu OCA2, znajdującego się na chromosomie 15 (Ryc. 4), która to mutacja ta powoduje zahamowanie transkrypcji tego genu. Gen OCA2 koduje białko P, którego funkcją jest regulacja pH we wnętrzu melanosomów, co wpływa na aktywność tyrozynazy – kluczowego enzymu szlaku syntezy barwnika. Allel



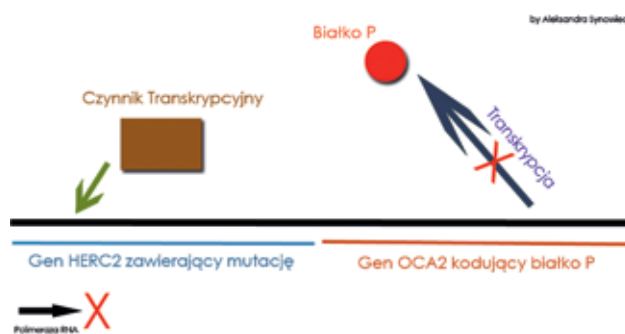
Ryc. 4. Ulokowanie genu OCA2 na chromosomie 15.

odpowiadający za produkcję tego białka powoduje powstawanie oczu o kolorze ciemnym, natomiast allel odpowiedzialny za maksymalną redukcję produkcji białka P powoduje powstawanie tęczówek o kolorze jasnym. Według naukowców mutacja ta po raz pierwszy pojawiła się około 8000 tysięcy lat temu, czyli w holocenie. Prawdopodobnie pierwszy niebieskooki człowiek urodził się w północno-zachodniej części wybrzeży Morza Czarnego. Ta spontaniczna mutacja rozprzestrzeniła się na całą Europę, a było to związane ze znaczeniem przystosowawczym ograniczenia produkcji melaniny.

Za aktywność poszczególnych genów odpowiedzialne są czynniki transkrypcyjne – specjalne białka, które rozpoznają konkretne fragmenty DNA i wiążą się z nimi aktywując je lub dezaktywując. Według badań z roku 2008, to gen HERC2 jest przede wszystkim odpowiedzialny na występowanie niebieskiego koloru oczu, gdyż pojawiła się w nim mutacja umożliwiającą przyłączanie się w jego rejon czynnika transkrypcyjnego – prawdopodobnie nie było to możliwe wcześniej. Kiedy czynnik transkrypcyjny zwiąże się z genem HERC2, hamuje jego transkrypcję, ale także transkrypcję genu OCA2, gdyż intron (niekodujący fragment genu) występujący w sekwencji kodującej

gen HERC2 jest również promotorem dla genu OCA2. Dlaczego więc ma to wpływ tylko na oczy? Wszystkie komórki ciała zawierają identyczną informację genetyczną w postaci DNA, ale jednak przeważnie nie są to komórki do siebie podobne ani morfologicznie ani funkcjonalnie. Przykładowo, komórka nerwowa – neuron, różni się od komórki mięśnia poprzecznie prążkowanego serca. Jest to spowodowane aktywnością różnych rejonów DNA danej komórki, aktywność tą regulują właśnie czynniki transkrypcyjne – wiążąc się do specyficznego rejonu, w którym występuje określony gen, hamują jego transkrypcję, a następnie biosyntezę kodowanego przez ten gen białka lub aktywują transkrypcję, umożliwiając w ten sposób syntezę białek. Możliwe jest, że czynniki transkrypcyjne występujące w komórkach oka nie są tożsame z tymi występującymi w skórze i włosach, co może wyjaśniać dlaczego osoba z niebieskimi oczami może mieć ciemne włosy i skórę.

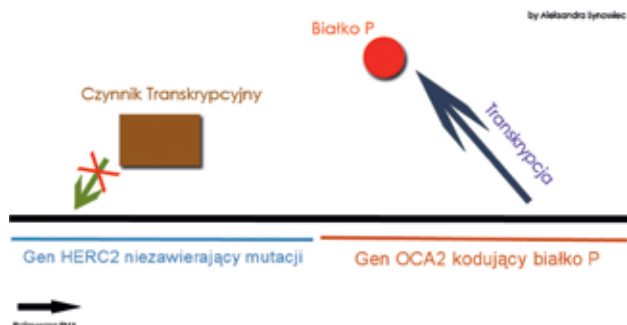
Gdy w naszym genomie występuje gen HERC2 zawierający mutację, dzięki której czynnik transkrypcyjny może się wiązać w rejonie tego genu, to występuje zjawisko zahamowania aktywności polimerazy DNA dla tego rejonu genomu, przez co transkrypcja nie zachodzi. Intron występujący w sekwencji genu HERC2 jest promotorem dla genu OCA2, co oznacza, że transkrypcja zostanie również zahamowana dla genu OCA2, więc nie będzie zachodziła biosynteza białka P odpowiedzialnego za produkcję i formowanie cząsteczki melaniny. Gdy zahamowana zostanie produkcja melaniny, to tęczówka naszego oka będzie jasna – np. niebieska (Ryc. 5).



Ryc. 5. Współzależność genów OCA2 i HERC2 przy zmutowanym genie HERC2.

Gdy w naszym genomie występuje gen HERC2 niezawierający mutacji, to czynnik transkrypcyjny nie będzie się przyłączał, co nie zahamuje działania polimerazy DNA, dzięki czemu będzie zachodziła transkrypcja zarówno Genu HERC2 jak i genu OCA2. Skutkiem tego będzie produkowane białko P, a w naszej komórce będzie wysoki poziom melaniny, co spowoduje, iż tęczówka będzie ciemna (Ryc. 6).

Geny *HERC2* oraz *OCA2* leżą na tym samym chromosomie 15, co oznacza, że mogą być ze sobą sprzężone. Poniższa tabela przedstawia możliwości zestawienia różnych kombinacji alleli *OCA2* i *HERC2* z różnymi skutkami fenotypowymi – przedstawione w bardzo uproszczony sposób, ale obrazujący zależność tych dwóch genów od siebie.



Ryc. 6. Współzależność genów *OCA2* i *HERC2* gdy gen *HERC2* nie zawiera mutacji.

O – allel genu *OCA2*, produkujący białko P
o – allel genu *OCA2*, nieprodukujący białka P
H – allel genu *HERC2*, niezawierający mutacji
h – allel genu *HERC2*, zawierający mutację

Pary alleli	OO	Oo	oo
HH	OOHH	OoHH	ooHH
Hh	OOHh	OoHh	ooHh
hh	OOhh	Oohh	oohh

Fenotypowo: 4:5

Czy niebieskoocy rodzice mogą mieć brązowookie dziecko?

Według wcześniej przedstawionych odkryć okazuje się, że... tak. Przykładowo matka posiadając genotyp *OOhh* może przekazać potomstwu gamety z genami *Oh*, natomiast ojciec posiadając genotyp *ooHH* przekazuje potomkowi gametę *oH*. Po fuzji obu jąder komórkowych powstanie zygota z genotypem *OoHh*. Według schematu w fenotypie u dziecka ujawnią się brązowe oczy.

Dlaczego ta mutacja utrzymała się w populacji?

Istnieje kilka odrębnych interpretacji tego, dlaczego geny wywołujące niebieski kolor tęczówki u człowieka utrwały się w populacji ludzkiej:

1. Skóra o ciemnej karnacji produkuje witaminę D (kalcyferol) około 6 razy wolniej niż skóra o jasnym

pigmentem. Jest to związane z pochłanianiem większej ilości promieniowania UV przez melaninę (m.in. dlatego ludzie o ciemnej karnacji rzadziej doświadczają poparzeń słonecznych) i docieraniem mniejszej ilości energii do keratynocytów (komórek odpowiedzialnych za biosyntezę prekursora witaminy D). Ludność emigrowała na północ Europy, gdzie górowanie słońca było krótsze, a ilość docierających do skóry promieni UV była coraz mniejsza. Jednak pochłanianie promieniowania UV przez dużą zawartość melaniny w skórze pozostawało takie same, co oznacza, że zbyt mało energii mogło docierać do keratynocytów i miało to bezpośredni wpływ na niewystarczającą produkcję witaminy D. Skutki niedoboru witaminy D są bardzo poważne, zarówno dla dzieci jak i dorosłych, powodują między innymi nieprawidłowy rozwój kości, co prowadzi do krzywiczy i osteoporozy. Deficyt kalcyferolu objawia się także zmniejszeniem odporności, wypadaniem zębów, a nawet problemami z układem nerwowym.

Wystąpienie mutacji, która zmniejszyła poziom melaniny w skórze, oczach i włosach miało znaczenie przystosowawcze. Mniejsza ilość promieniowania UV była pochłaniana przez to białko barwnikowe i więcej energii docierającej do skóry było wylapywane przez keratynocyty, co skutkowało intensywniejszą produkcją witaminy D, która zaspokajała potrzeby organizmu człowieka.

2. Istnieje również alternatywna sugestia wyjaśniająca przyczyny utrwalenia się tej mutacji – jasne kolory tęczówek u drugiego człowieka stymulowały w mózgu, a dokładniej w podwzgórzu, pociąg seksualny w stosunku do danej osoby. Powodowało to, że osoba o niebieskich oczach była bardziej pożądana niż ta o oczach tego samego koloru co partner, co spowodowało, że geny były częściej przekazywane potomstwu, a mutacja rozprzestrzeniła się w populacji. Ponadto uważa się, że człowiek mając do wyboru partnera o pospolitych walorach oraz partnera, który posiada coś oryginalnego (w tym wypadku niebieski kolor oczu) zawsze wybierze osobnika „wyróżniającego się z tłumu”.

3. Są też badania wykazujące, że w rejonach o słabym nasłonecznieniu osoby o niebieskich oczach są mniej podatne na depresję. Mieszkańcy Skandynawii posiadający ciemną barwę tęczówki częściej chorowali na depresję, co mogło być spowodowane bardzo małą ilością światła, które dostaje się do ich oka. Nie wielka ilość docierających promieni słonecznych oraz ciemna tęczówka oka absorbująca światło sprawia, że w szyszynce wytwarzana jest duża ilość melatoniny (hormonu snu), która jest pochodną tryptofanu – aminokwasu egzogenego. Tryptofan jest niezbędnym

substratem do produkcji serotoniny, będącej hormonem tkankowym w znacznym stopniu odpowiadającym za nasz nastrój – serotonina zwana jest również hormonem szczęścia. Gdy zwiększa się poziom hormonu snu w naszym organizmie, to zmniejsza poziom tryptofanu, czyli może maleć również ilość serotoniny, przez co mamy większą skłonność

do depresji. Reasumując, niebieska tęczęwka sprawiała, że absorbowana była mniejsza ilość promieni słonecznych, dzięki czemu więcej światła docierało do oka, co sprawiało, że osoba o niebieskich tęczęwkach miała mniejszą skłonność do depresji, co jest zjawiskiem bardzo korzystnym i preferowanym przez ewolucję.

Aleksandra Synowiec jest studentką Biotechnologii na wydziale Biochemii, Biofizyki i Biotechnologii UJ. E-mail: ola@synowiec.eu.

GENETYKA POPULACJI NA PRZESTRZENI WIEKU

Joanna Gerc, Ewa Tarnowska (Bydgoszcz, Białowieża)

Genetyka to termin pojawiający się coraz częściej na łamach prasy codziennej. Pomimo gwałtownego rozwoju nauk przyrodniczych wykorzystujących w swoich analizach narzędzia i prawa genetyki – nie wszyscy zdają sobie sprawę z szerokiego znaczenia tego słowa. Genetyka populacji – temat przewodni niniejszego artykułu – to dziedzina genetyki zajmująca się badaniem determinacji i zmienności cech genetycznych w obrębie populacji oraz pomiędzy nimi. W tym momencie należałoby zadać sobie pytanie, jakiego typu mechanizmy odpowiedzialne są za zmianę składu genetycznego populacji, a w związku z tym za ich różnorodność. Do mechanizmów tych należą: mutacje, rekombinacje, dobór naturalny, dryf genetyczny, migracje oraz zwykły przypadek. Innymi słowy genetyka populacji pozwala zrozumieć, jak różne procesy wpływają na ewolucję genów, genomów i całych organizmów. Umożliwia ona szybką ocenę bioróżnorodności na poziomie genetycznym, a także warunkuje podjęcie działań ochronnych w celu zachowania zmienności genetycznej rzadkich gatunków.

Dzięki osiągnięciom biologii molekularnej dokonano szeregu nowych odkryć, których trudno byłoby dokonać wykorzystując inne techniki badawcze. Przykładem mogą być badania z zakresu zróżnicowania genetycznego wielu gatunków roślin i zwierząt, których wyniki mają istotne znaczenie w taksonomii.

Nie można zapominać również o szczególnej roli badań z zakresu genetyki populacji ludzkich, poczynawszy od analiz pochodzenia i ewolucji człowieka, po ocenę częstości występowania nosicielstwa najczęstszych mutacji powodujących choroby genetyczne. Można tu wspomnieć o znanym przykładzie chorób: anemii sierpowatokrwinkowej i malarii. Osoby heterozygotyczne (posiadające dwa różne warianty

genu) posiadające jeden allel (wariant genu) anemii sierpowatej i jeden allel kodujący prawidłową budowę krwinek czerwonych (erytrocytów) są bardziej odporne na malarię i dzięki temu lepiej przystosowane do życia w środowisku, gdzie występuje malaria. Innym przykładem są badania dotyczące tolerancji laktozy. Naturalnie u ssaków dochodzi do utraty zdolności trawienia cukru mlecznego – laktozy – po zakończeniu okresu karmienia. W niektórych populacjach ludzkich mutacja występująca w sekwencji regulatorowej genu kodującej enzym laktazę, chroni przed utratą produkcji tego enzymu. Pozwala to na spożywanie mleka i jego produktów przez całe życie. Mutacja ta występuje częściej w populacjach, które wcześniej udomowiły bydło.

Narodziny genetyki populacji

Za datę narodzin genetyki populacji można uznać przełom lat dwudziestych i trzydziestych XX w. Pionierami w tej dziedzinie byli Sewall Wright, John Burdon, Sanderson Haldane i Ronald Fisher. Ich zainteresowania skupiały się wokół badań nad syntetyczną teorią ewolucji zwaną neodarwinizmem. Ukształtowanie się tej teorii było wynikiem wspólnych prac prowadzonych przez genetyków doświadczalnych, przyrodników i paleontologów. Neodarwinizm zakładał, że wszystkie zjawiska ewolucyjne można wytłumaczyć w sposób zgodny ze znanymi mechanizmami genetycznymi i udokumentowanymi obserwacjami przyrodników. Ponadto teoria ta podkreślała, że ewolucja zachodzi stopniowo (nie wielkie zmiany genetyczne, regulowane przez dobór naturalny, gromadzą się przez długi okres czasu), a dobór naturalny jest zdecydowanie najważniejszym mechanizmem zmian ewolucyjnych. W swoich

badaniach naukowcy nie korzystali ze współcześnie stosowanych technik analizy DNA, które to zostały odkryte dopiero kilkadziesiąt lat później. W poniższej tabeli (Tab. 1) przedstawione zostały osiągnięcia Sewalla Wrighta, Johna Burdona Sandersona Haldane'a i Ronalda Fishera. Odkrycia tych słynnych naukowców stanowią podstawowe narzędzie podczas przeprowadzania szeregu analiz statystycznych

Tab.1. Pionierzy genetyki populacji i teorie leżące u podstaw tej nauki.

Wynalazca	Odkrycie
Sewall Wright	Standardowe narzędzia statystyczne (F_{is} , F_{st}) F_{is} – współczynnik wsobności, współczynnik hodowli krewniaczej lub inbredu, wskazujący prawdopodobieństwo homozygotyczności osiągniętej dzięki wspólnemu pochodzeniu osobników. F_{st} – współczynnik utrwalenia, określający spadek heterozygotyczności w subpopulacji w stosunku do całej populacji na skutek selekcji lub dryfu genetycznego.
John Burdon Sanderson Haldane	Matematyczne modele ilustrujące teorię ewolucji i doboru naturalnego
Ronald Fisher	Analizy statystyczne: ³ Metoda (ang. Maximum Likelihood), ⁴ analiza wariancji ANOVA, ⁵ analiza LDA ³ Maximum likelihood – statystyczna metoda największej wiarygodności. ⁴ Analiza wariancji ANOVA – Pozwala porównywać więcej niż dwie badane grupy wydzielone przez kategorie jednej zmiennej (analiza jednoczynnikowa) lub wielu zmiennych (analiza wieloczynnikowa). ⁵ Analiza LDA – (ang. <i>Linear discriminant analysis</i>) to liniowa analiza dyskryminacyjna używana do znalezienia liniowej kombinacji cech, które najlepiej rozróżniają dwie lub więcej klas obiektów lub zdarzeń.

w badaniach populacyjnych. Przywołując informacje o narodzinach genetyki populacji należy wspomnieć o fundamentalnym prawie genetyki populacyjnej. Odkrycie genów pozwoliło ustalić podstawowe prawo ilościowe, określające prawidłowości dziedziczenia w populacjach. Matematyczna formuła tego prawa, zwanego prawem Hardy'ego Weinberga, umożliwia okreśnie częstotliwości występowania poszczególnych genotypów i alleli w badanej populacji.

Zostało ono sformułowane równocześnie przez dwóch uczonych: matematyka Geoffreya Hardy'ego i lekarza Wilhelma Weinberga w 1908 roku. Zgodnie ze wspomnianym prawem i przy spełnieniu określonych założeń (kojarzenie w populacji jest losowe, dobór naturalny jest wykluczony, nie obserwuje się zjawiska imigracji ani emigracji, populacja jest odpowiednio liczna, nie dochodzi do mutacji) frekwencja (**częstość występowania**) **alleli i genotypów w populacji jest stała** i nie zmienia się w kolejnych pokoleniach. Populacja, której dotyczy to prawo jest w stanie **równowagi genetycznej** i nie przebiegają w niej procesy ewolucyjne.

Krótką historia metod stosowanych w analizach DNA

Około 61 lat temu – 25 kwietnia 1953 roku świat naukowy obiegrała informacja o opisanie budowy cząsteczki DNA przez 3 zespoły: Jamesa Watsona i Francisca Cricka, Rosalindy Franklin i Raymonda Goslinga oraz Maurice'a Wilkinsa, Alexa Stokesa i Herberta Wilsona. Odkrycie to wyznaczyło kierunek badań biologicznych na całe dziesięciolecie. Już 2 lata później Arthur Kornberg odkrył polimerazę DNA (enzym odpowiedzialny za powielanie odcinków DNA) oraz trifosforany deoksynukleozydów w skrócie DTP (substratów do budowy łańcuchów DNA) – był to pierwszy krok w kierunku wynalezienia sposobu powielania DNA *in vitro*. Ale na wynalezienie reakcji łańcuchowej polimerazy PCR (z ang. *Polymerase Chain Reaction*) trzeba było poczekać jeszcze kilkadziesiąt lat. Kolejnym kamieniem milowym genetyki był „centralny dogmat biologii molekularnej” ogłoszony przez Cricka w 1957 r. mówiący o jednokierunkowym przepływie informacji genetycznej wyłącznie od kwasów nukleinowych do białka i nigdy między białkami oraz od białek do kwasów nukleinowych. Kolejne odkrycia pojawiały się lawinowo, a o ich wadze dla nauki mogą świadczyć przyznane nagrody Nobla. W 1968 r. nagrodę tę otrzymali: Marshall Nirenberg, Robert Holley i Har Khorran za rozszyfrowanie kodu genetycznego, natomiast w 1958 r. i 1980 r. Frederick Sanger, zwany ojcem sekwencjonowania, za opracowanie enzymatycznej metody sekwencjonowania DNA. Jedną z wycieczek Kary'ego Mullinsa również została zwieńczona Noblem (1993 r.). Podczas nocnej przejażdżki przez Góry Skaliste wymyślił on metodę powielania DNA: PCR. Umożliwiło to przeniesienie badań populacyjnych z poziomu systematyki, morfologii porównawczej i anatomii na poziom genetyki i porównywania różnic pomiędzy populacjami w obrębie gatunku.

Badania molekularne w aspekcie określenia historii populacji i ich funkcjonowania

Wyniki badań z genetyki populacji poszerzyły naszą wiedzę z zakresu ekologii populacyjnej, jak i ewolucyjnej. Pozwoliły między innymi poznać historię różnych populacji, a także wzorce ich funkcjonowania. Mówiąc o historii populacji rozważmy aspekty badań dotyczących następujących zjawisk: dryfu genetycznego, populacyjnej „szyjki od butelki”, efektu założyciela, izolacji i wsobności. Zaczniemy od dryfu genetycznego. Z definicji jest to proces losowy, dzięki któremu dochodzi do zmian we frekwencji alleli w populacji. Jego efekt zauważalny jest zwłaszcza w małych populacjach. Losowe procesy mogą doprowadzić w nich do utrwalenia lub wyeliminowania poszczególnych alleli w stosunkowo krótkim czasie, a to z kolei obniża poziom zmienności genetycznej. Jako przykład mogą posłużyć tu badania Selandera (1970), który badał zmienność allozymów w dwu loci u myszy domowych. Badane myszy zamieszkiwały dwie sąsiadujące ze sobą stodoły w środkowym Teksasie. Ze względu na to, że osobniki rzadko przechodziły do nowych stodół, a te, które przeszły, nie były akceptowane przez „mieszkańców”, uznał je za dwie niezależne populacje. Po oszacowaniu wielkości populacji w każdej ze stodół, Selander stwierdził, że chociaż małe, jak i duże populacje miały tę samą średnią częstość alleli, to małe populacje charakteryzowała znacznie wyższa wariancja zmienności alleli.

Drastyczny spadek liczebności, przez który przechodzi populacja, określa się mianem wąskiego gardła bądź „szyjki od butelki” (ang. *bottleneck*). Szczególnie interesująca wydaje się być sytuacja, gdy nowa populacja zostaje założona przez niewielką liczbę osobników. Mówi się wtedy o tzw. efekcie założyciela. Wykrycie przeszłych zmian w wielkości populacji jest trudnym zadaniem. Siła efektu „szyjki od butelki” zależy m. in. od rozmiarów, do jakich została zredukowana populacja oraz od tempa, w jakim odbudowuje swą liczebność. Przykładem badań ilustrujących to zjawisko było zastosowanie metody elektroforetycznej do badania białek u północnego słonia morskiego (*Mirounga angustirostris*), które wykazało brak zmienności w każdym z 24 loci kodujących enzymy. Wy tłumaczenia tego zjawiska doszukiwano się w historii gatunku. Słoń morski, którego liczebność wynosi obecnie około 30 tysięcy zwierząt, występował w ilości zaledwie 20 osobników w latach 90. XIX w. Tak drastycznie niska liczebność gatunku została spowodowana masowymi polowaniami na te zwierzęta. Doprowadziło to do znacznego ograniczenia ich puli genetycznej (populacja przeszła

bottleneck), a następnie liczebność populacji została odbudowana. Inną interesującą historię ukazały badania genetyczne populacji bernikli hawajskiej, tzw. ne-ne (*Branta sandvicensis*). Ne-ne występowała niegdyś na większości wysp Archipelagu Hawajskiego, ale po przypłynięciu na wyspy kapitana Cooke'a w 1778 roku, gatunek przetrwał zaledwie na jednej z wysp – Hawai'i. Do połowy XX wieku populacja zmniejszyła się do zaledwie 30 osobników. W celu oszacowania wpływu spadku liczebności na zmienność genetyczną Paxinos i in. porównali polimorfizm sekwencji regionu kontrolnego mtDNA. Próby do analiz pochodziły od osobników z obecnie żyjącej populacji, kolekcji muzealnej, prób archeologicznych i paleontologicznych. Niemal wszystkie analizowane próby miały ten sam haplotyp. Jedynie wśród 14 prób paleontologicznych stwierdzono 7 różnych haplotypów. Różnorodność haplotypowa żyjącej współcześnie populacji wynosiła 0, połączonych prób archeologicznych i muzealnych 0,067, a samych prób paleontologicznych 0,802. Na podstawie powyższych wyników stwierdzono, że ne-ne utraciła większość różnorodności haplotypowej w okresie prehistorycznej ekspansji populacji człowieka. Dzięki takim danym uzyskujemy informacje o tym, w jaki sposób procesy historyczne oddziałują na zmienność genetyczną.

Za pośrednictwem badań genetycznych uzyskujemy także informacje na temat inbredu (wsobności). Zjawisko inbredu występuje w efekcie krzyżowania się osobników ze sobą spokrewnionych, co w efekcie prowadzi do ograniczenia zmienności genetycznej. Analizy wsobności dokonano na przykładzie gatunku sukulenta *Agave lechuguilla*. Badania porównawcze tego gatunku z różnych szerokości geograficznych wykazały, że populacje z większych szerokości geograficznych są rzadziej odwiedzane przez owady zapylające w porównaniu z populacjami położonymi bardziej na południu. Rośliny z północnego krańca zasięgu gatunku miały względnie niską H_0 (heterozygotyczność oczekiwaną). Autorzy pracy wnioskowali, że im mniej owadów zapylających, tym częściej dochodzi do samozapylenia, zwiększającego poziom inbredu, a co z kolei znajduje odzwierciedlenie w niskiej wartości H_0 .

Należy również wspomnieć o bogactwie informacji, jakie niosą za sobą badania i metody molekularne w ekologii behawioralnej. Obecnie badania z zastosowaniem technik molekularnych często stanowią znakomite uzupełnienie badań prowadzonych metodami tradycyjnymi (badania i obserwacje jakościowe, badania liczebności i rozmieszczenia wielu gatunków roślin i zwierząt). Z niewielkich próbek

krwi, włosów, piór, czy innego materiału biologicznego można odczytywać genotypy, badać pokrewieństwo między osobnikami, które z kolei może pomóc w zrozumieniu funkcjonowania systemów rozrodczych i działania doboru krewniaczego. Najlepszymi markerami do oceny rodzicielstwa są fragmenty mikrosatelitarne, jak również markery dominujące, takie jak AFLP. Skuteczność tych markerów potwierdzają wyniki badań identyfikujących np. pokrewieństwo dębów (*Quercus petraea*, *Q. robur*) w lasach Francji. Autorzy prac wykazali, że analiza mniej niż dziesięciu *loci* mikrosatelitarnych wystarczy do stwierdzenia rodzicielstwa, zaś w przypadku wykorzystania AFLP wystarczająca jest dopiero analiza 100–200 *loci*. Informacje, jakie uzyskuje się dzięki genetycznej identyfikacji osobników w populacji doprowadziły do weryfikacji poglądów na temat systemów kojarzeń. U nornicy rudej (*Myodes glareolus*) samice w okresie rozrodczym mają wykluczające się terytoria i areal jednego samca może zachodzić na terytoria kilku samic – sugerowałoby to występowanie poligynii („systemu rozrodczego, w którym jeden samiec jest związany socjalnie z kilkoma samicami”). Badania molekularne z zastosowaniem wysoce polimorficznego *locus* fosfoglukomutazy 3 wykazały istnienie wieloojcostwa (występowania w tym samym miocie potomstwa pochodzącego od kilku ojców) u tego gatunku. Dynamicznie rozwijające się w ostatnich czasach badania nad doбором płciowym opierają się również na danych molekularnych. Na przykład u łososia atlantyckiego (*Salmo salar*) wykazano, że osobniki mające allel MHC najlepiej przeżywają w przypadku zakażenia bakterią *Aeromonas salmonicida* i z tego powodu są preferowanymi partnerami do rozrodu, jako tzw. nosiciele „dobrego” genu. Z kolei u samicy myszy domowej (*Mus musculus*) najlepszymi partnerami są samce, u których *loci* MHC są najbardziej odmienne od ich własnych. Takie działanie może być rozumiane, jako prowadzące do zwiększenia heterozygotyczności potomstwa lub jako sposób na unikanie wsobności. Ten przykład potwierdza hipotezę tzw. zgodności genetycznej opartej na założeniu, że allel jednego z rodziców zwiększy dostosowanie potomstwa tylko wtedy, gdy będzie mu towarzyszyć określony allel drugiego.

MtDNA w genetyce populacji i filogeografia

Jednym z częściej używanych markerów, zwłaszcza w badaniach populacji zwierząt, były i są nadal sekwencje mitochondrialnego DNA (mtDNA). O wyborze tego markera decyduje: brak rekombinacji, dość wysokie tempo mutacji, a także proste do

wykonania procedury laboratoryjne. W przypadku zwierząt dostępnych jest sporo uniwersalnych markerów mtDNA, wykorzystywanych w reakcji łańcuchowej polimerazy (PCR). Spowodowało to intensywny rozwój badań głównie z dziedziny filogeografii zwierząt. Analiza markerów mtDNA ma także swoje ograniczenia. Genom ten dziedziczony jest prawie wyłącznie w linii matczynej (w 99,99% przypadków). W rezultacie opisanie historii populacji jest niekompletne, zwłaszcza, że badane *loci* podlegają selekcji. Innym ograniczeniem ze strony mtDNA jest jego podatność na efekt wąskiego gardła. Zjawisko to pociąga za sobą zmniejszanie się puli genetycznej osobników, będące wynikiem zdarzeń losowych np. epidemii bądź katastrofy. Mitochondrialny DNA stanowi zaledwie jedną czwartą wielkości populacji jądrowego DNA, więc nawet, gdy populacja powróci do wcześniejszej wielkości, zachowa się znacznie mniej wariantów mitochondrialnego DNA, aniżeli genotypów DNA jądrowego.

Genetyka populacji jest idealnym narzędziem do pogłębiania wiedzy w zakresie filogeografii. Filogeografia – jest to dziedzina zajmująca się badaniem wpływu wydarzeń historycznych na obecny wzorzec rozmieszczenia zmienności genetycznej populacji i gatunków. Poszukuje odpowiedzi w wymiarze zarówno czasowym, jak i przestrzennym. Badania porównawcze populacji ludzkich z całego świata pozwoliły odpowiedzieć na pytanie skąd i kiedy rozprzestrzeniliśmy się jako gatunek. Już w 1998 r. zespół pod kierownictwem L. B. Jorde’a przeprowadził analizy w oparciu o szereg różnych markerów. Poczynając od analizy grup krwi, przez elektroforezę białek po sekwencje mtDNA, RFLP i *loci* mikrosatelitarne ustalili, że ludzie współcześni mają relatywnie niską zmienność genetyczną, a większość różnic tkwi w obrębie większych populacji kontynentalnych aniżeli pomiędzy nimi. Stwierdzili także, że największą zmiennością odznaczają się Afrykańczycy. Jednocześnie największe różnice w obrębie populacji tzw. „Starego Świata” występują pomiędzy ludźmi pochodzącymi z Afryki a nieafrykańczykami. Na podstawie analizy czasu ekspansji demograficznej z pełnym przekonaniem mogli też powiedzieć, że pierwszy wzrost liczby ludności nastąpił jeszcze w Afryce 70 tysięcy lat temu.

Nie tylko określenie czasu i sposobu rozprzestrzeniania się gatunków i ich linii genetycznych jest możliwe. Genetyka populacji umożliwia też stwierdzenie czy mamy do czynienia z mechanizmami naturalnymi, czy też wynikającymi z działalności człowieka. Dobrymi przykładami są europejskie populacje jelenia oraz sarny europejskiej. Jeleń jest ważnym gatunkiem

łowieckim i w swojej historii nieraz wykazywał znaczne wahania liczebności, łącznie z lokalnym wyginięciem. Badania wykazały, że obecna struktura genetyczna jelenia w Europie wschodniej oprócz naturalnej ekspansji jest w dużej mierze ukształtowana przez liczne translokacje i introgresje gatunku w obszary, na których wcześniej wyginął. Sarna europejska jest kolejnym znaczącym gatunkiem łowieckim, stąd też prowadzone były i są liczne badania. Niedawno stwierdzono introgresję genów mtDNA sarny syberyjskiej do genomu sarny europejskiej. Kilka zespołów równolegle podjęło się m.in. odpowiedzi na pytanie czy jest to proces naturalny wynikający z nachodzących zasięgów obu gatunków czy wywołany przez człowieka poprzez przesiedlanie populacji sarny syberyjskiej na tereny występowania sarny europejskiej. Dotychczas opublikowane wyniki promują jeden ze scenariuszy. Grupa Rity Lorenzini na podstawie analiz mtDNA sugeruje, że do introgresji mogło dojść w wyniku naturalnej ekspansji sarny syberyjskiej w obręb zasięgu sarny europejskiej w późnym plejstocenie, na co pozwoliły ówczesne warunki klimatyczne. Również zespół z Uniwersytetu w Białymstoku w oparciu o markery mtDNA, ZFX, SRY, DBY4 i 8 wyraźnie zaznacza, że obserwowana introgresja jest naturalna, a ewentualne przesiedlenia sarny syberyjskiej do Polski miały minimalny wpływ na cały proces.

Porównanie zmienności genetycznej różnych populacji pozwala również na wykrycie refugium glacialnych czyli miejsc, w których panowały wystarczające warunki do przetrwania zlodowaceń. Liczne badania prowadzone pod koniec XX wieku ugruntowały wiedzę na temat istnienia trzech europejskich obszarów refugium – tzw. refugium południowych – półwyspów Apenińskiego, Iberyjskiego i Bałkańskiego. Badania nad filogeografią susłów potwierdziły, że największa zmienność genetyczna cechuje populacje zamieszkujące półwysep Bałkański, jak również południową Pannonię (Węgry, zachodnia Rumunia). Były to obszary źródłowe dla populacji susłów, z których zwierzęta rozprzestrzeniły się na obecnie zajmowane obszary. Badania te pozwoliły na wykrycie refugium położonego bardziej na północ niż dotychczas zakładano. Istnienie tego refugium Karpackiego zostało potwierdzone również przez inne badania filogeograficzne oparte na genetyce populacji.

Dzięki narzędziom genetyki populacji możliwe jest również zidentyfikowanie refugium gatunków morskich. Badania nad algami z gatunku *Palmaria pamata* udowodniły istnienie refugium lodowcowego w wodach kanału La Manche. Stwierdzono, że populacje alg zamieszkujące rejon kanału La Manche

wykazują wyższy poziom różnorodności haplotypowej i nukleotydowej, aniżeli populacje występujące na stanowiskach wzdłuż wybrzeża Europy i Ameryki Północnej.

Innymi badaniami, gdzie wykorzystano m.in. markery mtDNA była ocena struktury genetycznej brytyjskiej populacji sarny europejskiej (*Capreolus capreolus*). Analiza mtDNA wskazała występowanie 27 haplotypów, w obrębie których były 22 miejsca polimorficzne. Różnorodność haplotypowa była największa na północy Wielkiej Brytanii – w Szkocji ($H=0,81$), natomiast u osobników z okolic Norfolk (wschodnia część Wielkiej Brytanii) wykazano brak heterozygotyczności ($H = 0$). Te dane oraz analizy mikrosatelitarne pozwoliły odpowiedzieć na pytanie, jakie czynniki, środowiskowe czy antropogeniczne, mogły wpłynąć na obecną strukturę genetyczną tego gatunku. Inny przykład stanowią badania przeprowadzone przez zespół badawczy z Uniwersytetu w Białymstoku. Podjęli się oni oceny zróżnicowania haplotypów mtDNA w populacji łosia (*Alces alces*) na terenie północno-wschodniej Polski. W wyniku przeprowadzonej analizy (obejmującej próby pozyskane od 45 osobników) wykazano obecność 4 haplotypów. Oszacowane zostały również wartości różnorodności haplotypowej ($H = 0,38$), a także różnorodności nukleotydowej ($\pi = 0,008$). Najczęstszym z występujących haplotypów był haplotyp H1. Jego obecność stwierdzono aż u 34 osobników, wyłącznie z doliny Biebrzy. Wyniki tych badań wskazują, że populacja łosia przeszła efekt wąskiego gardła, który zmniejszył efektywną wielkość populacji, a tym samym zmienność genetyczną. Populacje zamieszkujące pozostałe części Europy różnią się pod względem mtDNA od osobników z doliny Biebrzy. Omawiając ten przypadek należy wspomnieć o tzw. jednostkach zarządzania (MU, ang. *management units*) i jednostkach ważnych ewolucyjnie (ESU, ang. *evolutionary significant units*). MU to „każda populacja, która wymienia tak niewiele migrantów z innymi populacjami, że staje się od nich genetycznie odrębna”, natomiast ESU „składa się z jednej lub kilku populacji, które są izolowane rozrodczo przez długi okres, w których ich ewolucja przebiega niezależnie od innych populacji”. Specjaliści zajmujący się ochroną przyrody podkreślają potrzebę utrzymywania możliwie dużej liczby MU i ESU, ponieważ każda z tych jednostek wnosi niezaprzeczalny wkład w zmienność genetyczną całego gatunku. Odnosząc się do tych informacji biebriańska populacja łosia, a zwłaszcza grupa osobników reprezentujących haplotyp H1, może stanowić przykład jednostki ważnej ewolucyjnie, podlegającej szczególnej ochronie.

Ochrona gatunków zagrożonych i obrona przed gatunkami inwazyjnymi

Genetyka populacji dostarcza także cennych informacji wykorzystywanych w ochronie zagrożonych gatunków. Wyniki tego typu analiz są podstawą opracowywania strategii ochronnych polegających czy to na przesiedlaniu określonych populacji czy też prowadzenia programów hodowlanych. Jednym z gatunków, który w ciągu ostatniego półwiecza ze statusu szkodnika upraw stał się w znacznej części Europy gatunkiem zagrożonym jest chomik europejski. Od ponad 10 lat prowadzone są intensywne badania genetyczne populacji tego gatunku w całej Europie. Dotychczas opisano m.in. istnienie trzech linii filogenetycznych chomika, pomiędzy którymi brak jest przepływu genów. Odkrycie to ma istotne znaczenie w reintrodukcji populacji – planując ją nie można przesiedlać osobników należących do jednej linii genetycznej na obszary występowania drugiej z nich, gdyż może to uniemożliwić krzyżowanie się osobników z dwóch różnych genetycznie populacji, a w efekcie prowadzić do wymarcia przesiedlonej lub/i rodzimej populacji. Może to spowodować, że próby ochrony gatunku będą nieskuteczne.

Inny przykład badań stanowią analizy przeprowadzone na Uniwersytecie Warmińsko-Mazurskim w Olsztynie oraz w Szkole Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Analizy opierały się na ocenie zróżnicowania genetycznego populacji żubra europejskiego (*Bison bonasus*). Populacja ta dzieli się na dwie linie: Nizinną-Białowieską i Nizinną-Kaukaską. Ze względu na wysoki poziom inbrodu i efekt wąskiego gardła, zastosowanie standardowych markerów mikrosatelitarnych nie wykazało znaczących różnic pomiędzy badanymi liniami. Badacze spróbowali zatem pokonać to ograniczenie wykorzystując panel SNP (ang. *Single Nucleotide Polimorphism*). Warto dodać, że polimorfizm ten dotyczy występowania pojedynczych zmian w sekwencji DNA i jest to najczęstszy rodzaj polimorfizmu. Spośród 54001 SNPs jedynie 1337 SNPs (2,8%) było polimorficzne. Analiza chi-kwadrat ujawniła istotne różnice w częstości alleli ($P < 0,05$) dla 50 SNPs. Czternaście z nich było monomorficznych w jednej z linii i jednocześnie polimorficznych w drugiej z linii, dzięki czemu były one najbardziej informatywnymi SNP-ami wykazującymi różnice pomiędzy analizowanymi liniami. Tego rodzaju wyniki wskazują, że ten gatunek jest szczególnie narażony na negatywne skutki chowu

wsobnego, czego rezultatem powinno być wzmożenie działań ochrony czynnej w celu podniesienia różnorodności genetycznej.

Innym aspektem jest obrona rodzimych ekosystemów przed gatunkami inwazyjnymi. Są to zwykle gatunki zawleczone w inny obszar geograficzny przez człowieka bądź uciekinierzy z hodowli lub ogrodów. Gatunki te w czasie przystosowywania do nowych siedlisk nabywają specyficzne adaptacje pozwalające zasiedlać nowe tereny i konkurować z rodzimymi gatunkami. Jednym z przykładów jest nornica ruda. W kontynentalnej części Europy jest ona gatunkiem rodzimym, natomiast jest gatunkiem inwazyjnym w Irlandii. Pierwsza introdukcja tych zwierząt miała miejsce w latach 20. XX w. Na podstawie analiz SNP udowodniono, że w ciągu 85 lat ekspansji nornice wykształciły specyficzne adaptacje w genach związanych z odpornością oraz genach związanych z behawiorem mającym wpływ na szybkie tempo ekspansji. Badania nad tymi populacjami i mechanizmami w nich zachodzącymi mogą być podstawą do wypracowania narzędzi walki z inwazją gryzoni.

Podsumowanie

Pomimo, że genetyka populacji jest dość młodą dyscypliną wiedzy, to lista jej osiągnięć jest imponująca i obserwuje się dalszy postęp w tej dziedzinie, przede wszystkim za sprawą rozwoju metod genetyki molekularnej. Dane uzyskiwane tymi metodami pozwoliły oszacować zmienność genetyczną populacji, prześledzić ich historie demograficzne, wskazać pochodzenie i drogi migracji wielu gatunków roślin i zwierząt czy też zrozumieć funkcjonowanie systemów rozrodczych. Bez wątpienia możemy stwierdzić, że w najbliższej przyszłości będziemy obserwować dynamiczny rozwój technik biologii molekularnej, a więc także i genetyki populacyjnej czy szeroko pojętej ekologii. Dostępne staną się bardziej precyzyjne markery molekularne, a biolodzy będą wykorzystywać fragmenty DNA o znanej funkcji. Podstawowe badania będą miały też coraz większy wpływ na ich możliwości zastosowania praktycznego.

MIGRACJE W ŚWIECIE MOTYLI

Marzena Werbelska, Krzysztof Pabis (Łódź)

Migracja to długotrwały ciągły ruch, który prowadzi dany organizm z jednego obszaru w inny. Ważną różnicą pomiędzy migracjami owadów a typowymi migracjami ptaków, bądź ssaków jest fakt, że poszczególne osobniki nie biorą udziału w drodze powrotnej na miejsce, z którego rozpoczęła się wędrówka. Z tego powodu dawniej klasyfikowano niektóre z migracji owadów jako formy dyspersji, która zakłada jedynie to, że osobniki muszą wyruszyć gdzieś ze swojego pierwotnego miejsca życia, by dotrzeć następnie do nowych, dogodnych siedlisk. W literaturze naukowej można znaleźć bardzo rozbudowaną dyskusję na temat różnic pomiędzy terminami dyspersja i migracja. Dyspersja jest najczęściej wskazywana jako jednokierunkowy ruch, na stosunkowo niewielkie odległości. Jednocześnie zwraca się uwagę, że bardzo często loty dyspersyjne zależą od zmieniających się warunków środowiskowych w miejscu rozpoczęcia wędrówki, nie pojawiają się cyklicznie, a ich trasa może być do pewnego stopnia przypadkowa i nieukierunkowana. Migracja natomiast jest zjawiskiem długodystansowym, w mniejszym lub większym stopniu cyklicznym, jej trasa zwykle jest w miarę stała i w mniejszym stopniu zależy ona od warunków środowiskowych. Jednocześnie częściej wskazuje się, że migracja powinna uwzględniać powrót osobników lub ich potomków na obszary, w których rozpoczęła się wędrówka. Zwracano przy tym uwagę na trudności z definiowaniem chociażby małej i dużej skali wędrówek, jednocześnie wskazując, że obydwa omawiane terminy bywają stosowane zamiennie dla opisu tych samych zjawisk bądź też są różnie definiowane. Podsumowując dyskusję na ten temat naukowcy z Uniwersytetu Princeton podkreślili w artykule, który ukazał się kilka lat temu na łamach czasopisma *Science*, że dla wszystkich długodystansowych, masowych lotów owadów należy stosować termin migracja.

Owady migrujące znane są wśród przedstawicieli wielu rzędów: chrząszczy, pluskwiaków, muchówek, prostoskrzydłych oraz ważek. Jednym z najbardziej znanych owadów migrujących jest szarańcza wędrowna (*Locusta migratoria*). Owad ten zdolny jest do pokonywania nawet kilku tysięcy kilometrów, przemieszcza się w grupach liczących miliony osobników i był znany już od czasów biblijnych. Mało

kto zdaje sobie jednak sprawę, że podobne masowe wędrówki mają miejsce także w przypadku wielu gatunków motyli. Bezpośrednie przyczyny rozpoczęcia migracji, a więc czynniki, które ją wywołują mogą być różne. Najczęściej są to czynniki środowiskowe, takie jak temperatura czy wilgotność powietrza. Ważna jest także dostępność pokarmu i możliwość przystąpienia do rozrodu. Czynniki te są więc bardzo podobne do tych, które są przyczyną krótkich lotów dyspersyjnych. Powodem rozpoczęcia migracji może być więc niesprzyjająca pogoda, w tym sezonowe zmiany pór roku. Przykładowo, upał w połączeniu z suszą hamuje rozwój zarodków i dlatego motyle, aby złożyć jaja muszą z takich miejsc odlecieć. U wielu okresowo migrujących gatunków reprodukcja pojawia się dopiero po migracji, co może być związane z regulacją poziomu hormonu juvenilnego. Zwraca się także uwagę, że istotną ewolucyjną przyczyną migracji owadów może być rozdzielanie reprodukcji w czasie i przestrzeni, a co za tym idzie rozmieszczanie potomstwa w szerokim zakresie warunków środowiskowych. U niektórych owadów, np. u muchy domowej, lot wydaje się zwykłą odpowiedzią na bodźce środowiskowe – gdy brakuje pokarmu, muchy lecą gdzie indziej. Natomiast w przypadku wielu motyli migracje są regularne. Motyle przestają wówczas poruszać się po okolicy na zasadzie codziennych, losowych i krótkich przelotów w poszukiwaniu kwiatów, tylko podejmują masowe, ukierunkowane loty.

Cechy charakterystyczne migrantów to ciągły ruch, zaprzestanie reagowania na bodźce powstrzymujące je dotychczas przed wędrówką oraz odpowiednie zasoby energetyczne. Do cech wpływających na charakter lotu można zaliczyć między innymi: budowę ciała (w tym zwłaszcza wielkość, kształt i umięśnienie skrzydeł), hormony, podział zapasów energii, wydajność lotu oraz specyfikę reprodukcji.

Mechanizm lotu

Owady były pierwszymi organizmami, które rozwinęły umiejętność aktywnego lotu, co najmniej 90 milionów lat przed pierwszymi skrzydlatymi kręgowcami. Najbardziej oczywistym efektem posiadania skrzydeł u organizmów jest ich zdolność do przemieszczania się. U wszystkich przodków latających

kręgowców skrzydła rozwinęły się poprzez modyfikację kończyn przednich, a więc struktur już wyposażonych w szkielet wewnętrzny, wypracowaną muskulaturę i unerwienie. Owady natomiast wykształciły swe skrzydła z prostych struktur o minimalnej muskulaturze. Aby generować aerodynamiczne siły potrzebne do unoszenia i napędzenia owada, skrzydła muszą trzepotać, skręcać się i odkształcać. Ruchy te muszą być precyzyjnie regulowane w celu zapewnienia szeregu zakresów prędkości i manewrów, a skrzydła muszą wytrzymywać stale zmieniające się siły aerodynamiczne i bezwładnościowe. W porównaniu z wieloma innymi owadami uskrzydłonymi, motyle charakteryzują się mniejszą częstotliwością ruchów skrzydeł podczas lotu oraz ich większą powierzchnią w stosunku do masy ciała. Trajektorie lotu często są nieregularne. Podobnie jak wszystkie aktywnie latające zwierzęta, owady używają siły nośnej skrzydeł zarówno do wspierania swej masy ciała, jak i do napędu. W trakcie dynamicznego lotu owad musi generować siły wystarczające zarówno do podtrzymania ciała w locie, jak i do pokonywania oporów napotykanych podczas lotu.

Nawigacja

Nawigacja jest niezbędna aby dotrzeć do określonego miejsca. Podczas lotów migracyjnych motyle używają dwóch głównych sposobów nawigowania. Pierwszym z nich jest tak zwany kompas słoneczny. Wykorzystywany jest do orientowania się przy lotach na duże odległości. Orientacja ta polega na kierowaniu przez motyle ciała pod określonym kątem względem słońca. Złożony sposób nawigacji przy użyciu kompasu słonecznego umożliwia utrzymanie stałego kierunku lotu w ciągu dnia. Najprawdopodobniej za odczytywanie wskazówek nawigacyjnych odpowiadają wyspecjalizowane fotoreceptory oczu złożonych. Aby dobrze odczytywać wskazówki w miarę upływu dnia i zmieniającego się położenia słońca, motyle muszą też mieć wewnętrzny zegar dobowy. Wiadomo już, że zlokalizowany jest on w czułkach, a motyle ich pozbawione nie były w stanie prawidłowo nawigować. Sposób jego działania wymaga jednak dalszych badań. Drugim mechanizmem nawigacyjnym jest kompas magnetyczny. Aby nie zboczyć z kursu motyle orientując się na podstawie położenia słońca. Jednak nawigacja jest możliwa również wówczas, gdy słońce nie jest widoczne. Sposobem nawigacji w pochmurne dni jest orientacja na podstawie pola magnetycznego. Motyle stosują swoisty wewnętrzny kompas w celu utrzymania prawidłowego kierunku migracji. U monarcha (*Danaus plexippus*)

stwierdzono w ciele obecność drobnych cząstek magnetycznych. Dzięki temu nawet w całkowicie zachmurzone dni motyle te są w stanie utrzymać poprawną orientację. W przypadku błyszczki jarzynówki (*Autographa gamma*) niektóre badania sugerują, że w nocnych migracjach jako punkty orientacyjne mogą być wykorzystywane gwiazdy lub księżyc, jednak brak jak dotychczas stuprocentowych dowodów potwierdzających taki mechanizm. Możliwe jest również, że poszczególne gatunki używają kilku sposobów nawigowania jednocześnie i prawdopodobnie są zdolne do integrowania sygnałów pochodzących z tych różnych źródeł. W przypadku gatunków latających nisko mogą one także kierować się widocznymi punktami orientacyjnymi.

Czynniki wpływające na migracje i zdolność lotu

Charakter i przebieg migracji uzależniony jest od szeregu czynników zewnętrznych, spośród których szczególnie istotne są czynniki klimatyczne. Przykładowo uzależnione od nich dalekie loty migracyjne ruszki admirała (*Venessa atalanta*) mają miejsce każdej jesieni (Ryc. 1). W tym czasie gatunek ten migruje z północnej Europy lecąc na południe w celu dotarcia do obszarów, gdzie odnajdzie sprzyjające warunki do przetrwania zimy. Wiele skrzydlatych zwierząt przebywa podczas migracji



Ryc. 1. Ruszka admirał sfotografowana na jednym z londyńskich osiedli na przełomie lipca i sierpnia. Już za kilka tygodni ten osobnik dołączy do innych wracających na południe. Fot. K. Pabis.

długie dystanse, lecąc lub dryfując z wiatrem. Niekiedy aktywny lot wykorzystywany jest jedynie do tego, aby owad wzniósł się wysoko w celu dalszego dryfowania na wietrze. Istotny wpływ na lot owadów mają warunki pogodowe, zwłaszcza temperatura i wiatry, które wpływają również na decyzję o rozpoczęciu migracji. Jej kierunek jest u motyli w dużej mierze uzależniony od wiatru, ale niektóre duże owady mogą kontrolować swój tor lotu względem ziemi, unikając niepożądanego dryfowania

z wiatrem. Migranci mogą więc oszczędzać energię, zyskiwać szybkość wybierając właściwy dzień i wysokość lotu migracyjnego. Na rozpoczęcie migracji może także wpływać długość dnia czy związane z daną porą roku zanikanie w danym obszarze roślin pokarmowych.

Zaobserwowano dużą różnicę w wysokości lotu pomiędzy ćmami a motylami dziennymi. Większość ciem migruje wysoko nad ziemią, co może uzależniać je od kierunku i prędkości wiatru. Z kolei motyle dzienne migrują najczęściej lecąc blisko ziemi, gdzie prędkości wiatru są niższe od ich własnej prędkości, dzięki czemu mogą kontrolować swój kierunek lotu. Wiąże się to również z tym, że ćmy w przeważającej większości są dużo sprawniejszymi lotnikami niż motyle dzienne, głównie za sprawą bardziej aerodynamicznej budowy ciała i silniejszego umięśnienia. Duża ćma zawisak powojowiec (*Agrius convolvuli*) może osiągać prędkość lotu sięgającą 70 km/h, podczas gdy znany ze swoich migracji motyl dzienny rusałka admirał osiąga prędkości rzędu 14 km/h.

Głównymi czynnikami mającymi wpływ na zdolność lotu i aktywność motyli są więc czynniki zewnętrzne (parametry meteorologiczne): oświetlenie, temperatura, wilgotność, wiatr, ciśnienie. Równie istotną rolę dla lotności motyli odgrywa także, tak zwana planetarna warstwa graniczna, a więc warstwa atmosfery pozostająca pod wpływem Ziemi, w której odbywają się loty. Podczas dnia jest ona zakłócana przez konwekcję prądów wznoszących. Ogranicza to możliwość szybkiego transportu z wykorzystaniem wiatru. W nocy jednak stabilizuje się i silne, stałe wiatry, często pojawiające się na wysokości kilkuset metrów, zapewniają owadom transport z prędkością w przedziale 10–20 m/s, a czasem znacznie wyższą. Dzięki temu podczas jednego nocnego lotu motyle mogą pokonywać dystans kilkuset kilometrów. Ważna jest jednak także warstwa graniczna lotu każdego owada. Jest to warstwa powietrza znajdująca się tuż przy powierzchni ziemi, gdzie prędkość wiatru jest mniejsza od prędkości lotu owada, a więc gdzie owad ma większą kontrolę nad swoją prędkością i torem lotu. Dla wszystkich gatunków, które przemieszczają się powyżej ich warstwy granicznej, wahania prędkości i kierunku wiatru nadają ich migracji pewne znamiona przypadkowości. Rozpowszechnienie takiego sposobu lotu u gatunków migrujących na bardzo duże odległości pokazuje jednak, że nawet pomimo wspomnianych niedogodności, zachowanie takie mogło się rozwinąć i utrwalić, gdyż prawdopodobieństwo osiągnięcia celu wędrówki wciąż pozostaje wystarczająco wysokie. Stwierdzono przeloty

migracyjne motyli, które odbywały się na wysokościach sięgających 3000 m, a więc znacznie powyżej warstwy granicznej lotu. Na takich wysokościach przeloty wspomagane są przez silne wiatry, które mogą powodować, że prędkość lotu motyli dziennych wzrasta do 70 km/h. Koszty energetyczne takiego wspomaganego przez wiatr lotu są przy tym stosunkowo niewielkie.

Migranci podróżują w swojej warstwie granicznej lotu lub wznoszą się gwałtownie na większą wysokość, wykorzystując noszenie przez wiatr. Przemieszczając się w obrębie swej warstwy granicznej lotu zachowują kontrolę nad kierunkiem. Jest to jednak wyczerpujące energetycznie. Z tego powodu w trakcie pokonywania długich dystansów motyl musi uzupełniać substancje odżywcze. Niektóre z tych owadów mogą, tak jak monarcha, czasowo opuszczać swoją warstwę graniczną lotu w celu wykorzystania sprzyjających wiatrów do szybowania. Powoduje to oszczędność wydatkowanej energii, ale odbywa się kosztem pewnego rozluźnienia kontroli nad kierunkiem lotu.

Najbardziej znane motyle migrujące

Motyle migrujące należą do różnych rodzin. Są to zarówno motyle nocne, np. zawisakowate (Sphingidae) i sówkowate (Noctuidae), jak i dzienne, np. rusałkowate (Nymphalidae) czy bielinkowate (Pieridae). Migracje obserwuje się we wszystkich regionach świata. Również w polskiej faunie spotykanych jest szereg gatunków odbywających stałe loty migracyjne. Część motyli stwierdzonych na terenie Polski to migranci pojawiający się w naszym kraju jedynie czasowo i sporadycznie. Wśród nich są dobrze znane motyle, jak zmierzchnica trupia główka (*Acherontia atropos*) czy często obserwowany w ogrodach i niesłusznie nazywany kolibrem fruczak gołąbek (*Macroglossum stellatarum*) (Ryc. 2). Wśród motyli



Ryc. 2. Dzięki silnym mięśniom skrzydła fruczaka gołąbka poruszają się w locie tak szybko, że nie można ich zobaczyć. Fot. M. Grabowski.

dziennych takim przykładem może być szlaczkoń sylwetnik (*Colias crocea*) (Ryc. 3). Niektóre z nich, jak np. zmrocznik winniczak (*Hippotion celerio*), były stwierdzane w Polsce jedynie jeden lub dwa razy, wiele lat temu. Warto przy tym pamiętać, że postępujące zmiany klimatyczne mogą przyczynić się do częstszego pojawiania się w Europie środkowej gatunków typowych dla basenu Morza Śródziemnego, a także powstawania w Polsce stałych populacji gatunków dotychczas pojawiających się tu jedynie sporadycznie. Wpływ ocieplenia klimatu na przebieg lotów migracyjnych motyli oraz liczbę migrantów był już obserwowany w różnych regionach świata.

zaczynają swoją wędrówkę z miejsc lęgowych już w lipcu, a we wrześniu migrują ich już miliony. Owad te lecą pojedynczo albo w niewielkich grupkach. Im dalej na południe, tym większe stają się zagęszczenie migrujących osobników. Przeloty odbywają się tylko w dzień, kiedy motyle mają największą możliwość znalezienia pokarmu. W nocy, bądź podczas brzydkiej pogody, przesiadują na drzewach. Zarejestrowano jednak także migracje, które odbywały się w złych warunkach atmosferycznych. Monarchy potrafią kontrolować swój kierunek lotu nawet przy czołowym wietrze. W miejscach zimowania na drzewach zbierają się miliony osobników, tworząc jeden



Ryc. 3. Szlaczkoń sylwetnik przylatuje z południa Europy do Polski wiosną, natomiast osobniki drugiego pokolenia powracają jesienią w cieplejsze rejony. Fot. K. Pabis.

Chyba najbardziej znanym i jednocześnie najlepiej zbadanym motylem migrującym jest wspomniany już wcześniej monarcha (Ryc. 4). Jest to motyl występujący na obszarze od Kanady po północne krańce Ameryki Południowej, ale spotykany jest także na Hawajach, w Indonezji i w Australii. Sporadycznie pojawia się nawet w Europie, na Wyspach Kanaryjskich i w Wielkiej Brytanii. Takie pojedyncze, zbłąkane osobniki potrafią więc przebyć olbrzymią przestrzeń nad Oceanem Atlantyckim. W swoich corocznych migracjach monarchy przemierzają prawie całą długość kontynentu północnoamerykańskiego (do 3, a nawet do 4 tysięcy km) między obszarami lęgowymi w Kanadzie i na północy USA, a miejscami zimowania w Meksyku. Grupy osobników pokonują dziennie od 80 do 120 kilometrów w zależności od mniej lub bardziej sprzyjających wiatrów. Pojedyncze motyle

z najbardziej niezwykłych spektakli w świecie przyrody. W locie powrotnym, który odbywa się wiosną, kolejne pokolenia powracają na północ.

Do jednych z ważniejszych i lepiej poznanych motyli migrujących należy rusałka osetnik (*Vanessa cardui*). Przeloty tej rusałki są masowe i odbywają się na długim dystansie. Charakter lotu migracyjnego tego gatunku jest zupełnie odmienny od jego lokalnych lotów w obrębie obszaru lęgowego, związanych głównie z odżywianiem się, godami i składaniem jaj. W Ameryce Północnej typowy przelot migracyjny tego owada rozpoczyna się w Meksyku i Kalifornii, a jego trasa wiedzie na północ, aż do południowej części Kanady i sięga nawet 5000 km. Do Europy, w tym także do Polski, gatunek ten dociera każdego roku z terenów Afryki. Osiąga nawet rejony arktycznego archipelagu Svalbard. Migracja odbywa się

zarówno w dzień, jak i w nocy. W czasie od 30 do 50 godzin motyle mogą pokonać ponad 1000 km. Populacje potomne powracają na południe Europy i do Afryki.



Ryc. 4. Po wielu kilometrach lotu na skrzydłach monarcha widać już ślady przebytej drogi. Fot. K. Hupało.

Mało kto spodziewa się, że wielokilometrowe migracje występują także u pospolitego bielinka kapustnika (*Pieris brassicae*) (Ryc. 5). Gatunek ten występuje powszechnie w Euroazji i północnej Afryce. Jego migracje w zależności od regionu występowania mogą być regularne lub nieregularne. W czasie lotu motyle mogą pokonywać nawet alpejskie przełęcze, a także obszary morskie, jak na przykład Kanał La Manche. Dokładny kierunek trasy migracji nie jest w pełni kontrolowany, lecz najczęściej stanowi wypadkową między kierunkiem wybranym przez motyla, a kierunkiem wiatru, choć były też notowane migracje, które odbywały się pod wiatr. Dla danej grupy motyli migracja jest jednokierunkowa, jednak potomkowie wyjściowej grupy migrantów niejednokrotnie powracają na tereny, z których rozpoczęła się migracja ich przodków.

Wśród motyli nocnych doskonałym przykładem gatunku migrującego jest zmierzchnica trupia główka. Jest to ćma występująca głównie w północnej Afryce. Jej stały zasięg w Europie obejmuje jedynie wybrzeże Morza Śródziemnego. Migracje tego gatunku są dość długotrwałe i wymagają dużego nakładu energii, dlatego też trupia główka wyszukuje ule i odżywia się miodem. Gatunek ten przylatuje z Afryki, skąd leci na północ ku Europie. Przelatując nad kontynentem europejskim składa po drodze jaja. Tam, gdzie lato jest wystarczająco ciepłe i długie, pojawiają się również gąsienice. Rozwinięte z nich dorosłe motyle jesienią odlatują na południe. Tak więc na obszarze występowania tego gatunku w pierwszej połowie lata wędrówka przebiega z południa na północ, a w końcu lata i jesienią w przeciwnym kierunku. Zmierzchnice były notowane nawet w Skandynawii i na Islandii. Należy jednak pamiętać, że motyle, które

przepoczwarczą się w daleko na północ wysuniętych obszarach, mogą nie zdążyć powrócić jesienią w cieplejsze rejony. Również poczwarki nie są zdolne do przetrwania zimy.

Wszystkie wyżej opisane gatunki należą do grupy tzw. motyli większych. Do gatunków migrujących zaliczamy jednak także przedstawicieli Microlepidoptera. Przykładem może być pochodzący z regionu Morza Śródziemnego przedstawiciel rodziny Plutellidae – tanieś krzyżowiaczek (*Plutella xylostella*). Ten szkodnik roślin z rodziny krzyżowych występuje obecnie praktycznie na całym świecie i był przenoszony przez człowieka w miarę poszerzania arealu upraw kapusty. Jego sezonowe migracje obserwowano w Europie już w czasach starożytnych. Ten niewielki owad jest zdolny do ciągłego lotu na dystansie ponad 3000 km. Dystans ten imponuje tym bardziej, gdy zdamy sobie sprawę, że rozpiętość skrzydeł tego gatunku nie przekracza 15 mm. Warto jednak pamiętać, że jego lot jest w dużym stopniu wspierany przez sprzyjające wiatry. Odnotowano masowe przeloty taniesia poprzez ocean, z Finlandii na Spitzbergen, gdy w czasie jednego dnia motyle pokonały około 1000 km, przy czym liczebność takich grup może być bardzo duża. W latach pięćdziesiątych w Szkocji stwierdzono grupy, których zagęszczenie sięgało kilkudziesięciu milionów osobników na hektar.



Ryc. 5. W Polsce migracje bielinka kapustnika można obserwować nad Bałtykiem. Fot. K. Pabis.

Migracje motyli to jeden z najciekawszych fenomenów w świecie przyrody. Wiele aspektów związanych z przebiegiem tego zjawiska, a zwłaszcza z czynnikami mającymi wpływ na migracje, jest nadal słabo poznanych. Niewiele wiemy o mechanizmach fizjologicznych, a także nawigacji. Również dane na temat mechaniki lotu wymagają dalszych opracowań. Nawet w przypadku intensywnie badanych od wielu lat gatunków, takich jak monarcha, nie znane są wszystkie aspekty związane ze szczegółami przebiegu wędrówek, a odpowiedź na niektóre pytania

zaczynają przynosić dopiero wykonane w ostatnich latach analizy molekularne. Coraz częściej do badań migrantów wykorzystuje się także radary. Obserwacji motyli migrujących może jednak dokonywać każdy obserwator przyrody. Wiele takich motyli występuje

również w Polsce, co daje amatorom entomologii możliwość dokumentowania swoich prywatnych, corocznych obserwacji, a także może przynieść wiele satysfakcji i przyczynić się do poszerzenia wiedzy o tej grupie owadów.

Marzena Werbelska jest magistrantką w Katedrze Zoologii Bezkręgowców i Hydrobiologii Uniwersytetu Łódzkiego.

E-mail: marzena.werbelska@gmail.com

Krzysztof Pabis jest adiunktem w Katedrze Zoologii Bezkręgowców i Hydrobiologii Uniwersytetu Łódzkiego. E-mail: cataclysta@wp.pl.

TOKSYCZNE MAŁPIATKI

Piotr Sura (Kraków)

Wytwarzanie jadów przez zwierzęta jest zjawiskiem dość częstym, jednak wśród ssaków takie przypadki stanowią rzadkość. Najwięcej gatunków jadowitych w tej gromadzie należy do owadożernych (Insectivora), które podobnie jak nietoperze wampiry, produkują trującą ślinę. Są to amerykańska ryjówka krótkoogonowa (*Blarina brevicauda*), almik haitański (*Solenodon paradoxus*) oraz europejskie rzęsorki – rzęsorek rzeczek (*Neomys fodiens*) i rzęsorek mniejszy (*Neomys anomalus*). Wszystkie mają znacznie powiększone podszczękowe gruczoły ślinowe wytwarzające toksyczną ślinę. Wstępne badania wskazują, że taką ślinę wytwarzają również almik kubański (*Solenodon cubanus*) i zębielek kanaryjski (*Crocidura canariensis*), a naszego kreta (*Talpa europea*) podejrzewa się również o produkcję trującej śliny, której używa do paraliżowania dżdżownic. Wymienione ssaki spełniają kryteria określające gatunki jadowite – posiadają gruczoły wytwarzające toksyczną ślinę i mają zęby, które powodują rany, do których spływa jad.

Inna sytuacja ma miejsce w rodzinie lorisowatych (rodzaj *Nycticebus*), jedynych toksycznych przedstawicieli naczelných (Primates). Małpiatki te mają gruczoł ramienny, którym jest apokrynowy gruczoł potowy zlokalizowany na wewnętrznej części łokcia oraz zestaw siekaczy w dolnej szczęce, głównie używanych do czesania futra. Jad produkowany w gruczole ramiennym jest zlizywany przez zwierzę, po czym po zmieszaniu z śliną wprowadzany w razie potrzeby do rany zadanej przez zęby. Nie ma więc bezpośredniego połączenia gruczołu jadowego i narzędzia wprowadzającego jad, stąd nie można mówić, że są to zwierzęta w pełni jadowite. Co więcej, ich jad działa tylko na niektóre, wrażliwe gatunki. Nie pasuje tu również termin zwierząt trujących, gdyż mają narzędzia do wprowadzania jadu. W tej sytuacji

zapewne najlepiej używać bardziej ogólnego terminu – zwierzęta toksyczne.



Ryc. 1. Lori (*Nycticebus kayan*) – półwysep Santubong, Sarawak, Borneo, Malezja. Fot. Piotr Sura.

Do niedawna rodzaj *Nycticebus* obejmował 2 gatunki – *N. coucang* (lori kukang) i *N. pygmaeus* (lori mały). Jeszcze w 2001 r. wyróżniano 3 gatunki – *Nycticebus coucang*, *N. bengalensis* oraz *N. pygmaeus*. *N. coucang* zawierał 3 podgatunki: *N.c. menagensis*,

N.c. coucang i *N.c. javanicus*, które podniesiono potem do rangi gatunków na podstawie głównie rezultatów badań genetycznych, przy czym *N. menagensis* występował na Borneo, *N. javanicus* na Jawie, a *N. coucang* od Indii, przez Filipiny po Malesję i Wyspy Sundajskie (Sumatra, Batam, Galang i inne). W 2013 r. Munds i współpracownicy wyka-

reakcji alergicznej. Opisany przez Wilde'a w 1972 r. mężczyzna został ugryziony w nadgarstek. Już po 5 minutach poczuł palący ból w rękach i stopach, a potem pulsujący ból pleców. Pół godziny później pojawiły się symptomy szoku anafilaktycznego w postaci spadku ciśnienia, sinicy kończyn i krwimoczu. Pacjent całkowicie wyzdrowiał po 2 tygodniach.



Ryc. 2. Lori (*Nycticebus kayan*) – półwysp Santubong, Sarawak, Borneo, Malesja. Fot. Piotr Sura.

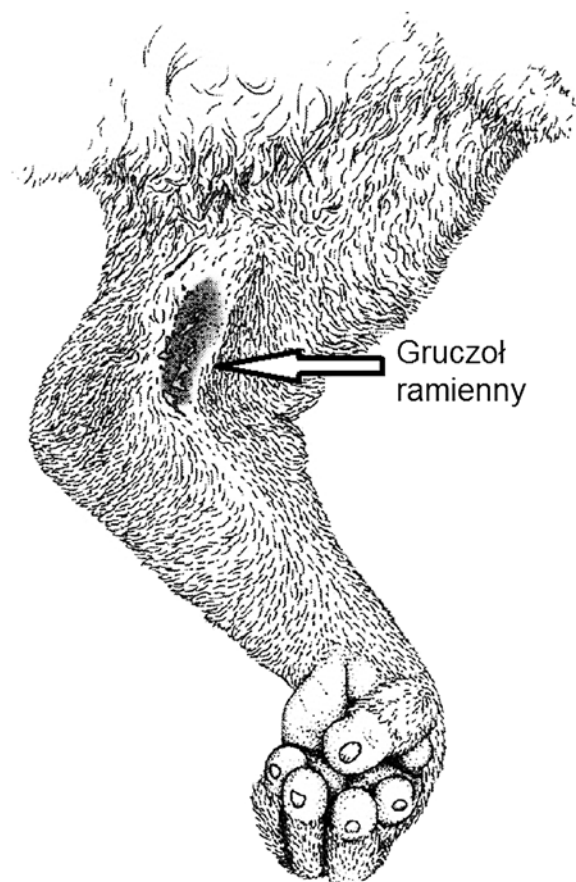
zali na podstawie badań genetycznych występowanie 4 gatunków na Borneo – *N. bancanus* (południowo-zachodnia część wyspy), *N. borneanus* (środkowo-południowa część Borneo), *N. menagensis* (Filipiny, Sabah, Brunei i wschodni Kalimantan) oraz opisali nowy gatunek *N. kayan* (Sarawak, Sabah i południowy Kalimantan). Tym samym liczba toksycznych naczelnych wzrosła do 8.

Lori są uważane za zwierzęta jadowite w różnych kulturach azjatyckich, pomimo że w literaturze medycznej znany jest tylko jeden przypadek szoku anafilaktycznego u mężczyzny ugryzionego przez hodowaną małpkiatę. Jad dostaje się do rany w wyniku przedłużonego ugryzienia, które umożliwia dostanie się odpowiedniej ilości jadu. U hodowanych lori zaobserwowano, że niepokojone wydzielają ok. 10 µL przezroczystej cieczy o silnym zapachu, którą następnie zlizują, a także często wcierają w futro. Ugryzienie człowieka przez te małpkiatki powoduje powstawanie

Głównym składnikiem wydzieliny gruczołu ramiennego jest heterodimeryczne białko o masie 17,6 kDa należące do rodziny sekretoglobiny i składające się z dwu łańcuchów α i β , połączonych dwoma mostkami disulfidowymi. Oba łańcuchy wykazują znaczne podobieństwo sekwencji do łańcuchów głównego kociego alergenu Fel d 1, tym samym wydzielina ta może wywoływać stan alergiczny. Koty silnie zanieczyszczają swoje środowisko tym alergenem, ale nie pełni on roli obronnej, ale jako cząsteczka umożliwiająca chemiczną komunikację.

Zachodzi więc pytanie w jakim celu lori produkują tę substancję? Istnieje kilka hipotez. Sądzone, że trująca ślina może mieć paraliżujący efekt na bezkręgowce i małe kręgowce, którymi się żywią te małpkiatki, podobnie jak w przypadku np. kreta. Lori jednak nie gromadzą zapasów pokarmu, tylko zjadają upolowane zwierzęta natychmiast, co nie wymaga ich uprzedniego unieruchamiania. Dotyczy to nawet

ptaków czy jaszczurek. Poza tym znaczny procent ich diety stanowią rośliny. Bardziej prawdopodobna jest rola obronna. Samice nacierają wydzieliną tego gruczołu swoje młode, zwłaszcza kiedy je opuszczają na jakiś czas. Małpiatki unikają drapieżników głównie dzięki ochronnemu ubarwieniu, ale ponieważ poruszają się bardzo powoli wśród gałęzi (stąd angielska nazwa „slow lorises”) i nie mają szans na ewentualną ucieczkę, więc wytworzenie toksycznej substancji może im ratować życie. Wykazano, że wydzielina gruczołu ramiennego odstrasza koty – lamparty (*Panthera pardis*), tygrysy (*P. tigris*), pantery mgliste (*Neofelis nebulosa*), a także niedźwiedzie malajskie (*Helarctos malayanus*) oraz cywety (*Paradoxurus hemaphroditus* i *Arctictis binturong*). Nie odstrasza natomiast orangutanów, które polują na te małpiatki.



Ryc. 3. Usytuowanie gruczołu ramiennego u lori (wg Nekaris et al., *Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases* 2013, 19:21, zmodyfikowane).

Inną rolę wydzieliny może być ochrona przed ektopasożytami. Lori żyją samotnie, nie mają więc możliwości iskania się, jak to się dzieje u małp, tym samym usuwanie zewnętrznych pasożytów może być utrudnione. Dostępne dane rzeczywiście pokazują, że

lori mają znacznie mniej pasożytów w porównaniu z innymi małpiatkami. Co więcej, Nekaris wykazał, że pijawki lądowe, które zetknęły się z bawełnianymi wacikami nasączonymi rozcieńczoną w czystej wodzie wydzieliną połączoną ze śliną, zdychały w ciągu 128–480 sekund.

Kolejną teorią jest przypuszczenie, że wydzielina może mieć znaczenie w interakcjach pomiędzy płciami. W okresie godowym dochodzi do intensywnych walk głównie pomiędzy samcami, i w mniejszym stopniu pomiędzy samicami. Samice są terytorialne i dzielą terytorium ze swoimi młodymi oraz jednym, dwoma lub trzema samcami. Obserwowano w okresie godowym samce lori, które zlizywały wydzielinę swojego gruczołu ramiennego, a następnie wcierały ją w futro. Ugryzienia szczególnie w głowę są główną przyczyną stanów chorobowych i śmierci tych małpiatek. Na przestrzeni 30 lat zaobserwowano w północnoamerykańskich ogrodach zoologicznych szereg śmierci dojrzałych, jak i młodych osobników, w wyniku ran zadanych przez współmieszkańców klatek. Rany nie chciały się goić, dochodziło do martwicy, posocznicy, obrzęku płuc i zapalenia tkanki łącznej. Takie nie gojące się rany są częste w ośrodkach, w których ratuje się te zwierzęta i weterynarze twierdzą, że jeśli jeden lori ugryzie drugiego, jego szanse na przeżycie są nikłe. Również w naturze wiele osobników ma blizny po ugryzieniach. Na przykład, jak stwierdził Wiens (w 2002 roku), z 29 złowionych *N. coucang* 52% samców i 12% samic miało świeże lub stare rany. Przypuszcza się, że wydzielina pierwotnie miała znaczenie ostrzegawcze, a później wyewoluowała w kierunku właściwego jadu wytworzonego przeciwko innym lori. Wcieranie jadu szczególnie w futro na głowie jest reakcją obronną chroniącą tę najbardziej narażoną część ciała.

LUDZKIE WSZY

Monika Żelazowska (Kraków)

Wszy (Anoplura lub Siphunculata) są owadami, które odżywiają się krwią pobieraną bezpośrednio z naczyń krwionośnych ssaków. Wraz z wszołami (Mallophaga) wliczane są przez niektórych badaczy do rzędu Phthiraptera. Analizy filogenetyczne, m.in. na podstawie sekwencji 18S rDNA, wykazały jednak, że Phthiraptera nie są grupą monofiletyczną, gdyż pochodzą z kilku linii ewolucyjnych. Wszy pojawiły się prawdopodobnie w późnej kredzie (około 77 mln. lat temu). Szacuje się, że około 65 mln lat temu rozpoczęła się kolonizacja różnych ssaków i pojawianie się oraz rozprzestrzenianie się wraz z nimi nowych gatunków wszy. Z zapisu geologicznego znane są tylko dwa gatunki: *Megamenopon rasnitsyni* znaleziony w łupkach pochodzących z terenów Syberii (datowany na około 140 mln. lat) i *Saurodectes vrsanskyi* znaleziony w olejach łupkowych (powstałych około 44,3 – 0,4 mln. lat temu). Wśród wszy związanych z człowiekiem jedyny wyjątek stanowią z mumifikowane jaja wszy ludzkiej głowowej (gnidy) i szczątki wszy łonowych (mendy), które znajdowane są w mumiach.



Ryc. 1. Samiec wszy świńskiej *Haematopinus suis*. Fotografowała Mgr Magdalena Dudziak, Zakład Entomologii, Instytut Zoologii UJ.

Bezpośredni przodkowie wszołów i wszy byli spokrewnieni z owadami z rzędu gryzków (Psocoptera). Były to owady oportunistycznie związane z gniazdami

ptaków i ssaków, które stanowiły dla nich przyjazne środowiska, bogate w nieograniczone zapasy pożywienia (grzyby, odchody zawierające szczątki organiczne, złuszczone naskórek, sierść i pióra). Posilek, który zawierał dodatkowo krew, okazał się być bardziej treściwy (ze względu na substancje odżywcze) i łatwo dostępny. Spowodowało to, że przodkowie wszołów i wszy przystosowali się do życia na ciele gospodarzy gniazd oraz do odżywiania się ich złuszczonym naskórkiem i krwią. Z biegiem czasu narządy gębowe przodków wszy przekształciły się z gryzących w kłująco-ssące, a one same stały się hematofagami nierozłącznie związanymi ze swoimi gospodarzami. W tym miejscu należy wspomnieć, że współcześnie żyjące wszoły, które odżywiają się krwią (np. z podrzędu Rhynchophthirina – żyją na skórze guźca, świni z rodzaju *Potamochoerus* sp. oraz słonia) dostęp do pokarmu uzyskują w inny sposób niż wszy. Nagryzają skórę powodując powstawanie wybroczyn krwi. Wszystkie wszy żyją gromadnie i nie tworzą społeczeństw. Związek ze ssakami ma odzwierciedlenie w licznych cechach tych owadów.

Wszy mają odnóże czepne umożliwiające przyczepianie się do włosów. Są wrażliwe na temperaturę ciała. Wykazano, że prawie natychmiast po śmierci opuszczają zwłoki, aby znaleźć następnego gospodarza, w przeciwnym razie same szybko giną. Są spłaszczone grzbieto-brzusznie, ślepe i mają krótkie czułki. Wykazują jednak dodatnią fototaksję, ale tylko wtedy, gdy ze światłem nie jest związana wysoka temperatura i susza. Wiedzione zapachem chętnie podążają do miejsc, w których znajdują się lub znajdowały się inne osobniki lub odchody. Zapachy odbierane są przez chemoreceptory znajdujące się w ścianie ciała. Zawiera ona także termoreceptory i higroreceptory, zgrupowane w postaci narządów kłębuszkowych (sensille). Współcześnie żyjące wszy, podobnie jak wszoły, nie mają skrzydeł i nie latają. Do przemieszczania się na duże odległości wykorzystują muchy narzępikowate (Hippoboscidae), przyczepiając się do włosków na ich ciele podróżując „autostopem na gapę”. Samice wszy ludzkich nie mają w układzie rozrodczym spermateki – struktury, która służy do magazynowania nasienia zebranego w czasie kopulacji, dlatego muszą często kopulować. Samce tego gatunku są więc bardzo płodne, produkują i magazynują tyle nasienia, że wystarcza go, by zapłodnić

jedną porcją nawet 10–18 samic. Samice wszy łonowych mają spermatekę i żyją w grupach niezbyt licznych w osobniki.

Fascynującym zagadnieniem i przydatnym narzędziem w badaniach wszy i ich ewolucji okazały się być analizy mikroorganizmów endosymbiotycznych. Mikroorganizmami tymi są obligatoryjne bakterie „*Candidatus RIESIA pediculicola*” z grupy Enterobacteriaceae, które zasiedlają bakteriomy. Bakteriomy są to narządy zbudowane z komórek (bakteriocyty), w których cytoplazmie znajdują się symbiotyczne mikroorganizmy. Badania wykazały, że po pobraniu przez owada krwi o zmienionym składzie, symbionty te giną. To z kolei skutkuje śmiercią owada. Dlatego wszy związane z jednym gatunkiem ssaka nie mogą żyć na ciele gatunku, którego krew różni się składem od krwi właściwego dla nich gospodarza. Mikroorganizmy symbiotyczne są przekazywane z pokolenia na pokolenie na drodze transowarialnej, czyli w wyniku infekcji żeńskich komórek rozrodczych owada. W ciele dojrzewających płciowo samic



Ryc. 2. Odnóże czepne wszy świńskiej *Haematopinus suis*. Fotografowała Mgr Magdalena Dudziak, Zakład Entomologii, Instytut Zoologii UJ.

i dojrziałych płciowo samców wszy ludzkiej endosymbionty zgromadzone są w otoczonej mięśniami uwypukleniu jelita środkowego (w tzw. dysku żołądkowym) położonym po jego brzusznej stronie. Dysk ten złożony jest z 10–16 komór, w których znajdują się mikroorganizmy zanurzone w syncytium niezawierającym jąder komórkowych. Syncytium to powstaje w wyniku połączenia się błon komórkowych bakteriocyty. W pełni uformowany dysk żołądkowy nie jest połączony ze światłem jelita owada. Podczas ostatniego linienia larw żeńskich komory łączą się, endosymbionty wyrzucane są z dysku żołądkowego skurczem jego mięśni i wędrują po powierzchni jelita do jajowodów. W ciele dojrziałych płciowo samic

mikroorganizmy zasiedlają bakteriomy zlokalizowane w ampullach znajdujących się w szczytowych częściach jajowodów bocznych. Z bakteriomami wszy ludzkiej związany jest też inny mikroorganizm. Jest nim γ -proteobakteria z rodziny Enterobacteriaceae. Badania 16S rRNA wchodzącego w skład małej podjednostki rybosomu bakterii związanej z bakteriomami wszy wykazały, że jest ona spokrewniona z mikroorganizmem *Arsenophonus nasoniae* (związanym z pasożytniczymi osami), jednak różni się w więcej niż 10% od 16S rRNA tej bakterii.

Badania molekularne ludzkich wszy są przydatne w określaniu zdarzeń, które miały miejsce w ewolucji człowieka rozumnego (*Homo sapiens*), ale które nie znajdują dostatecznego odzwierciedlenia w szczątkach kopalnych. Z *H. sapiens* związana jest historia ewolucyjna dwóch gatunków. Są to: wesz ludzka (*Pediculus humanus* L.) i wesz łonowa (*Pthirus pubis* L.). Wesz ludzka jest spokrewniona z gatunkiem *Pediculus schaeffi*, który żyje na owłosionej skórze szympanów. Badania mitochondrialnego DNA (mtDNA) wskazują, że gatunki *P. humanus* i *P. schaeffi* pojawiły się około 5,6 mln. lat temu.

Wesz łonowa pojawiła się i związała się z przodkiem człowieka prawdopodobnie około 3 mln. lat temu. Jest spokrewniona z gatunkiem *Pthirus gorillae* żyjącym na owłosionej skórze goryli. Przypuszcza się, że do pojawienia się wszy łonowych mogły przyczynić się polowania na te naczelne oraz wkradanie się i zagarnianie ich gniazd przez przodków człowieka. Rozprzestrzenianie tych wszy wśród populacji pradziejowych związane było z czynnościami seksualnymi oraz ze świadczoneymi sobie nawzajem w stadzie zabiegami pielęgnacyjnymi. Obecnie wesz łonowa jest gatunkiem, który zanika. Jej środowiskiem życia jest owłosiona skóra ciała, włosy porastające klatkę piersiową, ramiona i nogi, brodę, rzęsy i brwi (także noworodków i dzieci) oraz włosy porastające okolice zewnętrznych narządów płciowych.

W obrębie gatunku *P. humanus* wyodrębnia się trzy podgatunki. Są to wesz głowowa (*Pediculus humanus capitis*), wesz odzieżowa (*Pediculus humanus humanus*), i *P. humanus mjobergi*. *P. humanus mjobergi* żyje na ciele naczelników z rodziny płaksowatych (Cebidae) z Ameryki Południowej. Wszy ludzkie przywędrowały na ten kontynent podczas migracji ich żywicieli.

Wesz głowowa żyje i składa jaja na owłosionej skórze mózgoczaszki, przyklejając je do włosów; wesz odzieżowa żyje i składa jaja na ubraniu oraz rzadko pobiera krew. Wesz głowowa często pobiera krew i jest bardziej wrażliwa na zmiany temperatury otoczenia. Jaja wszy głowowej są odporne

na działanie niekorzystnych warunków środowiska i mogą przez krótki czas przeżyć nawet bardzo niskie oraz wysokie temperatury, nie szkodzi im też krótkotrwałe zatapianie.



Ryc. 3. Jajo wszy świńskiej *Haematopinus suis* przyklejone do włosa świnii. Fotografowała Mgr Magdalena Dudziak, Zakład Entomologii, Instytut Zoologii UJ.

Duża zmienność genetyczna współcześnie żyjących wszy ludzkich pochodzących z Afryki i zegar molekularny wskazują, że wesz głowowa i odzieżowa pochodzą z tego kontynentu. Wesz odzieżowa pojawiła się prawdopodobnie zaraz po tym, jak człowiek nauczył się tworzyć i szyc odzież. Zdarzenie to datuje się na około 72 ± 42 tys. lat temu lub nawet na 107 tys. lat. Strój był bardzo istotną innowacją, zarówno dla człowieka, jak i dla wszy. Z jednej strony spowodował kolonizację całej planety przez człowieka, zaś z drugiej strony dał szansę wszy ludzkiej na pobieranie pokarmu z naczyń krwionośnych na powierzchni całego ciała człowieka. Ekspansja wszy odzieżowej poza kontynent afrykański następowała wraz z migracją *H. sapiens* do regionów o chłodnym klimacie. Żyjący na nowych terenach neandertalczycy okrywali swe ciała już znacznie wcześniej, ale nie potrafili szyc dla siebie ubrań.

Dominującym obecnie nurtem w badaniach wszy są molekularne analizy genomu owadów połączone z danymi epidemiologicznymi. Gospodarzami wszy odzieżowej są osoby o zaniedbanej higienie ciała, żyjące poza społeczeństwem i pozbawione lub unikające jego opieki. Masowe pojawianie się wszy odzieżowej w czasie klęsk żywiołowych i wojen kończy się zawsze występowaniem epidemii chorób i dużą

śmiertelnością. Przymusowe stłoczenie ludzi w jednym miejscu powoduje, że wszy odzieżowe, które same łatwo zarażają się mikroorganizmami chorobotwórczymi od swoich gospodarzy, chorują i roznoszą choroby. W odróżnieniu od wszy odzieżowej, wesz głowowa nie choruje w wyniku zarażenia się mikroorganizmami chorobotwórczymi, jednak często i chętnie migruje z głowy na głowę (np. podczas zabaw i wspólnego leżakowania dzieci), pobierając także krew od osób dbających o higienę. Istnieje więc ryzyko, że podczas pobierania pokarmu wszy głowowe mogą przypadkowo przenosić w przewodzie pokarmowym niebezpieczne dla zdrowia mikroorganizmy. Warto pamiętać też, że ssaki naczelne kontrolują poziom zawieszenia osobników w stadach wzajemnie iskając się.

Badania polegające na podaniu do wyssania wszom głowowym i odzieżowym krwi zawierającej bakterie *Escherichia coli* i *Staphylococcus aureus* wykazały, że komórki układu odpornościowego (hemocyty) wszy głowowej są bardziej aktywne od komórek wszy odzieżowej. Komórki te chętniej fagocytowały gronkowca *Staphylococcus* niż *Escherichia*. Inne badania wskazują, że w ostatnim stadium larwalnym wszy odzieżowej komórki układu odpornościowego też są bardzo aktywne i fagocytują nawet bakterie symbiotyczne owada. Proces ten obserwowano w warunkach fizjologicznych, gdy endosymbionty opuszczają dysk żołądkowy i rozpoczynają wędrówkę do jajowodów. Dlaczego w ciele dojrzałej płciowo samicy układ odpornościowy jest mniej wrażliwy? Nadwrażliwy układ odpornościowy nie jest jej po prostu potrzebny, gdyż odżywia się sterylną w warunkach fizjologicznych krwią. Badania molekularne wykazały, że cały genom wszy odzieżowej, pomimo że zawiera około 10 tys. genów, jest najmniejszym z poznanych genomów owadów (108 Mb). Uważa się także, że liczba genów związanych z odpornością jest niewielka. Badania jądrowych sekwencji mikrosatelitarnych wykazały, że wśród współczesnych wszy ludzkich dominuje chów wsobny, istnieją izolowane geograficznie populacje i dochodzi tylko do niewielkiego przepływu genów. Pomimo tego wszy głowowe rozwinęły wysoką oporność na chemiczne insektycydy. Podłoże tej oporności mogą stanowić odmienne allele zawarte w ich genomach.

Niektóre osoby pokłute przez wszy odzieżowe są uczulone na wydzieliny, wymiociny i odchody owadów. Powoduje to mimowolne drapanie się, roznicianie ich ciał oraz przypadkowe wcieranie szczątków w skórę. Sprzyja to rozprzestrzenianiu się zakażenia w przypadku pokłucia przez chore owady. Najgroźniejszym dla człowieka mikroorganizmem, który zabija

też wszy odzieżowe, jest wewnątrzkomórkowa α -proteobakteria *Rickettsia prowazekii* powodująca dur plamisty (tyfus plamisty). Szczepionka przeciw tej chorobie powstała między innymi dzięki pracy mieszkającego w naszym kraju i działającego w pierwszej połowie XX wieku Rudolfa Weigla. Wszy odzieżowe przenoszą ponadto dwie inne bakterie wewnątrzkomórkowe. Są to α -proteobakteria *Bartonella quintana* i krętek *Borrelia recurrentis*. Obie bakterie powodują groźne choroby człowieka, takie jak gorączka okopowa i dur powrotny. Genom tych bakterii, podobnie jak genom *Rickettsia*, jest zredukowany. Bakterie te z trudem adaptują się w nowych, odmiennych od naturalnego środowiskach i nie dają się łatwo hodować na pożywkach laboratoryjnych. Redukcja genomów jest przystosowaniem do wewnątrzkomórkowego trybu życia. We wnętrzu komórek nie są one narażone na wymianę genów z innymi bakteriami.

Badania molekularne genomu *Rickettsia* wskazują na istnienie bliskiego związku filogenetycznego pomiędzy rybosomowymi białkami bakterii i rybosomowymi białkami mitochondriów. Do niedawna uważano, że wszystkie mitochondria pochodzą od endosymbiotycznych proto-Rickettsiales i pojawiły się niedługo po powstaniu komórki eukariotycznej. Sądzone, że Rickettsiales i mitochondria miały jednego bezpośredniego przodka, który początkowo żył w komórce eukariotycznej. Porównanie wyników badań chimeryzmu, które dotyczyły mitochondriów, z wynikami badań mtDNA wiciowców *Reclinomonas americana*, drożdży *Saccharomyces cerevisiae*, człowieka oraz wszy odzieżowych wykazało, że mtDNA tych organizmów ma strukturę mozaikową. Badania te wskazują też, że mitochondria nie mają jednego wspólnego przodka i nie pochodzą wyłącznie od proto-Rickettsiales. Prawdopodobnie pochodzą także od proto-Rhizobiales i innych proto-Alphaproteobacteria. Powstały najprawdopodobniej około 1 bilion lat temu dzięki fuzji przodka Rickettsiales z Rhizobiales w komórce proto-eukariotycznej. Mitochondria utraciły następnie część genów przodków i nabyły nowe geny od Alphaproteobacteria (w czasie 600-30 mln. lat temu).

W mitochondriach ludzkich wszy materiał genetyczny występuje w postaci wielu kolistych cząsteczek, tzw. minichromosomów, a nie w postaci jednej kolistej cząsteczki DNA. W mitochondriach wszy ludzkiej głowowej i odzieżowej w liczbie 20 minichromosomów, w mitochondriach wszy łonowej w liczbie 14. Tak zbudowane mtDNA pojawiło się prawdopodobnie wraz z rozpoczęciem odżywiania się krwią przez wszy. Materiał genetyczny zawarty

w minichromosomach ulega rekombinacji, która zachodzi nie tylko pomiędzy odcinkami homologicznymi, ale także pomiędzy odcinkami, które nie są homologiczne. Część genów mitochondrialnych wszy została w trakcie ewolucji przeniesiona do genomu jądrowego lub utracona. Zdarzenia te zachodziły nie tylko dzięki procesom rekombinacji, ale też dzięki bocznemu transferowi genów. Wykazano, że w mitochondriach wszy łonowej niektóre sekwencje mogły ulec degeneracji. Spowodowało to rozpad minichromosomów na dwie odrębne koliste cząsteczki i translokację niektórych genów. Materiał genetyczny zawarty w minichromosomach wszy głowowej i odzieżowej jest identyczny i nie zmienił się od około 107 tys. lat.

Badania molekularne genów jądrowych (EF-1 α) i rRNA wchodzącego w skład małej podjednostki rybosomu oraz mtDNA współcześnie żyjących wszy głowowych i odzieżowych wykazały też, że istnieją co najmniej dwie gałęzie ewolucyjne wszy, które wyodrębniły się około 1,18 mln. lat temu, czyli wcześniej niż współcześnie żyjący *H. sapiens*. Inne badania wskazują, że zdarzenie to miało miejsce około 0,77–0,5 mln. lat temu. Jedna gałąź ewolucyjna zasięgiem obejmuje cały glob i zawiera wszy głowowe i odzieżowe, druga natomiast występuje wyłącznie na kontynencie amerykańskim i zawiera tylko wszy głowowe. Amerykańska gałąź wszy ludzkiej przez cały ten czas (1,18 mln. lat) najprawdopodobniej ewoluowała w izolacji wraz z jednym z hominidów. Przypuszcza się, że był to gatunek siostrzany lub bezpośredni potomek człowieka wyprostowanego *H. erectus* (pitekantropa) i pochodził ze wschodniej Azji. Wszy te prawdopodobnie przeniosły się na *H. sapiens*. W jaki sposób się to stało? Jedynym wytłumaczeniem wydaje się istnienie bezpośrednich kontaktów pomiędzy *H. sapiens* i potomkiem *H. erectus*. Mogło to być prowadzenie walk i wzajemne wykradanie sobie z siedlisk okryć dla ciała (skór i futer zabitych zwierząt).

Interesujące jest, że wyniki analiz molekularnych genu kodowanej mitochondrialnie (mt) oksydazy cytochromu c (COX1) i cytochromu b wskazują na istnienie trzech odrębnych kładów wśród współcześnie żyjących wszy ludzkich. Geograficzne rozmieszczenie tych kładów jest zgodne z historią *H. sapiens* i jego migracji. Najstarszy kład (kład C) obejmuje wszy głowowe i powstał około 2 mln. lat temu. Wszy te obecnie żyją w Afryce (w Etiopii i w Senegalu) oraz w Azji (wśród mieszkańców Nepalu). Kład B też zawiera wyłącznie wszy głowowe. Żyją one na skórze mieszkańców Europy, Australii, Północnej i Środkowej Ameryki. Ten kład powstał około 0,15 mln.

lat temu. Ponieważ wszy z tego kladu nie występują wśród rdzennych mieszkańców Afryki, badacze nie wykluczają, że mogą one pochodzić od wszy, które żyły na skórze człowieka neandertalskiego (*H. neanderthalensis*) lub człowieka z Jaskini Denisowa. Analizy DNA człowieka neandertalskiego oraz DNA *H. sapiens* dowodzą, że oba gatunki współistniały około 65–47 tys. lat temu. Trzeci kład (kład A)

powstał około 0,54–0,11 mln. lat temu i obecnie zasiedla cały glob. Obejmuje on wszy głowowe i odzieżowe.

Do pełnego wyjaśnienia historii wszy ludzkich mogłoby przyczynić się odnalezienie większej liczby kopalnych, zmumifikowanych lub zamrożonych szczątków. Przyszłość może przynieść nowe odkrycia związane z tymi owadami.

Dr Monika Żelazowska jest adiunktem w Zakładzie Biologii Rozwoju i Morfologii Bezkręgowców, Instytutu Zoologii Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie. E-mail: monika.zelazowska@uj.edu.pl.

KLESZCZE – NIE TYLKO BORELIOZA

Magdalena Madej, Leopold Śliwa (Kraków)

Kleszcze (*Ixodida*) obejmują trzy rodziny: *Argasidae*, *Ixodidae* i *Nuttalliellidae*, są one szeroko rozpowszechnionymi pasożytami na świecie, do tej pory rozpoznano ich około 900 gatunków. Występują w różnym zagęszczeniu w zależności od rejonu geograficznego. Kleszcze najliczniej spotykane są w dobre nagranych siedliskach, jakimi są łąki, pola uprawne, lasy mieszane i liściaste z bogatym podszyciem. Nie omijają również rejonów zurbanizowanych, jakimi są ogrody, a nawet parki miejskie.

W Polsce, podobnie jak w innych krajach europejskich, kleszcz pospolity, zwany też pastwiskowym (*Ixodes ricinus*), jest gatunkiem najczęściej spotykanym. Innym często występującym gatunkiem jest także kleszcz łąkowy (*Dermacentor reticulatus*).

Okres zimy kleszcze przeżywają w stanie diapauzy. Ich aktywność rozpoczyna się wczesną wiosną, a kończy się późną jesienią, wzrastając wraz ze zwiększającą się wilgotnością i temperaturą. Pierwszy szczyt aktywności przypada na maj, drugi notuje się we wrześniu i jest on na ogół niższy od wiosennego. Najwyższa aktywność dzienna w okresie wiosenno-letnim notowana jest w godzinach porannych, między godzinami 8 i 9, natomiast w okresie jesiennym od 11 do 12. Liczba odnotowanych przypadków zachorowań na choroby odkleszczowe wskazuje na endemiczne występowanie przenoszonych przez nie patogenów. Wystąpienie jednostki chorobowej zależnej od kontaktu z kleszczami, podlega w Polsce obowiązkowi zgłoszenia do krajowego nadzoru epidemiologicznego. Prowadzeniem nadzoru zajmuje się Państwowa Inspekcja Sanitarna wraz z Państwowym Zakładem Higieny. Instytucje te prowadzą również badania diagnostyczne w kierunku boreliozy oraz statystyki rozprzestrzeniania się chorób.

Warto podkreślić, że kleszcze są wektorami nie tylko bakterii o kształcie krętków z rodzaju *Borrelia*, ale również około 130 odmian wirusów, 200 gatunków piroplazm, szeregu gatunków pierwotniaków, kilku gatunków nicieni z grupy filarii, grzybów, 20 gatunków riketsji (bakterii z typu proteobakterii), 20 gatunków innych krętków oraz innych bakterii. Stąd przyczyniają się do rozprzestrzeniania licznych chorób odkleszczowych. Najczęstszą z ich jest borelioza stanowiąca obecnie już problem epidemiologiczny. Warto zaznaczyć się z innymi możliwymi niebezpieczeństwami kontaktu z tymi pajęczakami. Na



Ryc. 1. Samica kleszcza *Ixodes ricinus* przed wkłuciem się w ciało żywiciela. Fot. Magdalena Madej.

drugim miejscu pod względem częstości zachorowań klasyfikuje się odkleszczowe zapalenie mózgu. Nie wolno jednak lekceważyć innych, także groźnych, choć rzadziej spotykanych, a przez to mniej znanych dolegliwości jak babeszjoza (wywoływana przez pierwotniaki z rodzaju *Babesia*), gorączka Q (bakterie pałeczkowate z rodzaju *Coxiella*), tularemia (polimorficzna pałeczka *Francisella tularensis*),

anaplazomaza (bakteria *Anaplasma phagocytophilum*) i riketsjozy (bakterie z rodzaju *Rickettsiales*). Warto zatem prześledzić niektóre z chorób roznoszonych przez kleszcze.

Kleszczowe zapalenie mózgu (KZM).

Kleszczowe zapalenie mózgu to poważna, ostra choroba ośrodkowego układu nerwowego, przenoszona przez kleszcze z gatunków *Ixodes ricinus* i *I. persulcatus*. Chorobę wywołuje wirus RNA z grupy *Flaviviridae*. W ciągu ostatnich dwudziestu lat na terenie Europy obserwuje się stały wzrost liczby zachorowań na KZM. Powodem tych niekorzystnych zmian są coraz bardziej sprzyjające dla wirusa warunki atmosferyczne, zmiany w liczebności zwierząt-żywcicieli oraz zmiany zachowań ludzi (częstsze przebywanie na terenach zalesionych). Do chwili obecnej wyodrębniono 3 typy tego wirusa: europejski, syberyjski i dalekowschodni.

W Polsce występuje typ europejski i jest on przenoszony przez kleszcze *Ixodes ricinus*. Od 1993 roku na terenie naszego kraju odnotowuje się od 200 do 300 przypadków zachorowań rocznie. Rejonem endemicznym stałego notowania występowania przypadków KZM w Polsce są województwa warmińsko-mazurskie i podlaskie, w których ma miejsce około 90% ogółu zachorowań. Rezerwuarem KZM są gryzonie oraz inne drobne ssaki. Choroba przenoszona jest na ludzi poprzez ukłucie zakażonych kleszczy. W zależności od miejsca występowania od 3 do 15% kleszczy może być zarażonych tym wirusem. Wirus jest wprowadzany do skóry wraz ze śliną pajęczaka. Do zakażenia może także dojść drogą pokarmową przez spożycie niepasteryzowanego mleka krowiego lub koziego, pochodzącego od zarażonego zwierzęcia. Ta droga zarażeń jest obserwowana na terenach, gdzie tradycyjne sery przygotowywane są z niepasteryzowanego mleka (Austria, Czechy). Niekiedy (około 30%) zakażenie przebiega bezobjawowo i kończy się samowyleczeniem. Może także przybrać postać grypopodobną bez zajęcia środkowego układu nerwowego lub doprowadzić do kleszczowego zapalenia mózgu.

U ludzi z objawami choroba przebiega dwufazowo. Pierwsza faza wiąże się z obecnością wirusa w krwioobiegu, druga z jego obecnością w OUN (ośrodkowym układzie nerwowym). Po okresie inkubacji następuje pierwsza faza, która trwa od 1 do 8 dni. Jej objawami są: podniesiona temperatura (do 38 stopni), bóle mięśni, ogólne rozbitcie oraz bóle stawów i żołądka. Interwencja lekarska podjęta w tej fazie okazuje się skuteczna w około 70–80 procentach.

Jednakże niezbędna jest dalsza czternastodniowa obserwacja lekarska, ponieważ czasami wyzdrowienie jest pozorne. U pozostałych pacjentów (około 20–30%) po trwającym od 1 do 3 dni okresie bezobjawowym, na skutek przeniknięcia wirusa do OUN, rozwija się druga faza, w trakcie której ma miejsce replikacja wirusa, powodująca ostry stan zapalny opon i mózgu. Jej symptomy objawiają się wysoką temperaturą, silnymi bólami głowy, wymiotami, czasem drgawkami oraz utratą świadomości i porażeniem. W tej fazie choroba może przybrać postać oponową najczęstszą i najłagodniejszą. Choroba trwa przeciętnie około 2 tygodnie i kończy się powrotem do zdrowia lub



Ryc. 2. Częściowo nasycona krwią samica kleszcza *Ixodes ricinus* usunięta z ciała żywiciela. Fot. Magdalena Madej.

przekształcić się może w postać oponowo-mózgową, w której dominują objawy uszkodzenia OUN (ataksja, zaburzenia świadomości, porażenie nerwów czaszkowych, drżenie kończyn, zaburzenie artykulacji, zaburzenia połykania, zaburzenia ośrodka oddechowego). Może również wystąpić postać mózgowo-rdzeniowa, najcięższa forma KZM. Oprócz wymienionych objawów występują także uszkodzenia rdzenia kręgowego, porażeniu ulegają najczęściej mięśnie kończyn górnych, karku oraz barków. Może także wystąpić porażenie mięśni oddechowych, wymagające wprowadzenia sztucznej wentylacji.

W razie wystąpienia objawów sugerujących zachorowanie na KZM niezbędne jest leczenie szpitalne, czasami na oddziale intensywnej terapii. Po zwalczeniu ostrych objawów najczęściej następuje długotrwały okres rehabilitacji, nie gwarantujący powrotu do pełnej formy. KZM może powodować także poważne powikłania, niedowłady, zaniki mięśni, depresję, znaczne uszczerbki zdrowia, a nawet śmierć.

Z danych epidemiologicznych wynika, że największą liczbę przypadków zarażenia stwierdzono w województwie podlaskim (105 zachorowań w ciągu roku).

Babeszjoza (piroplazmoza)

Występowanie tej choroby spowodowane jest przez pierwotniaki z rzędu *Piroplasmida* należące do rodzaju *Babesia*: *B. microti*, *B. divergens* i *B. bovis*, które roznoszone są przez kleszcze *Dermacentor reticulatus* i *Rhipicephalus sanguineus*. Jest to najbardziej powszechna choroba spotykana w hodowlach bydła, również w Polsce, często występuje także u psów pasterskich. Pierwszy przypadek zachorowania człowieka na babeszjozę w Europie zanotowano w 1956 roku w byłej Jugosławii, a w Polsce w 1966 roku. Większość przypadków zarażenia *Babesia microti* wśród ludzi ma miejsce w Stanach Zjednoczonych, natomiast w Europie choroba ta wywoływana jest zazwyczaj przez *B. divergens* i *B. bovis*. W ostatnich latach liczba odnotowywanych przypadków tej choroby nieustannie rośnie. Przypuszcza się, że sytuacja ta ma miejsce ze względu na jej lepsze rozpoznawanie oraz coraz doskonalsze metody diagnostyczne.



Ryc. 3. Samica tego samego gatunku kleszcza po całkowitym nasyceniu się krwią i odpadnięciu od żywiciela. Fot. Magdalena Madej.

Do zakażenia piroplazmą dochodzi poprzez ukłucie zainfekowanego kleszcza, a okres inkubacji babeszjozy wynosi od 1 do 6 tygodni od tego momentu. Istnieje również możliwość zarażenia się tym pierwotniakiem w czasie transfuzji krwi. W porównaniu z innymi krajami Europy (Węgry – 0,9%, Czechy – 1,5%) w Polsce odsetek kleszczy zakażonych tym pierwotniakiem jest stosunkowo wysoki. Rozmieszczenie zainfekowanych kleszczy w naszym kraju różni się w zależności od regionu. W części północnej odsetek zakażeń wynosi 2,3%, a już w rejonie Mazur tylko 0,6%. Jeśli chodzi o rejon północno-zachodni, panuje tu duża rozbieżność w wynikach badań różnych zespołów i jest ona określana w przedziale 1,9% do 16,3%.

Pierwotniaki *B. microti*, wprowadzone do krwioobiegu przez ssącego kleszcza, atakują erytrocyty, przenikają do ich wnętrza i rozpoczynają rozmnażanie.

Prowadzi to do rozerwania zaatakowanych komórek i inwazji na następne krwinki. Prowadzi to do zniszczenia większości krwinek czerwonych żywiciela. Choroba może przybierać postać ostrą, łagodną lub bezobjawową. Jej obraz kliniczny przypomina malarię. U zainfekowanych pacjentów obserwuje się skoki temperatury dochodzące do 40 stopni, intensywne pocenie, dreszcze, nudności, bóle mięśni i stawów oraz zmiany osobowości. U osób z obniżoną odpornością często mają miejsce powikłania w postaci niewydolności nerek i wątroby, niedokrwistości oraz zaburzeń oddechowych. W przypadku osób z niedoborami immunologicznymi lub po usunięciu śledziony zakażenie organizmu pierwotniakiem *Babesia* może doprowadzić do śmierci w ciągu kilku dni od kontaktu z zainfekowanym kleszczem.

Babeszjoza leczona jest mieszanką chininy i klinedamycyny.

Gorączka Q

Jest nazywana również atopowym zapaleniem płuc, grypą bałkańską oraz riketsjozą pneumotropową lub „kozią grypą”. Jest to szeroko rozpowszechniona zoonoza, wywoływana przez gram ujemne, pałeczkowate bakterie *Coxiella burnetti*. Głównym ich rezerwuarem są zwierzęta hodowlane: krowy, owce, kozy oraz zwierzęta domowe: psy i koty, a także dzikie np. szczury oraz kleszcze. Zarażenie następuje najczęściej przez wdychanie aerozoli zawierających skażone cząstki kału, moczu lub mleka zwierząt, drobnoustroj jest również rzadko przenoszony na człowieka przez zainfekowane kleszcze lub kontakt z chorym.

Przyczyną miejskich ognisk gorączki mogą być psy i koty. Zwierzęta przechodzą zakażenie zwykle bezobjawowo, wydalają bakterie w kale i moczu. Na zakażenie i zachorowanie są narażeni ludzie mający bezpośredni kontakt z zakażonymi zwierzętami lub ich wydzielinami oraz odchodami. W grupie zwiększonego ryzyka znajdują się hodowcy bydła, służby weterynaryjne, pracownicy rzeźni i garbarni. Gorączka Q jest uważana za jedną z najbardziej zakaźnych chorób na świecie; u osób immunokompetentnych jedna komórka może wystarczyć do spowodowania infekcji. W początkowej fazie gorączka Q jest bardzo często nierozpoznana ze względu na duży (60%) odsetek przypadku bezobjawowego przebiegu choroby. Jednakże niekiedy u osoby zakażonej po trwającym 2-3 tygodnie okresie inkubacji dochodzi do ostrej postaci choroby. Jej objawy są podobne do grypy: ogólne złe samopoczucie, dreszcze, wysoka gorączka utrzymująca się nawet trzy tygodnie, osłabienie, bóle

głowy i mięśni, utrata apetytu. Do tego dołączają się: suchy kaszel, ból opłucnowy, światłowstręt, zaburzenia przewodu pokarmowego: nudności, wymioty, biegunka. Jednakże w przypadku osób z dobrze funkcjonującym układem odpornościowym komplikacje zdarzają się rzadko, a śmiertelność wynosi jedynie 1–2%. Kluczową rolę w klinicznej manifestacji gorączki Q odgrywa poziom odporności. W niektórych przypadkach choroba przybiera postać przewlekłą, może trwać 6 lub więcej miesięcy stwarzając zagrożenie dla pacjenta. Grupę ryzyka stanowią między innymi osoby po przeszczepach, z nowotworem, przewlekłą chorobą nerek i kobiety ciężarne. W takim przypadku choroba przybiera postać przewlekłą, doprowadzając do różnorodnych komplikacji np: zmian w zastawkach serca, uszkodzenie mięśnia sercowego, stanów zapalnych w obrębie układu nerwowego w postaci zapalenia opon mózgowych i mózgu. Często dochodzi do przewlekłego zapalenia i uszkodzenia wątroby. W przypadku pacjentów o znacznie obniżonej odporności ryzyko śmierci gwałtownie wzrasta dochodząc do 65%.

U 60–70 % osób cierpiących na przewlekłe zakażenie bakterią *Coxiella burnetti* dochodzi do zapalenia wsierdza (3–5% wszystkich przypadków zapaleń wsierdza). Ryzyko zachorowania na zapalenie wsierdza w wyniku powikłań gorączki Q jest pięć razy wyższe u pacjentów w wieku 60–69 lat, natomiast u pacjentów poniżej 40 roku życia jest niewielkie.

W leczeniu gorączki Q stosuje się doksycyklinę, makrolidy i fluorochinolony.

Tularemia

Tularemia jest ostrą bakteryjną chorobą zakaźną wywoływana przez małą, polimorficzną pałeczkę *Francisella tularensis*. Zwana także dżumą gryzoni, chorobą zajęczą lub króliczą. Występuje u zwierząt i człowieka, a jej cechą charakterystyczną jest obrzęk węzłów chłonnych, może również wystąpić posocznica. Dawką zakaźną dla człowieka jest od 5 do 50 sztuk tej bakterii, co czyni ją jedną z najbardziej zakaźnych. *Francisella tularensis* jest przenoszona poprzez wodę, pokarmy, powietrze a także niektóre stawonogi, w tym kleszcze. Najczęstszym źródłem zakażenia tularemią są dzikie króliki, zajęce, dzikie ptactwo oraz leśne i polne gryzonie. Wektorami choroby są owady ssące krew, a wśród nich kleszcze. Człowiek może zarazić się tą chorobą nie tylko w wyniku ukłucia zainfekowanego stawonoga, lecz również poprzez bezpośredni kontakt z chorym zwierzęciem lub jego zakażonymi tkankami (np. przy oprawianiu zwierzęcia), wdychanie pyłu zanieczyszczonego

odchodami gryzoni, spożycie zakażonej żywności i wody.

Okres wylęgania tularemii trwa od 3 do 5 dni. W miejscu wnikięcia bakterii pojawia się rumień guzowaty, względnie naciek. Bakteria przedostaje się do różnych narządów wewnętrznych: płuc, opłucnej, nerek, wątroby, śledziony, węzłów chłonnych. Do wczesnych objawów choroby należą: wysoka gorączka, dreszcze, bóle głowy i mięśni, względnie wysypka. Spotyka się kilka obrazów klinicznych tularemii, zależnie od miejsca wtargnięcia zarazka do organizmu. Najczęściej występuje tularemia typu skórno-węzłowego i oczno-węzłowego. Objawia się ona powstawaniem w obrębie węzłów chłonnych nieprawidłowych tworów, dochodzących czasami do rozmiarów jajka kurzego. W miejscu wtargnięcia bakterii formuje się grudka, przekształcająca się początkowo w pęcherzyk, a z czasem w bolesne owrzodzenie. Postać oczna przybiera formę zapalenia spojówek. W tularemii płuc mamy do czynienia z stanami zapalnymi dróg oddechowych, natomiast w postaci brzusznej z ostrym nieżytem żołądkowo-jelitowym. W przypadku kobiet w ciąży choroba ta może powodować poronienie, ewentualnie przedwczesne porody. U dzieci powoduje drgawki.

Na tularemię najczęściej narażeni są myśliwi, służby weterynaryjne, osoby zatrudnione przy skupie i przerobie dziczyzny, garbarze, hodowcy zwierząt futerkowych, pracownicy zakładów futrzarskich, rzeźnicy i pracownicy laboratoriów. Wśród grup wysokiego ryzyka stosuje się szczepienia ochronne. Niestety brak jest na rynku odpowiednich szczepionek przeciwko tej chorobie o potwierdzonej skuteczności. Jedyna istniejąca szczepionka nie jest powszechnie dostępna i ze względu na duże zróżnicowanie choroby nie daje ochrony w niektórych jej postaciach, stąd bardzo ważna jest prewencja: zwalczanie gryzoni polnych i kleszczy oraz skrupulatne przestrzeganie zaleceń BHP w rolnictwie, leśnictwie i obrocie dziczyzną. W sytuacji zakażenia stosuje się leczenie antybiotykami, głównie streptomycyną, gentamycyną i netylmycyną. W Polsce w latach 1949–2009 na tularemię zachorowało 614 osób, a w 1983 roku zanotowano jeden przypadek śmiertelny.

Anaplazmoza (granulocytna, ehrlichioza)

Jest odkleszczową chorobą zakaźną wywoływaną przez bakterie *Anaplasma phagocytophilum* znana również pod nazwą ehrlichioza. Choroba ta została stosunkowo niedawno poznana i występuje u ludzi oraz zwierząt. Po wnikięciu do organizmu anaplazmy rozprzestrzeniają się drogą naczyń chłonnych

i krwionośnych, blokując funkcje fagocytarne i bakteriobójcze tych komórek. Bakterie namnażają się w wakuolach komórek gospodarzy, w neutrofilach, w komórkach śródbłónki i makrofagach, tworząc mikrokolonie zwane morulami. Morule zawierają od 3 do 50 pojedynczych komórek.

Zasięg geograficzny występowania *Anaplasma phagocytophilum* obejmuje obszary Ameryki Północnej, Europy i Azji. Jej szerokie rozpowszechnienie ma prawdopodobnie związek z rozprzestrzenianiem się drobnoustroju ze względu na ptaki przenoszące na duże odległości zakażone kleszcze. Za główny rezerwuuar tej bakterii uważa się dzikie zwierzęta kopytne (jelenie, sarny itp.), gryzonie (myszy, nornice) oraz ryjówki i owce. Konie, kozy, psy, a także ludzie są prawdopodobnie zakażane przypadkowo i nie ma to związku z dalszym rozprzestrzenianiem się infekcji. Bardzo rzadkie, niemniej jednak możliwe, są przypadki transmisji tego drobnoustroju na drodze transfuzji krwi, a także przez łożysko. Wiele wskazuje również na możliwość infekcji w wyniku bezpośredniego kontaktu z krwią zakażonych zwierząt. Stąd też rzeźnicy, myśliwi, leśnicy czy inne osoby pracujące w gospodarstwach rolnych stanowią grupę podwyższonego ryzyka tej choroby.

Przeprowadzone na Lubelszczyźnie badania pracowników leśnictwa wykazały obecność przeciwciał przeciw *Anaplasma phagocytophilum* u 17,7–21% przebadanych osób. Na anaplazmozę są również narażeni mieszkańcy miast przebywający w lasach w celu rekreacyjno-wypoczynkowym. Ludzka odmiana anaplazmozy jest trudna do rozpoznania ze względu na niespecyficzne objawy kliniczne. Dość często obserwuje się powikłania: niewydolność nerek, zakrzepicę, drgawki i śpiączkę. W przypadku zbyt długiego okresu pomiędzy zainfekowaniem a podjęciem leczenia może nastąpić ciężki przebieg tej choroby, a nawet śmierć. Okres rozwoju anaplazmozy wynosi od 5 do 21 dni, po czym pojawia się gorączka (około 38,5 stopni Celsjusza), bóle głowy i mięśni, złe samopoczucie. U części pacjentów mogą rozwijać się nudności, wymioty, kaszel, dreszcze, pocenie, zawroty głowy i zapalenie spojówek. Czasami objawy mogą wskazywać na zainfekowanie jednego narządu lub układu. Na przykład infekcja układu oddechowego objawia się kaszlem lub nacieczeniem płuc, infekcja OUN – zapaleniem opon mózgowych, a przewodu pokarmowego ostrym bólem brzucha lub zapaleniem żołądka i jelit. Przypuszcza się, że większość zachorowań na anaplazmozę przebiega bezobjawowo. Badania przeprowadzone w stanie Wisconsin (USA) wykazały, że 14,9% przebadanych jego mieszkańców wykazało reakcje seropozytywne, mimo że żaden

z nich nie zaobserwował u siebie żadnych symptomów choroby.

Częstotliwość zachorowań na anaplazmozę oraz ryzyko wyraźnie cięższego przebiegu choroby wzrasta u osób starszych, które przekroczyły pięćdziesiąty rok życia oraz tych z osłabionym układem immunologicznym. W leczeniu anaplazmozy Niemieckie Towarzystwo Boreliozy zaleca doksylicyklinę (nie można stosować u dzieci poniżej ósmego roku życia) oraz alternatywnie rifampicynę i lewofloksacynę).

Riketsjozy

Riketsjozy należą do grupy schorzeń wywoływanych przez nieruchliwe, przybierające kształt drobnych ziarniako-palcetek bakterie z rodziny *Rickettsiales*. Występują one u ssaków i przenoszone są przez owady (np. wszy, pchły) oraz pajęczaki (np. kleszcze). Są zaliczane do grupy patogenów wewnątrzkomórkowych, rozwijają się najczęściej w komórkach nabłonkowych, śródbłonkowych oraz leukocytach. Rozmnażają się wyłącznie wewnątrzkomórkowo. Do zakażenia człowieka może dojść w trakcie ssania krwi przez wesz oraz w trakcie drapania skóry (wcieranie jej odchodów w uszkodzoną skórę).

Ze względu na podobieństwo objawów klinicznych oraz pokrewieństwo filogenetyczne patogenów, riketsjozy zostały podzielone na dwie główne grupy: 1) – grupę durów wysypkowych (tyfusów plamistych) oraz 2) – grupę gorączek plamistych.

Chorobą endemiczną wywołowaną przez bakterię *Rickettsia mooseri* jest dur plamisty. Do zachorowań dochodzi na terenach o niskim poziomie sanitarnym, obecnie kilka tysięcy notowanych jest w Afryce i Azji. Ta proteobakteria przenoszona jest na ludzi przez pchły i wszy. Okres inkubacji choroby trwa średnio 10–14 dni, po czym u osoby zakażonej pojawia się wysoka gorączka, ból głowy, euforia, po której następuje uczucie ogólnego rozbicia. Oddech staje się przyspieszony, twarz i oczy ulegają zaczerwienieniu i spuchnięciu, chory odczuwa pragnienie. Po 4 dniu obserwuje się powiększenie wątroby i śledziony. Na języczku gardła, a wkrótce potem na skórze pojawiają się czerwone plamy i grudki, przechodzące w krwawe wybroczyny. Na skutek zwiększonego zużycia energii, katabolizmu zapasów tłuszczu oraz zwiększonego wydalania moczu, a wraz z nim NaCl, chory gwałtownie chudnie. Między 8–9 dniem choroby ulega zwiększeniu diureza, gorączka spada, lecz stan chorego nadal jest poważny. Ma zaburzenia świadomości, majaczy, traci przytomność, ma niedowład języka, mięśnie ulegają silnemu osłabieniu, pojawia się przeczulica skóry. Między 10–11 dniem bardzo spada

ciśnienie krwi, następuje prawostronne powiększenie serca, a we krwi wzrasta liczba leukocytów. Ostatnia faza charakteryzuje się osłabieniem, sennością i stanem podgorączkowym. Podczas tej choroby mogą występować następujące powikłania: opadowe zapalenie płuc, zapalenie opłucnej, opon mózgowych i mózgu, nerek, ropne zapalenie ślinianek przyusznych, zakrzepowe zapalenie żył i tętnic oraz odleżyny. Osoby, które chorowały na tyfus mogą się na wiele lat uodpornić na riketsjozy. W zależności od położenia geograficznego są przez różne rodzaje riketsji wywoływane gorączki plamiste, które występują w całym świecie w klimacie ciepłym np.: w południowej Europie, Afryce, Azji i Australii.

Dla mieszkańców Europy zagrożenie może stanowić także bakteria *Rickettsia helvetica* przenoszona przez kleszcze. Po raz pierwszy wyizolowano ją w Szwajcarii z kleszcza *Ixodes ricinus*. Ostatnie badania wskazują, że bakteria ta jest związana z *perimys – caditis*, czyli jednoczesnym ostrym zapaleniem osierdzia oraz mięśnia sercowego, często towarzyszy temu gorączka. Choroba ta występuje w całej Europie, choć dotychczas jest jeszcze słabo poznana. Przepro-

wadzone w Szwecji w 1999 roku badania wykazały, że niektóre przypadki zapalenia osierdzia zostały spowodowane właśnie przez *Rickettsia helvetica*.

W Polsce bakterie te stwierdzono u kleszczy z terenów północnych i centralnych. Obecność przeciwciał dla tej riketsji u badanych wskazuje na wystąpienie u nich zakażeń, a co za tym idzie możliwości zachorowań. Do tej pory brak jest jednak doniesień o zachorowaniach spowodowanych przez *Rickettsia helvetica* w naszym kraju. Warto dodać, że w leczeniu zakażeń riketsjowych stosuje się takie antybiotyki jak doksycylina, tetracyklina, chloramfenikol i ciprofloksacyna. Nie wolno podawać sulfonamidów, gdyż pobudzają one rozwój tych bakterii.

Celem naszego artykułu nie jest odstraszenie ludzi od pracy i rekreacji na łonie natury, ale uświadomienie im niebezpieczeństwa infekcji odkleszczowych i wskazanie na konieczność zachowania podstawowych zasad postępowania w celu minimalizacji możliwości zakażenia się, a tym samym uniknięcia groźnych chorób.

Magdalena Madej jest studentką pielęgniarstwa Wydziału Nauk o Zdrowiu UJ-CM.

Dr hab. Leopold Śliwa pracuje w Zakładzie Biologii Rozwoju Człowieka Wydziału Nauk o Zdrowiu UJ-CM. E-mail: leosliwa@cm-uj.krakow.pl

ZAGADKA WYMIERANIA KREDOWEGO

Mateusz Antczak (Poznań)

Wstęp

Poglądy łączące katastrofy ekologiczne z nagłymi, gwałtownymi procesami geologicznymi sięgają XVIII wieku. Pod koniec XX wieku znów stały się popularne, kiedy w 1980 roku zespół naukowców z Uniwersytetu Kalifornijskiego w Berkeley pod przewodnictwem fizyka, laureata nagrody Nobla, Luisa Alvareza opublikował w magazynie „Science” artykuł wyjaśniający, że wymarcie wielu gatunków organizmów pod koniec okresu kredowego zostało spowodowane uderzeniem meteorytu. Od tamtej pory upadki ciał kosmicznych stały się najbardziej medialną hipotezą związaną z kryzysami fauny.

Najbardziej znanym, chociaż nie największym w historii Ziemi, jest wymieranie z końca okresu kredowego (ok. 65 mln lat temu), podczas którego oprócz wielu morskich bezkręgowców: małżów z grupy inoceramów (niektóre ich gatunki mogły osią-

gać duże rozmiary, przekraczając 1 metr), amonitów, belemnitów, większości otwornic oraz kokkolitów, ucierpiały „najpopularniejsze” spośród wszystkich kopalnych stworzeń. Od dziecka kojarzymy kredowe wymieranie z zagładą dinozaurów, pterozaurów i dużych gadów morskich (mozazaurów, plezjozaurów).

Upadek meteorytu

Początki hipotezy opisującej katastrofalne skutki zderzenia kosmicznego bolidu z Ziemią sięgają lat siedemdziesiątych i badań głębokowodnych drobnoziarnistych skał we Włoszech – tzw. iłów z Gubbio (Apeniny). Odsłonięcie tych skał ukazuje kompletne przejście kredy w paleogen. Charakterystyczna dla odsłonięcia w Gubbio jest jednocentymetrowa warstwa iłów, w której po raz ostatni pojawiają się niemal wszystkie gatunki otwornic kredowych. Podobne warstwy znaleziono także w innych częściach świata,

m. in. w Stanach Zjednoczonych, Nowej Zelandii, a także w południowo-wschodniej Polsce, w Lechówce koło Chełma, co oznacza, że wyginięcie otwornic – a więc i proces, który je spowodował – miało zasięg globalny.

Jako wyjaśnienie wymierania otwornic, a wraz z nimi wielu innych organizmów, zaproponowano upadek meteorytu. W wyniku badań głębokomorskich drobnoziarnistych skał w Gubbio okazało się, że zawartość irydu oraz innych platynowców (nikiel, chrom, platyna) jest wyraźnie podwyższona w cienkiej warstwie granicznej kreda-paleogen (zwanej dalej K/Pg). Podobną anomalię odkryto później w wielu miejscach na świecie. Zawartość irydu w badanych próbkach z Włoch, Danii i Nowej Zelandii była 30-, 160- i 20-krotnie większa od normalnej zawartości tego pierwiastka w skorupie ziemskiej. W 2001 roku badacze z Chińskiej Akademii Nauk (Zhao i inni) stwierdzili w Basenie Nanxiong (Provincia Guandong) podwyższoną zawartość irydu także w skamieniałych jajach dinozaurów, jednak nie powiązali tych wyników z kolizją w Chixculub.

Zmiany te świadczą o zatruciu środowiska, jednak nie w sposób natychmiastowy, ale na przestrzeni 250 tys. lat. Iryd jest pierwiastkiem rzadkim na powierzchni Ziemi, za to częstym w materii kosmicznej, co prowadzi do wniosku, że na granicy K/Pg w Ziemię uderzyło znacznych rozmiarów ciało niebieskie. Według zespołu Lusía Alvareza uderzenie meteorytu wyrzuciło do atmosfery sproszkowany materiał skalny o masie 60-krotnie większej od masy samego bolidu. Pył utrzymujący się w stratosferze przez kilka lat dokonał ogromnych zniszczeń. Do powierzchni Ziemi przestały docierać promienie słoneczne, przez co ustała fotosynteza. Zatrzymanie procesu fotosyntezy doprowadziło do wymierania roślin oraz organizmów roślinożernych. Po nich – pozbawione pokarmu – wymarły drapieżniki. Il z Gubbio zawiera zatem materiał, który opadł na powierzchnię z chmury pyłowej wywołanej zderzeniem. Według zespołu Alvareza bolid, który uderzył w Ziemię na granicy K/Pg, powinien mieć średnicę 10km (± 4 km). Nowe badania sugerują, że meteoryt uderzył w Ziemię z siłą milion razy większą niż bomba atomowa zrzucona na Hiroszimę i prędkością 20-krotnie większą od prędkości pocisku. Poza anomalią irydową istnieją inne dowody impaktu. Należy do nich tzw. kwarc szokowy odnaleziony w skałach m. in. w USA i Kanadzie. Kwarc szokowy wyróżnia się widocznymi pod mikroskopem spękaniami – lamellami szokowymi. Struktury te powstają w warunkach ekstremalnych ciśnień powstałych w wyniku uderzenia z ogromną siłą – w miejscach wybuchów nuklearnych lub kraterach

meteorytowych. Obok kwarcu szokowego w warstwie, która powstała po uderzeniu meteorytu odnaleźć można drobne, zbudowane ze szkliwa sferule. Jednak najważniejszym dowodem jest sam krater meteorytowy odkryty dzięki badaniom geofizycznym i danym z rdzeni wiertniczych. Został odnaleziony na dnie Zatoki Meksykańskiej, na skraju Półwyspu Jukatańskiego, w pobliżu meksykańskiej miejscowości Chicxulub. Krater ma 180 km średnicy, a jego kosmiczne pochodzenie potwierdza obecność wspomnianego kwarcu szokowego oraz kolisty kształt struktury.

Upadek meteorytu nie oznacza jednak, że jest on odpowiedzialny za wielkie wymieranie (tab. 1). Wśród naukowców nie ma zgodności przy opisie skutków impaktu. Część uważa, że chmura pyłu przyczyniła się do efektu cieplarnianego – (chmury, które zasłoniły słońce nie pozwalały na ucieczkę ciepła, ponadto wzrost temperatury spowodował odparowanie skał wapiennych i uwolnienie z nich dużych ilości gazu cieplarnianego – CO₂ i rozprzestrzeniania pożarów. Inni sugerują ochłodzenie. Według tej hipotezy w wyniku impaktu do atmosfery miały przedostać się aerozole siarczanowe i wywołać spadek temperatur. W świetle nowych badań, wykorzystujących pozostałości po jednokomórkowych Thaumarcheota (archeany), hipoteza globalnej zimy wydaje się bardziej prawdopodobna. Błony lipidowe (tłuszczowe) wspomnianych organizmów bardzo szybko przystosowują się do zmian temperatur wody. Jednokomórkowce te, jako chemoautotrofy, przetrwały odcięcie od Ziemi promieni słonecznych i ustanie fotosyntezy, dlatego mogą ukazać zmiany temperatury, jakie zaszły w tym czasie. Wykorzystując nowe metody badania paleotemperatur naukowcy ustalili, że po uderzeniu meteorytu doszło do znacznego spadku temperatury powierzchniowych wód oceanu (2–7°C), który trwał od kilku miesięcy do kilkudziesięciu lat.

Jednakże według niektórych naukowców krater Chicxulub jest strukturą powstałą 300 tys. lat przed końcem kredy, czego dowodzić mają datowania warstwy irydowej na podstawie obecności otwornic. Badania piaskowców z El Panon (Meksyk) i Ojo Alamo (Nowy Meksyk) pokazują, że przynajmniej w niektórych miejscach otwornice (Meksyk), a także większe zwierzęta (hadrozaury – Nowy Meksyk), przetrwały uderzenie meteorytu. 52 gatunki otwornic odnaleziono pod warstwą „szklistych” sferul (dowodem impaktu) pojawiają się także, w niezmiennym składzie, w kilkumetrowej warstwie piaskowca powyżej.

Zwolennicy impaktu sugerują w odpowiedzi, że kredowe wymieranie to efekt kilku kolizji lub innej, większej i późniejszej niż wydarzenie na Jukatanie.

Jednym z proponowanych miejsc kolizji są Indie. Badania geofizyczne wskazują, że na zachodnim szelfie Indii może znajdować się krater (nazwany kraterem Shiva) kilkukrotnie większy od krateru Chicxulub – pozostałość po upadku bolidu o średnicy 40 km (meteoryt jukatański szacuje się na 8–10 km).

Niektórzy naukowcy nie zgadzają się też z hipotezą mówiącą o zabójczej chmurze pyłu pokrywającej całą planetę po uderzeniu bolidu. Sugerują oni, że pył nie mógłby utrzymać się w atmosferze, ponieważ zostałby rozproszony przez silne wiatry.

W krótkim czasie wymarły m. in. małże (inoceramidy), jednak wiele grup organizmów wymierało stopniowo. Wątpliwości budzi też wybiórczość wymierania, co przemawia za bardziej stopniowymi zmianami (nie kilkuroczną zagładą). Wymieranie prawie nie dotknęło owadów. Torbacze gorzej poradziły sobie z przejściem do paleogenu niż łożyskowce. Kryzys kredowy przetrwały ryby, krokodyle i żółwie, podczas gdy gady morskie, pterozaurowe i dinozaury wyginęły. Ponadto wyginięcia wielu grup nie można powiązać z czasem upadku meteorytu. Według naukowców ekosystemy już przed impaktem były osłabione. Trapy dekańskie dowodzą, że od dawna trwały gigantyczne erupcje wulkaniczne. Kolejne grupy organizmów nie wytrzymały zmian środowiska i albo wymierały albo zmniejszały swoją liczebność. Te, które przeżyły upadek meteorytu, nie mogły już stworzyć stabilnej populacji lub wymarły na skutek następstw kolizji i procesów towarzyszących

Aktywność wulkaniczna, transgresja, zmiany chemizmu wód

Podobnie jak w przypadku innych wielkich wymierań (z końca permu i triasu) zagładę z końca kredy próbuje wyjaśnić się zwiększoną działalnością wulkanów. Dowody na wystąpienie tego procesu znajdują się w Indiach. Są to tzw. trapy dekańskie – obszar kontynentalnych wylewów bazaltowych o powierzchni pół miliona km². Wylewy trwały około miliona lat i oprócz dwutlenku węgla miałyby wyrzucić do atmosfery ogromne ilości siarki – około 10 razy więcej niż ludzkość czyni to teraz. Te szacunki oparte są na analizie szkliwa wulkanicznego w skałach Dekanu. Wylewy law skutkowały ponadto kwaśnymi deszczami, zmianami klimatu i chemizmu

wód, ponieważ materiał wyrzucony do atmosfery w wyniku erupcji wulkanicznych mógł w taki sam sposób, jak efekt upadku meteorytu przyczynić się do ochładzania klimatu poprzez dostarczanie do atmosfery związków siarki.

Zmiany chemizmu wód w późnej kredzie wiążą się także ze zmianami poziomu wód oceanicznych. Doszło wtedy do podniesienia się poziomu mórz nawet o 200 m, co wiąże się z szybkim powiększeniem się strefy dennej oceanu, w której panują szkodliwe dla większości organizmów żywych warunki niedoboru tlenu.

Wnioski

Spory dotyczące wymierania z końca kredy, w tym wymarcia dinozaurów, trwają od wielu lat i zapewne wciąż będą trwały. Aby rozwiązać zagadkę masowej zagłady gatunków trzeba zwrócić uwagę na nierozważalność pewnych procesów. Zwiększona aktywność wulkaniczna skutkuje zmianami klimatu. Podobny rezultat może przynieść upadek dużego meteorytu. Zmiany klimatu powodują ustanie fotosyntezy oraz zmiany chemizmu wód i rozprzestrzenianie się warunków beztlenowych w oceanach.

Tab. 1. Hipoteza późnokredowego impaktu.

Argumenty za hipotezą impaktu	Argumenty przeciwko hipotezie impaktu
Światowa anomalia irydowa	Impakt 300 tys. lat przed wymieraniem?
Szkliste sferule	Wybiórczość wymierania
Kwarc szokowy	Wiatry rozpraszające materiał wyrzucony do atmosfery
Krater meteorytowy Chicxulub	„Stopniowe” wymieranie np. amonitów i dinozaurów
Krótko (<100 lat) globalna zima	Niepewne konsekwencje (ochłodzenie i ocieplenie?)

ENERGETYKA WODNA – JAK WPŁYWA NA ŚRODOWISKO?

Jakub Niechcial (Wrocław)

Energia elektryczna jest dziś potrzebna niemal do wszystkiego. Wszyscy korzystamy z różnego rodzaju maszyn i urządzeń, które do zasilania potrzebują energii. Jako cywilizacja znane jest nam kilka sposobów wytwarzania energii elektrycznej. Niektóre z nich mniej zanieczyszczają środowisko. Mowa tu głównie o tzw. odnawialnych źródłach energii (elektrownie wiatrowe, słoneczne czy geotermalne). Energetyka konwencjonalna, korzystająca z zasobów węgla, ropy czy gazu ziemnego, ma na nie znacznie większy wpływ. Czy jednak elektrownie wodne są dla naszego środowiska dobre? Wpływają na jego rozwój pozytywnie, czy może wręcz przeciwnie? Poniższy artykuł przedstawi zalety i wady energetyki wodnej w kontekście jej oddziaływania na przyrodę.

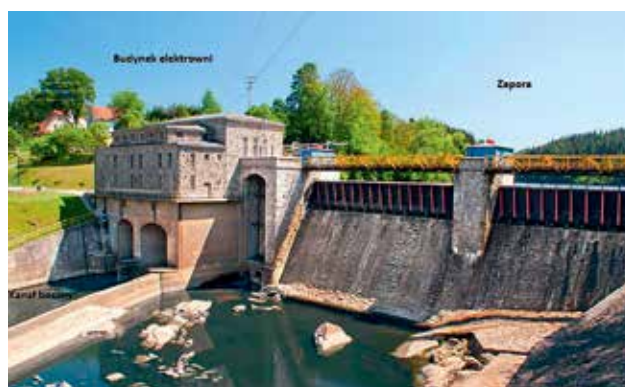
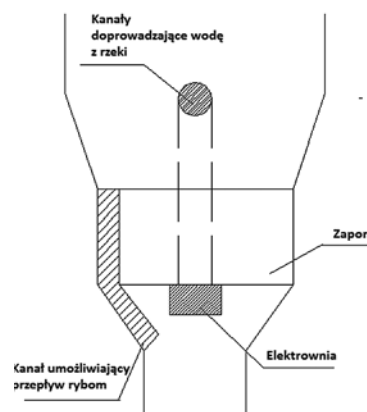
Obecnie w Polsce znajduje się ponad 120 elektrowni wodnych o zakresie produkowanej mocy od 0,04 MW (mała elektrownia wodna Poganiec) do 716 MW (elektrownia Żarnowiec). Są to zróżnicowane jednostki, o różnych parametrach technicznych. Większość elektrowni w Polsce zalicza się jednak do tzw. małej energetyki wodnej, czyli elektrowni o mocy poniżej 5 MW. Zaledwie 18 elektrowni wodnych ma potencjał większy od tej wartości. Wielkość instalacji ma oczywiście wpływ na jej oddziaływanie na środowisko – mniejsze obiekty hydrotechniczne oddziałują na ekosystem w znacznie mniejszym stopniu. W Polsce obowiązuje aktualnie kilka aktów prawnych rozporządzających energetyką wodną (tab. 1).

Tab. 1. Poszczególne akty prawne wprowadzone w Polsce. Według: M. Witkowska, „Energetyka wodna”, nr 1, Wrocław 2012, str. 38–39, zmienione.

Rok	Uchwalone dokumenty
1985	Ustawa o rybactwie śródlądowym
2000	Ramowa Dyrektywa Wodna
2001	Prawo Wodne
2004	Ustawa o ochronie przyrody
2008	Prawo ochrony środowiska

Energetyka wodna przynosi duże korzyści energetyczne, ale jednocześnie ingeruje w środowisko naturalne. Nasz kraj nie posiada takich zasobów wodnych, jak choćby Norwegia, z tego też powodu w Polsce powstają zwykle małe, lokalne obiekty energetyki wodnej. Każda budowa tego typu obiektu związana jest ze zmianą środowiska, powoduje przerwanie ciągłości biologicznej ciek wodny. Rzeka (ciek wodny) bardzo często jest wtedy podzielona na fragmenty (samodzielne

odcinki), co skutkuje zmniejszeniem różnorodności zawartej w niej fauny. Jeśli elektrownie zaporowe są stosunkowo duże, to mogą stać się źródłem metanu. Oprócz tego w okolicy zmienia się wilgotność powietrza. Zmianie ulega również prędkość rzeki, jednak tutaj kluczowe znaczenie ma wielkość spiętrzenia (wysokości poziomu wody przed i za elektrownią). Im wyższy spad (spiętrzenie) ma elektrownia, tym prędkości na wlocie i wylocie z elektrowni są mniejsze. Ma to swoją zaletę w postaci uspokojenia nurtu rzeki oraz zatrzymania zjawiska erozji dennej i bocznej. W Polsce najczęściej spotykane są elektrownie wodne typu zaporowego. Schemat rzeczywistej elektrowni pokazany jest na ryc. 1. Energetyka wodna w Polsce jest dopiero w fazie rozwoju, wiele małych bloków hydrotechnicznych jest w złym stanie i wymaga remontu. Województwo kujawsko-pomorskie posiada 90 obiektów hydrotechnicznych, niektóre z nich powstały jeszcze w XIX w. Większość starych budowli wymaga remontu, który oprócz poprawy sprawności, zapewniłby także lepszy stan okolicznej fauny i flory. Potwierdzają to liczne kontrole, które



Ryc. 1. Elektrownia Wrzeszczyn; u góry schemat ogólny tego typu elektrowni; na dole zdjęcie rzeczywiste. Według: K. Jackowski, *Elektrownie wodne: turbospoły i wyposażenie*, Warszawa 1971, zmienione. Zdjęcie: www.tauron-ekoenergia.pl.

pokazują jednak także, że z roku na rok sytuacja w tym zakresie ulega poprawie. Zwiększa się świadomość ludzi – powstaje wiele inicjatyw promujących i poprawiających stan polskich rzek. Należy jednak pamiętać, że elektrownia wodna nie tylko zmienia krajobraz, ale również sytuację społeczno-ekonomiczną obszaru, na którym ma być zbudowana.

To, jaką turbinę (elektrownię) można na danym obszarze zbudować, zależy jest od kilku czynników, m.in. od: kosztów inwestycyjnych (ilość turbin, moc generowana, struktura pomieszczeń), wielkości jeziora (rzeki), możliwości korzystania ze źródeł odpadowych (np. wody pracującej w elektrowni kondensacyjnej), ukształtowania terenu (formacji skalnych). W Polsce najpopularniejsze ze względu na małe spadki są turbiny Kaplana (albo nawet turbiny śmigłowe o osi pionowej). Koszty takiej energetyki zależą więc przede wszystkim od specyfiki terenu (związane jest z tym ponad 75% całkowitych kosztów budowy). Do zalet tego typu rozwiązań zaliczana jest przede wszystkim prosta konstrukcja oraz niskie koszty pracy i konserwacji (zwykle wystarcza jeden niepełnoetatowy pracownik).

Każdy zrzut wody spiętrzonej powoduje burzliwy ruch za elektrownią, a co za tym idzie zwiększa się ilość rozpuszczonego tlenu. Jest to działanie korzystne, bo zmianie ulegają zachodzące w wodzie procesy fizyko-chemiczne, zapewniając większą bioróżnorodność w okolicach zbiornika i w nim samym. Elektrownie wodne mogą również oddziaływać na środowisko w sposób pośredni, stając się atrakcją turystyczną, miejscem chętnie odwiedzanym przez okolicznych mieszkańców. Brak jest przy tym zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego spalinami, pyłami czy popiołami, jak ma to miejsce w tradycyjnych elektrowniach. Poprawia się także wilgotność gleb wokół elektrowni. Ich zaletą jest również fakt, że nie istnieje konieczność wysiedlania mieszkańców z terenów zalewowych (przy małych zbiornikach). Piętrzenie wody ma jednak także złe strony. Zalanie doliny powoduje zanik miejsc bytowych określonych gatunków zwierząt oraz stawia konieczność wycięcia drzew i krzewów. Duże elektrownie zwiększają dodatkowo erozję dna rzeki, zwłaszcza w przypadku stosowania tzw. rury odprowadzającej wodę z elektrowni. Podsumowując – elektrownie wodne zawsze zmieniają środowisko. Im większe budowle, tym oddziaływanie na nie jest oczywiście większe.

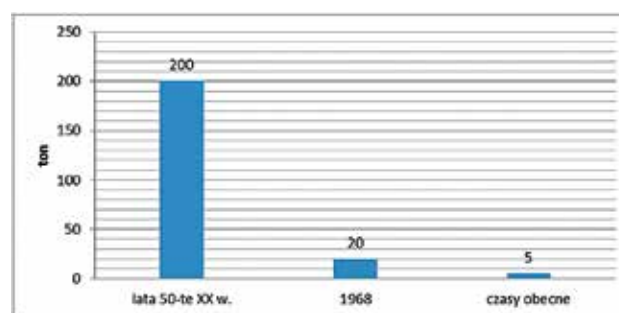
Do 2017 r. ma zostać zakończony projekt „Budowy niebieskiego korytarza ekologicznego wzdłuż rzeki Iny (województwo zachodnio-pomorskie) i jego dopływów”. Projekt zakłada otwarcie korytarza rzecznego dla ryb dwuśrodowiskowych, ponieważ na skutek zanieczyszczeń spowodowanych ściekami zmniejszyła się różnorodność biologiczna rzeki. Odgródzenie odcinków

rzeki sprawia, że dotarcie ryb (troć wędrowna, minogi) do tarliska staje się niemożliwe. Stąd też postanowiono zadbać o rzekę, przy okazji budowy małej energetyki wodnej, w sposób przedstawiony w tab. 2. Do roku 2013 trwał pięcioletni plan pt. „Zrównoważony rozwój sektora rybołówstwa i nadbrzeżnych obszarów rybackich”.

Tab. 2. Postawione cele i przewidywane skutki dla rzeki Iny po wprowadzeniu projektu. Według: M. Lubecki, „Energetyka wodna”, nr 1, Wrocław 2013 str. 40-44, zmienione.

Cel	Skutek
Udrożnienie głównego korytarza Iny	Odpowiednie obszary (habitaty) zostaną zasiedlone przez ryby
Zbudowanie 28 przeprawek	Umożliwienie przejścia rybom w obu kierunkach rzeki (możliwa również jest obserwacja ruchów środowisk ryb)
Stworzenie tarlisk	Poprawa stanu ilościowego populacji ryb
Zadrzewienie ponad 22 kilometrów brzegu rzeki	Poprawa retencji wody w obszarze elektrowni

Polegał on na zwiększeniu zasobów ryb w rzekach. Przez budowę elektrowni wodnych na wielu obszarach powstała fragmentacja rzek. Ryby takie jak: łosoś, certa czy węgorz miały utrudnione dotarcie do swoich naturalnych żerowisk, stąd ich populacja znacząco spadła, co widać na ryc. 2. Została przez to zachwiana równowaga biologiczna i wiele populacji całkowicie wymarło. Powszechny jest mit, że elektrownie wod-



Ryc. 2. Połów ryby certa w okolicach Iny. Według: M. Lubecki, „Energetyka wodna”, nr 1, Wrocław 2013 str. 40-44, zmienione.

ne mogą powodować śmierć ryb podczas ich przepływu przez łopatki. Jest to jednak nieprawda, małej wielkości ryby bez problemu mogą przepływać przez elektrownie przepływowe i nie odczuwając nadmiernego dyskomfortu. Poprawiają także stan rzek oraz umożliwiają żeglugę, co jest korzystne zwłaszcza dla transportu wodnego, który dzięki temu staje się bardziej konkurencyjny. Ponadto zanim woda przepłynie przez elektrownie, jest oczyszczana mechanicznie.

Czyszcarka krat jest urządzeniem służącym do usuwania zanieczyszczeń stałych, takich jak trawa, trzcina, drobne gałęzie, liście lub inne zanieczyszczenia nanoszone wodą, z krat wlotowych ujęć wodnych w elektrowniach, przepompowniach, stacjach uzdatniania wody czy oczyszczalniach ścieków.

Niedawne kontrole NIK-u (Najwyższa Izba Kontroli) wykazały, że w latach 2008–2010 na utrzymanie wód i urządzeń wodnych przeznaczono zaledwie 333,7 mln zł, w tym 205,3 mln zł z budżetu państwa. Jest to ilość niewystarczająca, ponieważ szacowane niezbędne koszty ocenione zostały na 690 mln zł. W badanym okresie nie wykonano 84 zaplanowanych wcześniej zadań remontowych. Przy czym szkody powodziowe za sam 2010 r. wynosiły 1,4 mld zł. Nie przeprowadza się obowiązkowych co pięć lat kontroli stanu technicznego i przydatności do użytkowania budowli hydrotechnicznych. W omawianym okresie zwiększyła się ponadto liczba obiektów mogąca stanowić zagrożenie bezpieczeństwa (z 30 do 41). W 2009 r. powstał „Raport o oddziaływaniu inwestycji na środowisko zbiornika wodnego do elektrowni wodnej koło rzeki Wkry (warmińsko-mazurskie)”. Z przeprowadzonych badań wynika, że trwałe podniesienie zwierciadła wody gruntowej wpłynie korzystnie na te tereny, poprawi ich uwilgotnienie poprzez miniaturowe kanały wodne (podsiąk kapilarny), co będzie przeciwdziałać ich stepowaniu. Budowa elektrowni spowoduje jednak, że z krajobrazu znikną drzewa (wycinka pod zbiornik – tab. 3). Należy jednak wspomnieć, że sama elektrownia będzie ozdobą krajobrazu oraz spowoduje, że zbiornik zasilający

Tab. 3 Przykładowa powierzchnia wycięcia lasów w zależności od wielkości zbiornika na rzece Wkry. Źródło: opracowanie własne.

Wariant budowy	Powierzchnia zwierciadła zbiornika	Strefa ochronna
1	94,1 ha (0,941 km ²)	43 ha (0,43 km ²)
2	62,5 ha (0,625 km ²)	34 ha (0,34 km ²)
3	36,4 ha (0,364 km ²)	26 ha (0,26 km ²)

stanie się obiektem rekreacyjnym i wypoczynkowym, gdzie możliwe będą sporty wodne. Oprócz tego przewiduje się, że poziom czystości wód podniesie się do II klasy czystości. Tutaj warto też zaznaczyć, że im wyższa zaporą, tym większe obszary przed zaporą ulegają zalaniu.

Jeśli chodzi o jakość powietrza, to pogorszy się ono tylko tymczasowo, podczas budowy obiektu. Krótkotrwałym efektem będzie również wzrost zatrudnienia wokół

okolicznych miejscowości. Czas wdrożenia takich projektów jest ustalany na 2 do 5-ciu lat. Wiąże się z tym przede wszystkim badania hydrologiczne (potencjał rzeki, zbiornika, opady), środowiskowe (rodzaj podłoża, teren budowy, klimat), jak również różnego typu zezwolenia.

Po zbudowaniu odpowiedniego obiektu hydrologicznego, optymalne nawodnienie przyczyni się do wzrostu wydajności łąk i pastwisk, tym samym zapewniając wzrost hodowli mleka i populacji bydła. Jeśli chodzi o poziom hałasu, to z raportu wynika, że przy zastosowaniu cichobieżnych agregatów poziom głośności całego obiektu nie będzie znaczący. W przypadku dużych obiektów możliwe jest występowanie zjawiska abrazji (zeskrobywania) brzegów rzeki, jednakże w przypadku zbiorników o małych głębokościach to zjawisko nie ma istotnego znaczenia. Inną ważną cechą elektrowni wodnych jest ich zdolność do akumulacji fali powodziowej. Nadmierne opady deszczu lub zbyt szybkie topnienie śniegu na wiosnę powodują przekroczenie przepustowości rzeki, co powoduje powódzie. Zbiorniki budowane dla elektrowni wodnych mogą zatrzymać falę powodziową nawet do 500 h (w przypadku zbiorników o wyrównaniu rocznym). Mniejsze elektrownie mogą to zrobić zaledwie do kilku godzin. Jednak nawet tak krótki czas jest w stanie umożliwić ewakuację mieszkańców z terenów powodziowych. Elektrownie szczytowo-pompowe mogą dodatkowo „pomóc” zwykłym elektrowniom opalanym węglem kamiennym, odciażając je podczas szczytów pobierania energii w fazie rannej i wieczornej. Topozwala pracować elektrowniom węglowym z najwyższą sprawnością, co przekłada się na mniejszą ilość spalanej paliwa oraz stałą wartość wytworzonej mocy.

Wszystkie opisane w powyższym artykule zalety i wady elektrowni wodnych oraz ich elementów pośrednich można podsumować następująco: mała energetyka wodna dobrze konserwowana i przemyślana znacznie poprawia krajobraz wokół siebie. Należy jednak pamiętać o odpowiednich konstrukcjach pomocniczych, takich jak np. elementy odprowadzające wodę bocznym nurtem. Zmiana krajobrazu zawsze ma skutki zarówno negatywne (profilowanie dna koryta i brzegów, zmiana kształtu terenu, zmiana dynamiki wód płynących), jak i pozytywne (rekreacja, podwyższenie poziomu wód gruntowych, lepsze nawodnienie terenów). Prawidłowo obsługiwana i dopasowana do rzeki elektrownia wodna poprawia jednak w dużym stopniu jej jakość, a przy tym może przyczynić się do wzrostu atrakcyjności turystycznej przyległych obszarów. Dostępne stają się wtedy nowe możliwości wykorzystania rzeki, jak np. spływy kajakowe czy kąpiele wodne.

CITTÀSLOW – MIASTECZKA DOBREGO ŻYCIA NA MAZURACH

Maria Olszowska (Mrągowo)

Na świecie jest wiele miejsc, w których tętni turystyczne życie. Są jednak i takie, gdzie turystów jest znacznie mniej. W dzisiejszym świecie pełnym pośpiechu praca zajmuje nam większość dnia, a na odpoczynek brakuje czasu. Są miejsca spokojniejsze, gdzie życie płynie powoli własnym rytmem. W natłoku zajęć stołujemy się w fast-foodach, pragnąc jednak jeść żywność zdrową, nie przetworzoną. I tak w 1986 roku zrodził się na świecie ruch „Slow food”. W 1999 roku podczas spotkania organizacji Slow

miejskiej sprzyjającej wygodzie i funkcjonalności życia mieszkańców, dostosowanie przestrzeni architektonicznych dla niepełnosprawnych osób, przywrócenia historycznych warunków miejskiej zabudowy, tworzenia publicznych obszarów zieleni, lokalnych rzemieślniczych wyrobów opartych na dawnej sprawdzonej technologii produkcji, tradycji kulinarnej regionu, turystyki i promocji (m.in. gościnności oraz bazy noclegowej). „Życie powolotku w zgodzie z naturą” to idea miast spod znaku pelza-



Ryc.1. Nabrzeże jeziora Ryńskiego. Z prawej port i ekomarina. Fot. M. Olszowska.

Food z burmistrzami włoskich miast Bra, Greve in Chianti, Orvieto i Positano z pomysłu Paolo Saturnini, burmistrza Greve di Chianti podjęto decyzję o utworzeniu międzynarodowej sieci Slow Cities. Celem było rozszerzenie filozofii Slow Food na społeczności lokalne, przybliżenia ich do koncepcji dobrego codziennego życia. Siedzibą Cittàslow zostało miasto Orvieto. Pomarańczowy ślimak będący logo Sieci jest symbolem ucieczki od wielkomiejskiego pośpiechu na rzecz wyboru spokojnego życia Slow Life (zwolnij, poznawaj, smakuj). Aby stać się jednym z miast Cittàslow, należy spełnić wiele podstawowych parametrów dotyczących ochrony środowiska (w tym systemu kontroli jakości powietrza, rozwoju alternatywnych źródeł energii, bezpiecznych wysypisk śmieci, oczyszczalni ścieków), infrastruktury

jącego ślimaka, w których dziedzictwo przyrodnicze doskonale integruje się z dziedzictwem kulturowym, historią, zwyczajami oraz tradycją, którą się szanuje i kultywuje. Miasteczka, w których dba się o artystyczny dorobek lokalnych twórców, o rozwijanie gospodarki nie szkodzącej naturalnemu środowisku, zaś edukacja dostosowana jest do regionalnych potrzeb oraz regionalnego rynku pracy. Miasteczka Cittàslow są kreatywnymi społecznościami lokalnymi, które potrafią również dobrze wykorzystywać fundusze unijne. Obecnie Sieć Cittàslow zrzesza ponad 180 miast z 28 państw świata i stale się rozwija. Cittàslow to małe miasta położone z dala od głównych arterii komunikacyjnych i wielkiego przemysłu, liczące mniej niż 50 tysięcy mieszkańców. Od 2007 roku członkami Cittàslow są miasteczka z województwa warmińsko-

-mazurskiego, które spełniły statutowe wymogi. Musiały też poddać się weryfikacji ze strony organów Krajowej Sieci Cittàslow oraz wystąpić o zgodę do MSZ. Polska Krajowa Sieć Miast Cittàslow na dziś (lipiec 2014) zrzesza czternaście miejscowości z województwa warmińsko-mazurskiego, Murowaną Goślinę z Wielkopolski, śląskie Kalety i z Lubelskiego Rejowiec Fabryczny. Z terenu Warmii w Cittàslow zrzeszone są miasteczka: Barczewo, Biskupiec, Bisztynek, Dobre Miasto, Górowo Iławeckie, Lidzbark Warmiński, Lubawa, Nowe Miasto Lubawskie oraz Reszel zaś z Mazur Nidzica, Olsztynek, Pasym, Gołdap i Ryn.



Ryc. 2. Šlimak to symbol Cittàslow. Fot. M. Olszowska.

24 maja 2014 r. w Rynie odbyła się piąta już edycja Festiwalu Cittàslow, na którym zaprezentowały się wszystkie polskie miasteczka Sieci. Przygotowane dla nich stoiska rozstawiono wzdłuż jeziornego nabrzeża blisko nowego portu jachtowego i ekomariny (Ryc. 1). Na stoiskach można było obejrzeć wyroby lokalnego rękodziela, garncarstwa, bednarstwa, pszczelarstwa, tkactwa, a także skosztować przygotowanych regionalnych kulinarnych przysmaków



Ryc. 3. Prace lokalnych artystów. Fot. M. Olszowska.

(Ryc. 2,3,4,5,6). Na scenie prezentowano artystyczny dorobek miasteczek członkowskich (Ryc. 7). Między licznymi zwiedzającymi przechadzali się rycerze w zbroi, białogłowy oraz przedstawiciele lokalnych społeczności w ludowych strojach. Z tyłu za stoiskami połyskiwały w słońcu pomarszczone wiatrem wody jeziora Ryńskiego, po którym żeglowały jachty z rozpiętymi na silnym wietrze białymi żaglami. Z wiatrem zmagaly się także rozkrzyczane białe mewy śmieszki (Ryc. 8). Trzciniak zwyczajny śpiewał wytrwale swoje arie, nie przejmując się jarmarcznym gwarem (Ryc. 9), a kaczki czernice wygrzewały się na wodzie w zacisznej zatoczce (Ryc. 10).



Ryc. 4. Prezentacja lokalnego rzemiosła. Fot. M. Olszowska.

Jarmarkowi towarzyszyła konferencja pod hasłem „Miasta Cittàslow a rozwój społeczności”, która odbyła się w hotelu „Zamek w Rynie”. Wzięli w niej udział: Arnold Rodenburg, wiceprzewodniczący Międzynarodowego Stowarzyszenia Cittàslow, burmistrz Midden-Delfland z Holandii, Gustaw Knut Woie, burmistrz Eidskog z Norwegii, Jarosław Słoma, wicemarszałek województwa warmińsko-mazurskiego, prof. dr hab. Krzysztof Skalski, ekspert Polskiej Sieci Cittàslow oraz przedstawiciele lokalnych samorządów. Festiwale Cittàslow odbywają się raz w roku za każdym razem w innym mieście członkowskim. W ostatnią niedzielę września również co roku organizowana jest Światowa Niedziela Cittàslow. W tym dniu odbywają się liczne imprezy sportowe, kulturalne, rajdy, wycieczki z przewodnikami, gry oraz konkursy dla dzieci i dla dorosłych.

Warmińsko-mazurskie było pierwszym polskim regionem, który przystąpił w 2004 roku do Europejskiej Sieci Dziedzictwa Kulinarne. Celem tej Sieci jest promocja zdrowej, regionalnej żywności i promocja sztuki kulinarnej zgodnej z ideałami SLOW. W Sieci znaleźli się rolnicy, przetwórcy naturalnej żywności, restauracje, hotele i niektóre mazurskie gospodarstwa agroturystyczne.

Atutem miasteczek mazurskich zrzeszonych w sieci Cittaslow jest niezniszczona przyroda i atrakcyjne położenie geograficzne. Dawna legenda poda-



Ryc. 5. Promocja lokalnych wypieków. Fot. M. Olszowska.

je, że kiedy Stwórca zakończył tworzenie Ziemi, odkrył nagle puste zagłębienie w miejscu dzisiejszych Mazur. Ponieważ nie miał już materiału do jego zapelnienia, zaczął zabierać rozmaite elementy z wielu stron globu. Na terenie Mazur znalazły się kamienie z gór, piasek z pustyń, glina z nizin. Tak zbudowane zostały pagórki. Z części olbrzymich ziemskich bagien utworzył mazurskie mokradła.



Ryc. 6. Promocja miodów. Fot. M. Olszowska.

Z bogatych w kopaliny rejonów Stwórca przeniósł część złóż żelaza oraz torfu. Podzielił wielką puszcę na mniejsze i część z nich przemieścił na Mazury. Po wielokroć jego dłonie przenosiły wodę z mórz i oceanów. Tak powstawały jeziora. Mazury posiadają dzięki temu zróżnicowany krajobraz, są regionem pełnym uroku, czaru, a także osobliwości. Każde miasteczko spod znaku ślimaka oprócz pięknej przyrody i lokalnego rzemiosła, poszczycić się może zabytkami

architektury i dziedzictwem kulinarnym. Nidzica gotyckim zamkiem krzyżackim, pozostałością murów obronnych z basztami i kościółkiem z XIV w. Pasym murami miejskimi datowanymi na XV w oraz rozwojem bazy turystycznej nad brzegami jezior Kalwa i Sasek Wielki. Olsztynek 100-letnim muzeum etnograficznym z cennymi zbiorami, regionalnymi potrawami rybnymi, cukierniczymi wypiekami, produkcją musztardy i różnych rodzajów octu wytwarzanych w drodze biologicznej fermentacji. Dumą Gołdapi położonej na granicy Polski oraz kaliningradzkiego obwodu jest przejście graniczne i specjalna strefa ekonomiczna. Gołdap jest jak dotąd jedynym uzdrowiskiem województwa warmińsko-mazurskiego z pijalnią wód



Ryc. 7. Występy artystów miast członkowskich. Fot. M. Olszowska.

mineralnych, sanatorium, solankowymi tężniami, parkiem uzdrowiskowym i promenadą nad jeziorem Gołdap. Miasteczko szczyci się Piękną Górą (272 m n.p.m.) z infrastrukturą gwarantującą uprawianie zimowych sportów. Jest też od dawna znane z wyśmienitych miodów i kartaczy. W Ryń, gospodarzu festiwalu, wznosi się największy polski zamek krzyżacki (44 m x 52 m), który zadziwia potęgą średniowiecznego pięknego wystroju z zachowanymi oryginalnymi architektonicznymi elementami. Zamek stał się ryńskim centrum kulturalnym, organizując wiele imprez kulturalnych. Wśród najbardziej znanych są spektakle teatralne i biesiady rycerskie, połączone z turniejami rycerskimi oraz barwnymi przemarszami uczestników. Wyremontowany średniowieczny krzyżacki wodny młyn jest dziś gościńcem „Ryński Młyn” serwującym miody i regionalne potrawy z mięsa oraz ryb.

Małe miasteczko to prowincja jako miejsce z wyboru. Bo w globalnym świecie lokalność ma coraz większą wartość. Właśnie na prowincji na stałe osiada coraz

więcej ludzi z wielkich miast, ponieważ wolą codziennie dojeżdżać do pracy, aby potem mieć „święty spokój” i czas, żeby usiąść, mając w tle szumiące



Ryc. 8. Mewy śmieszki nad jeziorem Ryńskim. Fot. M. Olszowska.

jezioro, dużo drzew wokół i ptasie koncerty. Powolność prowincjonalnego życia wcale nie oznacza zacofania ani nudy. Na prowincji można korzystać z szerokopasmowego internetu oraz nowoczesnych



Ryc. 9. Koncertujący trzciniań zwyczajny. Fot. M. Olszowska.

technologii. Kwitnie także życie kulturalne, muzyczne, turystyczne oraz sportowe. Ruch Cittaàslow zmienia się, nabiera nowych znaczeń. Proponuje się



Ryc. 10. Czernica na jeziorze Ryńskim. Fot. M. Olszowska.

turystom trasy ukazujące atrakcje Warmii i Mazur w ujęciu tematycznym, m. in. Grunwaldzkim Szlakiem, Gotyckim Szlakiem, Barokowym Szlakiem, Szlakiem Mikołaja Kopernika czy najnowszy pomysł Szlakiem Ślimaka. W Cittaàslow powstała przestrzeń do alternatywnego wypoczynku, połączonego z poznawaniem, smakowaniem bogactwa polskiej ziemi i odkrywaniem tradycji kulinarnych. Przestrzeń, w której działają ludzie, orędownicy nieprzetworzonego, lokalnego jedzenia oraz życia w zgodzie z naturą i jej rytmem. *Slow life* w krainie *cittaàslow*. W roku Oskara Kolberga, zasłużonego polskiego etnografa, który stworzył podwaliny naszego ludoznawstwa, przedstawianie ruchu folklorystycznego z jego bezcennymi wartościami dla obecnych i przyszłych pokoleń ma znaczenie szczególne i zarazem symboliczne.

■ Maria Olszowska jest emerytowaną nauczycielką biologii z Mrągowa. E-mail: marjolsz@interia.pl

CHODŹ DO JESIENNEGO LASU

Las jest przyjazny człowiekowi. Wchodząc do lasu, wchodzimy w świat odmienny od tego, w którym żyjemy na co dzień. W lesie człowiek zmienia tok myśli i sposób patrzenia. Jest w tym coś symbolicznego. „Idź w las, idź w las. Jeśli nie wejdiesz do lasu, to nic ci się nie przydarzy i nigdy nie zaczniesz żyć naprawdę” (*Clarissa Pincola Estés*). Dobrodziejstwa lasu spływają na nas szerokim strumieniem, pozwalają zachować równowagę psychiczną, wspaniale wpływają na nasze samopoczucie, a także pobudzają organizm do odnowy.

Lubimy podpatrywać przyrodę, bo w jej lustrze chcemy dostrzec siebie, znaleźć klucz do zrozumienia nas samych.

Obraz lasu końca lata i początku jesieni jest inny niż wiosennego, gdy przyroda budzi się do życia po zimowym odpoczynku. Las wiosenny ma swój niepowtarzalny urok, bo to okres, kiedy rośliny i zwierzęta rozmnażają się, zapewniając trwanie swojemu gatunkowi. W końcu lata część zwierząt wychowuje jeszcze potomstwo i w różny sposób przygotowuje je

do przetrwania zimy, a rośliny kwitnące wiosną kończą rozsiewać owoce i nasiona. Są też takie organizmy wśród roślin jak i zwierząt, które na spełnienie swojej biologicznej roli wybrały jesień. Powszechnie znany dekoracyjny wrzos (*Calluna vulgaris*) zakwitając zwiastuje zbliżającą się jesień. Ta zimozielona krzewinka wysoka na 20–80 cm posiada drobne, miódodajne, dzwonkowate, różowoliliowe kwiatki odwiedzane przez liczne owady. Ludzie wykorzystują jej lecznicze właściwości. Kalina koralowa (*Viburnum opulus*) jest pospolita w lasach na terenie całego kraju z wyjątkiem Tatr. Krzew kwitnie w czasie wiosny, ale dojrzałe owoce, przypominające owoce jarzębiny (*Sorbus aucuparia*), możemy zobaczyć dopiero we wrześniu. Kuliste, błyszczące jagody tej kaliny długo czerwienią się na krzewie, bo nie mają



Ryc. 1. Kalina koralowa z owocami. Fot. M. Olszowska.

zbyt wielu amatorów ze względu na cierpki i gorzki smak (Ryc. 1). Dla ludzi to roślina trująca, ale chętnie uprawiana jako ozdobny krzew.

Pod koniec lata gody przechodzi tygrzyk paskowany (*Argiope bruennichi*). Ten piękny pająk swą nazwę zawdzięcza ubarwieniu podobnemu do futra tygrysa. Głowotułów tygrzyka jest srebrzysty, podobnie srebrzysto-złoty jest odwłok z czarnym poprzecznym paskowaniem (Ryc. 2). Samice osiągają wielkość do 25 mm, samce mierzą jedynie 7 mm. Na skraju lasu samica siedzi na utkanej sieci, wyczekuje... Malutki samiec delikatnie pociąga nici, ostrożnie zbliżając się do samicy. Gdy ta pozwoli, wślizguje się pod jej odwłok i wtedy dochodzi do kopulacji, po której zazwyczaj samica zjada samca. Później przedzie balonowy białawy kokon, w którym wylęgają się i zimują młode pająki (Ryc. 3). Spacerując po leśnej polanie, warto się schylać nawet wiele razy, aby poznać kolejne tajemnice leśnej przyrody. Z ciekawości zajrzeć w zawinięty liść. Zobaczymy w nim samicę pająka zawijaka żółtawego (*Enoplognatha ovata*), która z liścia utworzyła kryjówkę do złożenia jaj oraz wylęgu młodych pajęczków (Ryc. 4). Dorosła samica

osiąga długość do 6 mm. Ma przezroczyste odnóże i kulisty odwłok o kolorach od białego, kremowego do zielonego. Na odwłoku mogą występować dwa czerwone pasma w kształcie litery V. Ten niepozorny pająk potrafi polować na owady dużo większe od siebie.



Ryc. 2. Samica tygrzyka paskowanego w pajęczynie. Fot. M. Olszowska.

Na początku jesieni aktywne są nieliczne już gatunki motyli. Wygrzewają się na opadłych liściach, kumulując w sobie słoneczne ciepło, szukają także płynnego pokarmu z odchodów oraz padliny. Wśród nich rusalka ceik (*Polygonia c-album*). Motyla można spotkać od wczesnej wiosny do końca czerwca (osobniki zimujące), a następnie od lipca do późnej jesieni. Motyl ma postrzępione skrzydła o rozpiętości 45–50



Ryc. 3. Kokon tygrzyka. Fot. M. Olszowska.

mm, z wierzchu rdzawe z czarnymi oraz brunatnymi plamkami (Ryc. 5). Na spodzie tylnego skrzydła

występuje biały znak przypominający literę c. Owad wykazuje terytorializm. Samiec patroluje swój rewir, przepędzając inne motyle ze swojego terenu.

Po letnim odpoczynku wczesnojesienną porą w zacienionych miejscach lasu widuje się biegacza skórzastego (*Carabus coriaceus*). Jest to jeden z największych europejskich biegaczy pod ścisłą ochroną



Ryc. 4. Zawijak żółtawy w otoczeniu potomstwa. Fot. M. Olszowska.

(Ryc. 6). Osiąga maksymalnie 42 mm. Posiada czarną barwę oraz pomarszczone pokrywy. Zaniepokojony przybiera pozycję ostrzegawczą, stając wówczas na wyprostowanych odnóżach. Potrafi wystrzelić cuchnącą i żrącą substancję na odległość 1 m. Jest drapieżnikiem polującym nocą. Gatunek ten staje się coraz rzadszy, a w wielu rejonach całkowicie wyginął.

Las przecinają liczne ścieżki. Przy jednej z nich rośnie brzoza z czeczotą (Ryc. 7). Czeczota to dziwna narośl na pniu, zniekształcenie w postaci zgrubienia, wybrzuszenia, które narasta przez wiele lat i które w przeciwieństwie do raka składa się z drewna zdrowego



Ryc. 5. Rusalka ceik na leśnej polanie. Fot. M. Olszowska.

o odmiennej, zawilej budowie. Czeczoty drzew są cenne i poszukiwane do produkcji oklein.

Wysoko na sośnie kuje dzięcioł czarny (*Dryocopus martius*). Jego ciemne upierzenie pięknie połyskuje. Samiec posiada na głowie czerwoną „czapeczkę” sięgającą aż do karku, zaś samica wąską, czerwoną przepaskę (Ryc. 8). Ten dzięcioł jest największym w Europie. Długość jego ciała sięga do 45–50 cm, rozpiętość skrzydeł do około 75–76 cm, zaś długość



Ryc. 6. Biegacz skórzasty największy z biegaczy. Fot. M. Olszowska.

dzioba dochodzi do 5 cm. Jest głównie owadożerny, ale nie gardzi pokarmem roślinnym. Jego lot jest prostoliniowy, powolny z nieregularnymi uderzeniami skrzydeł, zaś głos kwilący i wibrujący. Występuje w całej Polsce, ale nie jest liczny ptakiem lęgowym. Podlega ścisłej ochronie.

Jesienny las to przede wszystkim królestwo wszelakich grzybów, których w tym czasie pojawia się bardzo dużo. To wtedy smakosze grzybowego menu najczęściej zaglądają do lasu, aby zbierać smaczne grzyby kapeluszowe. W lesie rosną także grzyby mało znane, nie zauważane i nie zbierane, ale zachwycają-



Ryc. 7. Czeczota brzozowa. Fot. M. Olszowska.

ce niepospolitym kształtem. Koło własnego buta zobaczymy skupisko owocników, z których każdy ma

średnicę nie większą niż centymetr. Trzeba przykucnąć, aby dokładniej im się przyjrzeć. To kubek prążkowany (*Cyathus striatus*). Jego owocniki to kubki,



Ryc. 8. Dzięcioł czarny w czasie posiłku. Fot. M. Olszowska.

nie kojarzące się z owocnikami znanego borowika czy muchomora. Zarodnikonośne wnętrze owocnika zawiera kilka białawych perydiol, które są przymocowane do ścianek elastycznym sznureczkiem (Ryc. 9). Dojrzałe perydiole z zarodnikami są wyrzucane z kubka przez krople deszczu, zaś sznureczek daje szansę przyklejenia się do roślin, umożliwiając rozsiewanie. Na pniu bzu czarnego na wysokości oczu widzimy owocniki grzyba uszaka bżowego (*Auricularia aurim-*



Ryc. 9. Kubek prążkowany. Fot. M. Olszowska.

cula-judae). To pasożyt drzew liściastych. Należy do grzybów podstawkowych, ale tworzy chrząstkowate, nietypowe owocniki w kształcie małżowiny usznej wielkości 3–10 cm, koloru czerwono-brązowego, żółto-brązowego, nawet czarnego (Ryc. 10). Uszaka bżowego zobaczymy późną jesienią i na początku łagodnego grudnia. Grzyb ten zwany jest także uchem Judasza. Podobno Judasz powiesił się na krzewie bzu czarnego i stąd miałyby pochodzić jego nazwa. Zewnętrzna strona „małżowiny” jest aksamitna, delikatnie owłosiona, zaś wnętrze bywa gładkie lub faliste, z lśniącą warstwą rodzajną (hymenium), wytwarzającą białawe zarodniki. Owocniki w smaku są obojętne i pewnie z tego powodu nie są zbierane. Pokrewne mu uszaki gęstowłose (*Auricularia polytricha*), zwane

u nas grzybami Mun, są uprawiane w Japonii oraz w Chinach i bardzo cenione kulinarnie ze względu na chrząstkowatą konsystencję oraz właściwości lecznicze.



Ryc. 10. Owocniki uszaka bżowego. Fot. M. Olszowska.

Może w lesie natrafimy na rosnącego u podstawy pnia sosny szmaciaka gałęzistego (*Sparassis crispa*). Grzyb wytwarza owocniki 5–20 cm, szerokości 6–30 cm, czasem większe, ważące do 6 kg. Owocnik ma kształt nieregularny, przypominający pomarszczoną szmatę albo kalafior (Ryc. 11). Owocnik młodych okazów



Ryc. 11. Szmaciak gałęzisty. Fot. M. Olszowska.

jest białawy, później żółtawy, ochrowy albo żółtawo-brązowy. Pachnie orzechami. W wielu regionach ma różne nazwy, są to np: siedzuń sosnowy, kozia broda, leśny kalafior, gąbka i inne. Nie wolno go zrywać. Znajduje się bowiem na Czerwonej Liście Roślin i Grzybów Polski.

Październik to miesiąc, w którym rozpoczyna się kolorowy spektakl. Zieleń znika, ustępując miejsca barwom żółtym, brązowym, rudym i czerwonym. Drzewa i krzewy liściaste sukcesywnie pozbywają się liści, które niczym dywan zaścieniają leśne dno. Poprzez blaszki liściowe odbywa się latem intensywna transpiracja (wyparowywanie wody), dzięki której rośliny tracą ciepło i się nie przegrzewają. Zimą

groziłoby to przemarznięciem, dlatego lepiej zawczasu pozbyć się liści. Przyjemne jest szuranie butami po takim kolorowym dywanie. Na niektórych dębowych liściach zauważymy kuliste, czerwone galasy jagodnicy dębianki (*Cynips quercusfolii*). Początkowo były zielone, jednak z czasem zmieniły barwę na brunatną lub czerwoną (Ryc. 12). W tych wyro-



Ryc. 12. Galas na opadłym dębowym liściu. Fot. M. Olszowska.

ślach rozwijają się larwy pierwszego pokolenia tego owada i zimują dorosłe samice. Wylatują na wiosnę i składają niezapłodnione jaja do szczytowych pączków dębów, na których powstają długie, czerwono-fioletowe wyrośla. Z nich w okresie maja oraz czerwca wydobywają się samice i samce drugiego pokolenia. Zapłodnione samice składają jaja po spodniej stronie liści, powodując powstanie kolejnych galasów, w których rozwijają się białe, beznogie larwy. Jesienią galasy opadają razem z liśćmi. Larwy przeobrażają się w poczwarki, z których wiosną znowu rozwijają się dorosłe samice, by rozpocząć na nowo swój życiowy cykl.

Niemal w każdym mazurskim lesie leżą przyniesione przez lądolód głązy narzutowe. Kiedyś te

kamienie wykorzystywano w budownictwie. Obecnie rozległe leśne głązowiska są objęte ochroną, a występujące w nich liczne głązy pokrywają się powoli grubą warstwą porostów i mchów (Ryc. 13), nadając lasom Mazur charakterystyczny rys.

Po pierwszych listopadowych przymrozkach znikają ostatnie kolory jesieni. Przyroda zwolni obroty



Ryc. 13. Fragment leśnego głązowiska. Fot. M. Olszowska.

i znieruchomieje w śniegowej bieli. Na gałęziach drzew „urosną” lodowe sople, przypominające stalaktyty. Od białego koloru odcinać się będzie zieleń rosnących sosen i świerków. Zima to pora roku najtrudniejsza do przeżycia dla zwierząt. Część z nich prześpi ten czas w swoich kryjówkach lub pod okrywą z liści i z mchów, część będzie prowadzić mniej aktywne życie, zmieniając z „przymusu” pokrycie ciała i swoje menu. Zima jest potrzebna, aby przyroda mogła odpocząć, zgromadzić niezbędne zasoby i móc wiosną ponownie wybuchnąć wszechpotężną energią życia. Zmienność w naturze jest doprawdy fascynująca...

Maria Olszowska (Mrągowo)

KRZYK W BUSZU

O świcie i zmierzchu, gdy światło na dnie buszu przebija się przez mrok wydobywając z gąszczu niepokojące kształty, na drzewie pojawia się upiorna twarz... upleciona przez korzenie rośliny-dusiciela.

Dusicielami jest wiele gatunków z rodzaju *Ficus* często określanych potoczną nazwą figowiec-dusiciel lub figa-dusicielka (Ryc. 1). Cykl życiowy tego dusiciela rozpoczyna się od stadium epifitu kielkującego z nasion roznoszonych przez ptaki, małpy czy inne

zwierzęta na podporze, na ogół z innej rośliny, np. drzewa. Taki epifit (albo porośle) jest samożywny czyli nie czerpie z drzewa-gospodarza substancji odżywczych, a jedynie wykorzystuje je jako podporę. Wypuszcza natomiast zwieszające się ku ziemi korzenie powietrzne chłone wilgoć atmosferyczną. Gdy sięgną one gruntu, zaczynają wrastać w glebę, skąd mogą pobierać substancje odżywcze i jednocześnie stanowić dodatkową podporę dla dusiciela. Na tym etapie epifit bywa nazywany hemiepifitem

(półporośłem) i zaczyna przypominać lianę. Różnica jest jednak zasadnicza, liany bowiem są pnączami o drewniejących łodygach, wyrastającymi z gleby i wspinającymi się po napotkanych podporach czepiając się lub oplatając wokół nich, natomiast hemiepifit zaczyna życie w kronach drzew i w końcu poprzez korzenie powietrzne ustanawia kontakt z glebą. Korzenie figowca-dusiciela zbiegają się u podstawy drzewa,



Ryc. 1. Figowiec-dusiciel (*Ficus sp.*) oplatający drzewo w buszu w Abuko w Gambii (foto. Anna J. Jasińska, lewa strona i okienko). Fragment jednej z wersji obrazu „Skrik” czyli „Krzyk” norweskiego malarza Edwarda Muncha (prawa strona). Maską przedstawiająca „twarz” ducha z serii koszmarów filmowych „Krzyk” w reżyserii Wesa Cravena (prawe okienko).

grubieją, wypuszczają korzenie boczne i zaczynają ściśle obrastać pień gospodarza w formie przypominającej drewnianą klatkę lub koszyk. Jednocześnie

dusiciel rywalizuje z drzewem-gospodarzem. Konkuruje ze sobą zarówno systemy korzeniowe o dostęp do substancji odżywczych, jak i korony walczące o wystawienie na światło słoneczne. Na ogół po wielu latach prowadzi to do śmierci drzewa-gospodarza, po której pozostaje jedynie pusty cylinder utworzony z korzeni figowca-dusiciela stanowiący jego pseudo-pień. Figowiec może również formować rzeczywisty pień kiedy wyrasta z ziemi, a nie rozpoczyna cykl życiowy jako epifit. Takich dusicielskich gatunków hemiepifitycznych nie zobaczymy w Polsce, natomiast na pniach i gałęziach drzew możemy napotkać drobne i niepozornie wyglądające epifity: mchy i porosty.

Bywa, że niektóre rośliny-dusiciele przybierają pobudzające wyobraźnię formy i są ważnym punktem rozpoznawczym w terenie. Tego dusiciela mijałam na co dzień w buszu w drodze do naszych stanowisk badawczych w Abuko w Gambii. Nazwałam go Krzyk. To ze względu na jego przejmujący wygląd kojarzący mi się z postacią z obrazu „Krzyk” Edwarda Muncha i maską ducha, jaka pojawia się w filmie „Krzyk” Wesa Cravena. Ciekawe ile lokalnych legend zainspirowało to miejsce?

Anna J. Jasińska,

E-mail: ajasinaska@mednet.ucla.edu

ZMIENNOŚĆ GLEB W OBNIŻENIACH ŚRÓDGÓRSKICH W KOTLINIE KŁODZKIEJ

Wprowadzenie monokultur świerka pospolitego

Prowadzenie gospodarki zrębów zupełnych doprowadziło do zmiany drzewostanów mieszanych regla dolnego na lite drzewostany świerkowe (Ryc. 1), zwykle obcego pochodzenia. Dowodem na to są obecne obszary leśne, które w dużej mierze stanowią znaczne powierzchnie jednogatunkowych i jednowiekowych drzewostanów świerkowych. Drzewostany te w nieodpowiednich warunkach klimatycznych i glebowych nie przystosowały się do negatywnych czynników, zarówno ze strony przyrody ożywionej, np. szkodników pod postacią owadów oraz nieożywionej, gdzie przeobrażanie się układu drzewostanów wpłynęło na zmienność gleb. Zgodnie z obecnie prowadzoną polityką zarządzania lasem, propaguje się systematyczną przebudowę istniejących monokultur świerkowych na drzewostany urozmaicone gatunkowo,

kilkupiętrowe i wielogeneracyjne o składzie zgodnym z siedliskowym typem lasu.

Celem pracy było sprawdzenie na podstawie wybranych stanowisk, czy degradacja ekosystemu leśnego, niekorzystnie wpływa także na glebę (obniża odczyn pH, wymywa składniki mineralne, sprzyja zaleganiu trudno rozkładalnej materii organicznej).

Jaki wpływ mają warunki środowiskowe na glebę?

Na właściwości gleb największy wpływ ma użytkowanie terenu oraz utwory geologiczne. W glebie rozwijają się systemy korzeniowe roślin, z gleby czerpią wodę i składniki mineralne. Dlatego też, jakość gleby wyznacza typ siedliskowy lasu. Składniki glebowe (il, pył, piasek) oraz kompleks sorpcyjny (miejscu, gdzie akumulują się składniki odżywcze) decydują o wyborze składu gatunkowego drzewostanu

i sposobie odnowienia biocenozy. Rodzaj zabiegów pielęgnacyjnych, które wpływają bezpośrednio na urozmaicenie wewnętrzne gleby (**mikromorfologię gleby**), układ gleby (np. zwarty lub zbity), jak i pośrednio na mikrosiedlisko, np. łąkę (Ryc. 3), również



Ryc. 1. Biogrupa świerkowa w Smreczynie. Fot. D. Koziół.

jest istotny przy użytkowaniu terenu. Specyficznym siedliskiem, gdzie gleba, oprócz procesów glebotwórczych, ma szczególne znaczenie, jest las. Do najważniejszych wyznaczników procesów glebotwórczych należy mikroklimat (**klimat lokalny**), którego podstawowe składowe to: opady atmosferyczne, temperatura powietrza oraz wilgotność. Mniejszy udział ma względna cyrkulacja powietrza oraz ciśnienie atmosferyczne. Gleby podatne są na akumulację substan-



Ryc. 2. Gleba z typu brunatna kwaśna (dystroficzna wg PTG 2011) w biogrupie świerkowej w Smreczynie. Fot. D. Koziół.

cji toksycznych. Powstawały w nich niejednokrotnie procesy transportu materiału, które w wyniku przemieszczania wymywały składniki odżywcze na dużych powierzchniach. Z nich wykształciły się gleby brunatnoziemne. Przetawione komponenty środowiskowe warunkują długość okresu wegetacyjnego.

Geomorfologia terenu

Skały budujące jednostkę tektoniczną tzw. bloku sudeckiego to łupki łyszczykowe i paragnejsy. Strome stoki i krawędzie erozyjne są związane z marglami piaszczystymi z wkładkami wapieni marglistych oraz łupków kwarcytowych. Występuje również kilka poziomów wznoszących się piaskowców Idzikowskich. Wietrzenie mechaniczne margli ilastych, ilasto-piaszczystych, margli krzemionkowych oraz mułowców marglistych charakteryzujących się strukturą drobnoziarnistą wraz ziarnami kwarcu i kaolinitu, skaleniami oraz ortoklazami, tworzy gleby brunatne kwaśno dystroficzne (Ryc. 2). Do form o założeniach tektonicznych, należą stoki wapieniste oraz mułowcowe. Utwory te najczęściej są materiałem macierzystym gleb Kotliny Kłodzkiej. Wg PTG 2011 (Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego) głównym typem gleb powiązanych z tymi utworami jest gleba brunatna eutroficzna (Ryc. 4).

Porównanie właściwości gleb

Na terenie Nadleśnictwa Międzyzlesie, pobrano próbki z pięciu stanowisk badawczych w pobliżu Smreczyny. Każde stanowisko składało się z dwóch powierzchni położonych w bezpośrednim sąsiedztwie. Pierwsze z nich zlokalizowane było w biogrupie świerkowej litej (ponad 90% gatunków drzew to świerk *Picea abies*), drugie natomiast na terenie, w którym dominowała roślinność łąkowa. Wykopano odkrywkę glebową do głębokości 100 cm (głębokość odkrywki była płytsza ze względu na akumulację materiału skalnego lub obecność wody). Następnie oznaczono fizykochemiczne właściwości gleby oraz



Ryc. 3. Stanowisko łąkowe w Smreczynie. Fot. D. Koziół.

zbadano próbki gleby z każdego **poziomu genetycznego** (mającego morfologiczne powiązania z poprzednim) pod względem odczynu pH (ujemny logarytm ze stężenia jonów wodorowych, wyrażający zasadowość bądź kwasowość próbki), kwasowości hydrolitycznej (oznaczenie proporcji zastąpienia kationów wodoru H^+ lub glinu Al^{3+} przez kationy dodatnie, np. wapnia Ca^{2+} , w kompleksie sorpcyjnym gleby), kwasowości wymiennej (wyparcie z kompleksu sorpcyjnego jonów wodoru H^+ lub glinu Al^{3+} przez obojętą sól) oraz składu granulometrycznego (pomiar średnicy ziaren gleby, umożliwiający zakwalifikowanie tych cząstek do tzw. frakcji iłu, pyłu czy piasku).



Ryc. 4. Gleba brunatna właściwa (eutroficzna wg PTG 2011) na stanowisku łąkowym w Smerczynie. Fot. D. Kozioł.

Wpływ drzewostanu świerkowego na odczyn pH oraz parametry kwasowości oraz zawartość był zauważalny na głębokości do 30 cm na stanowisku łąkowym. Materia organiczna ze świerczyn (opad liści), obniża odczyn pH i podwyższa parametry kwasowości gleby (Tab. 1), podczas gdy na przestrzeni nie daleko położonym stanowisku łąkowym nie stwierdzono znaczących różnic (Tab. 2). Ekologiczną konsekwencją takiego stanu gleb, na których rosną monokultury świerkowe są zmiany powodujące pogorszenie właściwości gleb: niskie wysycenie jonami zasadowymi, znaczące wymycie składników odżywczych oraz słabo rozłożona materia organiczna (**de-trytus**). Należy również wnioskować, że obniżeniu ulegają procesy biochemiczne oraz procesy mikoryzowe (oddziaływanie przedstawicieli grzybów przy strefie korzeni roślin). Oprócz oddziaływania świerku,

przyczyn, można upatrywać w transporcie zanieczyszczeń atmosferycznych z terenów przemysłowych lub lokalnych źródeł.

Tab. 1. Parametry gleby brunatnej kwaśnej (dystroficznej) w stanowisku łąkowym (biogrupa świerka) w Smerczynie.

Głębokość (cm)	pH	Kwasowość hydrolityczna Hh (me/100g)	Kwasowość wymienna Hh (me/100g)
0–2	4,6	3,5	5,1
2–3	3,9	11,6	10,7
3–33	4,4	7,3	6,7
33–63	5,2	3,4	1,9
63–90	5,7	1,6	0,4

Tab. 2. Parametry gleby brunatnej kwaśnej (eutroficznej, wylugowanej) w stanowisku łąkowym w Smerczynie.

Głębokość (cm)	pH	Kwasowość hydrolityczna Hh (me/100g)	Kwasowość wymienna Hh (me/100g)
3–28	5,4	0,6	4,7
28–38	5,8	0,7	2,7
38–80	5,8	0,7	1,8

Wiktor Halecki (Kraków)
E-mail: Wiktor@mailmix.pl

WSZECHŚWIAT PRZED 100 LATY

Wysychanie łądów

Czy Ziemia wysycha? W jednym z ostatnich numerów *Geographical Journal* badał to stare zagadnienie J. W. Gregory. Biorąc Palestynę za przykład kraju, będącego jakoby na drodze do wyschnięcia, dowodzi, że jeżeli rozpatrzemy wspomnienia wiarogodne, odnoszące się do rozmieszczenia palm i wina, jako też inne zjawiska, o których wspominają pisarze Starego Testamentu, nie odnajdujemy dowodów zmiany klimatu; opinia poważnych uczonych nie skłania się również na rzecz tych zmian. To samo powiedzieć można o Egipcie. Następnie po zbadaniu przyczyn zmiany klimatu w Grecji, Europie północnej i południowej, Węgrzech i Rumunii, Azji środkowej i zachodniej, Afryce, Ameryce północnej i Grenlandii, p. Gregory dochodzi do następnego wniosku: mogły powstać zmiany klimatu w ostatnich epokach geologicznych, lecz w czasach historycznych nie zaszła zmiana w klimacie świata. Dane geologiczne wykazują, że przejście od klimatu okresu lodowego do klimatu obecnego odbyło się w dwojaki sposób. W niektórych okolicach nastąpiło stopniowe podwyższenie temperatury od czasu zniknięcia lodu, z powiększaniem się lub zmniejszaniem wilgoci. W innych stronach pookresielodowym nastąpił okres ciepły i suchy, a po nim znów okres większej wilgoci. To powiększenie wilgoci jest charakterystyczne dla obecnego klimatu Skandynawii, Niemiec, Węgier, Rumunii, wschodu i południa Ameryki północnej, części Afryki; są również ślady tej zmiany po okresie suchym - polodowym, w Anglii. Ponieważ jest dowiedzione, że opady atmosferyczne zwiększyły się dla tych części świata, naturalne jest liczyć w zamian na ich zmniejszenie w innych okolicach i uczeni skłonni są do przyjęcia, że środkowa Azja coraz bardziej wysycha. Musimy jednak przypomnieć, że łatwo jest przesadzić rozległość tej zmiany, przypisując świeżym zmianom klimatu działania zmian przedhistorycznych. Archeologia bowiem i historia wykazują, że środkowa Azja, a nawet okolice Persyi i Beludżystanu miały bardzo suchy klimat w najdawniejszych czasach, do jakich sięga pamięć ludzka, że morze Kaspjskie było w V wieku przynajmniej równie małe i niskie, jak dzisiaj i że pustynie Afryki i Azji, gdzie niegdzie zdobyte są dla uprawy. Jednakże pomimo, że wielu uczonych wypowiada się za stopniowym wysychaniem Azji, niebrak poważnych głosów, podtrzymujących twierdzenie przeciwne. Te sprzeczne pojęcia tłumaczyć można w ten sposób, że w środkowej Azji pustynia w pewnych punktach się rozszerza, w innych się zmniejsza. Jest jednak prawdopodobne, że całkowita ilość opadów atmosferycznych w Azji środkowej się zmniejszyła, podczas gdy się zwiększała w niektórych częściach Europy. Zmiany w opadach atmosferycznych muszą wynikać ze znacznej zmiany poziomu gruntu; podwyższenie łądumusi wywoływać silniejsze opady atmosferyczne na brzegach, słabsze wewnątrz łądu. Zwiększenie się jednak deszczu na wybrzeżach przyspieszyłoby ich opuszczanie się przez obniżanie i znów deszcz podmywałby wewnątrz kraju; równowaga geograficzna, o ile nie doznałaby przeszkód w postaci nowego podwyższenia wybrzeży, ostatecznie przywróciłaby rozłożenie deszczu i znów odżyłyby okolice uszkodzone w głębi łądu.

H.G. (Grotowska) Czy Ziemia wysycha? Wszechświat 1914, 33, 476 (26 VII)

Białe kopce na bagnach

Bonner w jednym z ostatnich zeszytów czasopisma „*Biologisches Centralblatt*” podaje bardzo ciekawe szczegóły z życia pewnego gatunku mrówek, który specjalnie przystosował się do życia na bagnach. Jest to *Formica fusca* subsp. *picea* Nyl. O tym rodzaju mrówek mieliśmy dotąd bardzo mało wiadomości, głównie z tego powodu, że cały szereg najwybitniejszych systematyków formikologów, jak na przykład Mayr i inni, łączył go razem z *Formica gagates* w jeden gatunek; dopiero w ostatnich latach Emery rozpoczął badania w tym kierunku, by rozdzielić obadwa owe rodzaje, różniące się pod wieloma względami, jak: długością ciała i jego ogólnym wyglądem, dalekim owłosieniem, a także formą epinotum. Prócz tych momentów morfologicznych Bonner porusza także biologiczny, a mianowicie kwestię okolic, w których mrówki owe budują swe gniazda; gdy bowiem *Formica gagates* wznosi swe budowle jedynie u stóp drzew, to *Formica picea* zamieszkuje tylko błota i torfowiska.

Tworzy ona swe budowle na niedostępnych moczarach, gdzie za każdym krokiem grozi badaczowi ugrzążenie w błocie. Gniazda jej można już zdała poznać po nader charakterystycznej barwie kopców białej, pochodzącej stąd, że *Sphagnum*, z którego są one wzniesione, po uschnięciu napelnia swe komórki, przedtem zawierające wodę, powietrzem, nadającem owym zeschniętym szczątkom tak nader wybitną wśród otoczenia barwę. Gniazda owe średniej wielkości są dość gęsto skupione na obszarach znaleziska, przyczem często kilka pobliskich gniazd tworzy razem jedną kolonię (mrowisko). Co dotyczy kopców to Bonner zanotował nader ciekawy fakt: oto wedle jego obserwacji kopce nie stanowią bynajmniej głównej części składowej gniazd, znajdował on bowiem gniazda, których robotnice nie wznosiły tychże. Skoro jednak ich nie było, w takim razie gniazda owe stale nie zawierały ani zwierząt płciowych ani też potomstwa.

Bonner nie podaje wyjaśnienia tego nader ciekawego faktu, należy jednak przypuszczać, że dalsze badania wytłumaczą nam jego pochodzenie oraz znaczenie.

Wewnętrzna budowa gniazd jest podobna do innych mrówek, to znaczy, że chodniki są rozrzucone bezładnie we wszystkich kierunkach. Jedynie stale we wszystkich gniazdach, posiadających owe wyżej wspomniane białe kopce, znajdujemy kamerę położoną bezpośrednio pod powierzchnią kopca. Do komory owej, którą można nazwać słoneczną, mrówki znoszą w dzień ciepłe swe larwy, celem wystawienia ich na działanie podwyższonej temperatury.

Bardzo często zauważono, że z gniazd sterczą żdźbła traw i innych roślin, na których żyją mszyce; wydzielina mi ich żywią się mrówki pobudzając je antenami do wydzielania substancji pożywczych w taki sam sposób, jak to czynią inne gatunki na przykład *Lasius*, Lecz „doją” one nie tylko mszyce, o których możemy powiedzieć, że hodują je w swych zabudowaniach, ale również udają się do nich i poza obręb swych gniazd, przyczem charakterystyczną jest rzecz, iż unikają chodzenia po *Sphagnum*, a jedynie łażą po okrągłych żdźbłach *Oxycoccus palustris* porastającego nader obficie bagna Finlandii, miejsce obserwacji Bonnera. Wydzieliny mszyc nie stanowią

wyłącznego pożywienia mrówek tego gatunku. Spożywają one również i owady.

Światło słoneczne pobudza je do zbierania się na oblanej promieniami słońca części gniazda, gdzie zapomocą swych odnóży poczynają się czyścić, co jest zresztą zjawiskiem nader pospolitem wśród mrówek. Zwierzęta płciowe zjawiają się około lipca i sierpnia, przyczem ilość samic przewyższa czterokrotnie ilość samców. Co dotyczy rozmieszczenia ilościowego zwierząt płciowych, to maksymalnie na jedno mrowisko przypada dwanaście samic i czterech samców. Niezmiernie interesujący jest fakt ze względów psychologicznych, że *Formica picea* zatraciła instynkt wznoszenia budowli ziemnych; który to instynkt posiada cała species *fusca*, do której Emery zalicza też i subspecies *picea*. Skoro bowiem włożono je do gniazd obserwacyjnych Lubbocka, nie rozpoczynały budowy ziemnej o ile nie znajdowały przypadkowo jakichś ździebeł lub odłamków roślinnych; w takim razie rozpoczynały budowę podobną nieco do owych charakterystycznych białych kopców na bagnach. W razie braku materiału roślinnego nie troszczyły się wcale o zbudowanie gniazda, co jest rzeczą niezwykle, gdyż inne gatunki natychmiast po włożeniu do gniazd obserwacyjnych rozpoczynają konstrukcję swych mieszkań.

Instynkt budowy gniazd z roślin, jakkolwiek wtórny, musiał być już dawno nabyty. I rzeczywiście Wasmann uważa ten gatunek za relikw epoki lodowej. Naturalnie zaznaczyć należy wyraźnie, że są to tylko i wyłącznie jego przypuszczenia.

Na końcu należy poruszyć nierozstrzygniętą a właściwiej mówić niezbadaną kwestię zimowania mrówek. Wiadomo bowiem, że mrówki na zimę wkopują się głębiej w ziemię. *Picea* tego czynić nie może, albowiem bezpośrednio pod jej gniazdami znajduje się błoto i woda. Wobec tego Wasmann przypuszcza, że mrówki owe w zimie przenoszą się na ląd i tu w ziemi spędzają ten krytyczny dla nich okres czasu. Lecz to tylko przypuszczenie. Należy jednak liczyć, że Bonner w krótkim czasie przez swe obserwacje wyjaśni nam cały szereg na razie dla nas niejasnych kwestyj i pytań dotyczących tego tak mało a raczej zupełnie nieznanego gatunku.

W.J.K. O mrówkach żyjących na bagnach. *Wszechświat* 1914, 33, 449 (19 VII)

Cuda techniki przed I wojną światową

Jedno z popularnych pism francuskich urządziło wśród swych czytelników konkurs, mający na celu klasyfikację 45 wielkich współczesnych wynalazków. Pierwsze siedem miejsc otrzymały: 1) aeroplan; 2) telegraf bez drutu; 3) rad; 4) lokomotywa; 5) szczepienie części ciała 6) serum przeciw dyfterytowi; 7) dynamaszyna. Następnie idą: telefon, kinematograf, promienie X, telegraf, samochód, rower, wieża Eiffla, balon ze sterem, łódź podwodna, maszyny chłodnicze, antyseptyka, kanał Suezki, piec elektryczny, odkrycie biegunów, fonograf, rotacyjna maszyna drukarska, fotografia, mikroskop, piec wielki, synteza chemiczna, chronometr, torpedowiec, tunel symploński, most na zatoce Forth, lampa żarowa, beton uzbrojony, melinit, analiza widmowa, teleskop, maszyna do liczenia, maszyna do pisanja, prasa hydrauliczna, grobla Nilu, skafander, armata marynarska.

H. G. (Grotowska) Siedem cudów świata. *Wszechświat* 1914, 33, 477 (26 VII)

Super pamięć super ludzi

Dobrze rozwinięte zdolności pamięciowe stanowią nader ważny czynnik, warunkujący sprawność umysłową zarówno ludzi średnich, jak również i tych, którzy przerastają miarę zwykłą. Niedostateczny rozwój pamięci lub, co gorsza, całkowity jej zanik, stanowi przeszkodę, mogącą odbić się w sposób fatalny na działalności umysłowej, pozbawia bowiem daną jednostkę możliwości nagromadzania materiału surowego, z którego wobec pewnego twórczego składu umysłu mogą się wyłonić nieobliczone w doniosłości rezultaty.

W pewnych dziedzinach pracy naukowej dobrze rozwinięta pamięć stanowi warunek zgola nieodzowny; szczególnie niezbędna jest ona w pracy na polu nauk przyrodniczych i humanistycznych. Zdaniem Ostwalda, świetna pamięć znamionuje stale wszystkich wybitnych systematyków. Wysoki rozwój zdolności pamięciowych umożliwia właśnie tej kategorii uczonych nagromadzenie olbrzymiego zasobu niezależnych od siebie faktów, które następnie zapomocą innych zdolności umysłowych opracowują należycie, i w ten sposób wprowadzają pewien ład, pewien system na miejsce pierwotnego chaosu.

Tak np. Linneusz wyróżniał się szczególną pamięcią w stosunku do nazw i form. Darwin rozporządzał niezrównaną wprost pamięcią, gdy chodziło o zjawiska i poszczególne cechy danych form. De Candolle posiadał również pamięć wyśmienitą; gdy był jeszcze uczniem, otrzymał nagrodę za to, że umiał na pamięć sześć pierwszych ksiąg *Eneidy*.

Dobra pamięć posiada również doniosłe znaczenie dla uczonych, uprawiających nauki humanistyczne. Carlyle np. odznaczał się świetną pamięcią, która dawała mu możność nagromadzenia kolosalnych zasobów wiadomości. O Macaulayu opowiadają, że potrafił wydobywać z pamięci całe szeregi długich ustępów, pochodzących z rozmaitych, dawno czytanych autorów.

Rzecz oczywista, że istotna wartość zdolności pamięciowej jest całkowicie zależna od tego, jakie zastosowanie nadaje jej posiadacz. Jeżeli, dajmy na to, posiadacz ów nie umie jej użyć do niczego lepszego, jak do zapamiętywania numerów przejeżdżających wagonów tramwajowych lub też do przyswojenia sobie godzin, w których pociągi odchodzą i przychodzą – wtedy pamięć nie przedstawia zupełnie żadnej wartości. Pod tym względem można porównać pamięć do instrumentu muzycznego, np. do skrzypiec. W ręku dyletanta skrzypce nie przedstawiają żadnej wartości; lecz niechaj dostaną się do rąk wirtuoza, a wydawać zaczną najczarowniejsze melodie. Przeprowadzając dalej porównanie, o któreśmy potrącili, dojdziemy do dalszych, nieco już odmiennych rezultatów. Prawda to, że podobnie jak najlepsze skrzypce w rękach nieumiejętnych nie wydadzą ani jednego pięknego, pełnego tonu, tak samo i pamięć, choćby stała na najwyższym stopniu rozwoju, nie wyda żadnych rezultatów, gdy jest w posiadaniu człowieka o niewybitnych lub nawet zgola słabych zdolnościach umysłowych. Lecz z drugiej strony to jeszcze zaznaczyć trzeba, że skrzypce, choćby nie bez usterek w budowie, choćby nawet z pewnemi dość znacznymi brakami, pod dotknięciem ręki artysty wydawać będą tony najpiękniejsze; nawet jedna i druga struna zerwana nie zdołają zmaćcić piękna melodii, gdyż wirtuoz zdoła wyśpiewać bodaj i na jednej

strunie pieśni, przepelniające jego istotę. Otóż to samo, co o skrzypcach, można powiedzieć i o zdolnościach pamięciowych: wielcy uczeni mogą dokonać rzeczy wielkich, będąc nawet upośledzonymi pod względem zdolności pamięciowych.

Genialny Newton wpadał często w zakłopotanie, gdy rozmowa schodziła na temat odkryć, przez niego poczynionych, posiadał bowiem tak słabą pamięć, że nierzadko nie mógł sobie przypomnieć tego, co zdziałał. Zarówno Kant, jak Helmholtz posiadali również słabą pamięć. Pamięć Faradaya uległa dość wcześnie takiemu osłabieniu, a nawet powiedzieć można zanikowi, iż brak ten dawał się wielkiemu uczonemu silnie i boleśnie odczuć. Gdyby nie niezwykle zamięłowanie pedantycznego wprost porządku, nie byłby on w stanie w ogóle prac swoich wykonywać. Cały system notatek, utrzymywanych w idealnym porządku, przeznaczony był do tego, aby choć w części zastąpić władzę pamięci, tak bardzo potrzebną w pracy umysłowej.

Liebig użalał się też na utratę pamięci, lecz u niego osłabienie władzy pamięciowej wystąpiło dopiero w wieku późniejszym. Bardziej zaś uderzającym, niż u Liebiga, był zanik pamięci u Helmholtza, który zresztą, jak wspominaliśmy, nigdy nie cieszył się zbyt dobrą pamięcią; wrażało mu się w ogóle w pamięć to tylko, co było logicznie z sobą powiązane. Sam on opowiadał o sobie, że w szkole szła mu bardzo opornie nauka języków, związana z koniecznością pamięciowego przyswajania nieprawidłowych form gramatycznych, uczenia się wierszy na pamięć i t. d.

Na ogół zdolności pamięciowe posiadają charakter rozmaity; czasami są to zdolności czysto wzrokowe, optyczne, czasami zaś posiadają charakter czysto słuchowy.

Mozart był, jak wiadomo, obdarzony niezwyklej zupełnie pamięcią słuchową. Niepowszednią też pamięć posiadali Bülow oraz Rubinstein, o których mówiono, że gdyby wszystko, cokolwiek było stworzone w dziedzinie tonów do roku 1880, uległo naglej zagładzie, ludzkość nie poniosłaby przez to straty, gdyż dwu tych mężów, Bülow i Rubinstein, byłiby w stanie odtworzyć z pamięci wszystkie arcydzieła muzyki. Istotnie Bülow prowadził najtrudniejsze opery wagnerowskie, nierzucając ani razu okiem na rozłożoną na pulpicie partyturę; grał też z pamięci wszystkie sonaty beethovenowskie. O niezwyklej pamięci słuchowej Paderewskiego świadczy to, że owdładnął około tysiącem kompozycji muzycznych.

W tych przypadkach, kiedy pamięć wzrokowa łączy się harmonijnie z pamięcią słuchową, otrzymujemy znakomicie rozległą pamięć ogólną, taką, jaka cechuje wielkich organizatorów, wodzów, polityków i in. Taką właśnie niezwyklej, wszystko ogarniającą pamięcią zadziwił świat Napoleon.

Pamięć, która jest tak pożądanym i pożytecznym narzędziem, gdy chodzi o pracę umysłową, oddaje też ludziom niekiedy przysługi bynajmniej niepożądane, gdy w życiu codziennym przywodzi na myśl to wszystko, o czymby człowiek pragnął zapomnieć, co z odmętów niepamięci udrękuje jedynie przynosi. Wtedy człowiek pożąda nie zdolności pamięci, lecz raczej sztuki zapomnienia. To właśnie dążenie do zapomnienia odbija się w głęboko pomyślanym i odczutym mycie greckim, który każe duszom zmarłych pić wodę Lety zanim wstąpią do Elizeum.

J. B. (Bornsteinowa) Zdolności pamięciowe ludzi wybitnych. Wszechświat 1914, 33, 521 (16 VIII)

Wielka rzadkość

Wiadomo, że wydobycie radu jest sprzężone z wielkimi trudnościami. Kopalnie czeskie w Jachimowie kilka lat temu zostały zamknięte dla eksportu i prawdopodobnie to samo będzie z kopalniami Quartz-Hillu w Kolorado, w Stanach Zjednoczonych. Ruda amerykańska zawiera około 2% tlenku uranu. W roku ubiegłym wydobyto stamtąd 29 tonn tlenku uranu, z których wyciągnięto 8,8 g chlorku radu wartości przeszło 2 700 000 franków. Rząd amerykański, pragnąc zapewnić Stanom Zjednoczonym pierwszeństwo w produkcji soli radu, złożył projekt prawa, zabraniającego sprzedaży rudy promieniotwórczej zagranicę. Gdyby z całej dotychczas wydobytej rudy promieniotwórczej wyciągnięto rad, to obecnie istniejącą ilość jego można byłoby ocenić na 40 gramów. Ruda austriacka dała tylko 3,65 g chlorku radu. Otóż zdaje się, że w Turkiestanie rosyjskim w obwodzie fergańskim, podług wiadomości z poważnego źródła, świeżo odkryto wielkie pokłady rudy promieniotwórczej. Podług depeszy z Kingstonu (Jamajka), pewien profesor angielski rozpoznał wreszcie rad w górach Jamajki. Byłoby to istotnie wielkie odkrycie naukowe.

I. F. Odkrycie nowych kopalni radu. Wszechświat 1914, 33, 523 (16 VIII)

Black and white

Q. J. Simpson i W. G. Castle opisują rodzinę plamistych murzynów. Przed 60 mniej więcej laty pewna murzynka pierwsza wykazała cechę tę mutacyjnie i następnie przekazała ją dziedzicznie dwu następnym pokoleniom. U osobników, dotkniętych tą anomalią, plamistość zaczyna się na wierzchołkowej części głowy, gdzie na białej skórze rosną białe włosy, następnie biała skóra przechodzi na twarz i pokrywa ją całkowicie lub też częściowo, rozszerza się następnie na piersi, które są bądź zupełnie białe, bądź też delikatnie centkowane. U niektórych członków opisywanej rodziny biała skóra widoczna jest na bokach i przechodzi na plecy, lecz nigdy nie sięga kręgosłupa; pozatem biały kolor skóry widoczny jest także na ramionach, same jednak dłonie i stopy są we wszystkich zaobserwowanych przypadkach barwy czarnej. Nogi prawie do samych kolan są białe i niema tam prawie zupełnie czarnych plam. Skóra barwy czarnej pokrywa stale okolice kręgosłupa i niekiedy zachodzi nawet na boki. Kobieta, która dała początek tej szczególnie ubarwionej rodzinie, urodziła się w roku 1853 w Louisianie i żyje dotychczas. Oboje jej rodzice byli normalnymi murzynami, toż samo można powiedzieć o jej mężu. Z spośród piętnastorga dzieci, które wszystkie przy życiu się utrzymały, ośmioro jest tak samo plamistych, jak matka, pozostałych zaś siedmioro wykazuje normalną barwę skóry, choć w tonach ubarwienia dają się zauważyć tego rodzaju różnice, jakie bywają w rodzinach mulatów. Troje normalnych dzieci i troje plamistych poślubiło normalnie ubarwionych murzynów i murzynki, i każde z nich miało 2-4 dzieci. Troje plamistych (dwu synów i jedną córkę) ma obecnie dziewięcioro plamistych i dwoje normalnych dzieci. Plamistość występuje tu, jak widzimy, zgodnie z teorią Mendla jako cecha panująca; jeżeli liczba wnuków plamistych jest nawet znaczniejsza niż powinny być według tej teorii, to objaśnia się to

przedewszystkiem nieznaczną liczbą ogólną osobników, a następnie może też i niezbyt dokładnymi danymi, dotyczącymi wnuków normalnych. Członkowie plamistych rodziny murzynów są obecnie rozsiani po Stanach Zjednoczonych i Europie.

j. b. (Bornsteinowa) Rodzina plamistych murzynów. *Wszechświat* 1914, 33, 526 (16 VIII)

Czy barwy ochronne chronią, a ostrzegawcze – ostrzegają? Krytyka teorii mimikry

Znaczna część zwierząt jest przystosowana barwą ciała do otoczenia swego, w niektórych zaś przypadkach zlewa się prosto ze środowiskiem, w jakim się znajduje. Zwierzęta pustyni posiadają szerść koloru piasku, zwierzęta strefy arktycznej są białe, jak otaczające je śniegi, zwierzęta nocne oraz takie, które stale przebywają na ziemi, posiadają kolor skóry szary, zwierzęta, przebywające na drzewach lub też pośród traw są zielone, wreszcie ciała zwierząt wodnych bywa często jak szkło przezroczyste. Zjawisko przystosowania, aczkolwiek tak często w naturze spotykane, względnie niedawno zwróciło na siebie uwagę uczonych; biologiczne znaczenie ubarwienia zwierząt zostało poważnie uwzględnione dopiero przez Erazma Darwina, następnie zaś stało się przedmiotem badań Karola Darwina, który objaśnienia genezy tego zjawiska doszukiwał się w działaniu doboru naturalnego.

Obecnie teoria, wyjaśniająca genezę ubarwienia sympatycznego na zasadzie doboru naturalnego, zyskała wielu przeciwników, którzy nie przypisują ubarwieniu temu ważnego znaczenia, a nieraz je nawet zupełnie negują. Do tego obozu przylączył się dr. A. Czepe, kwestionując pożytek ubarwienia ochronnego, a właściwie podając w wątpliwość, czy to, co zwykle przyjmujemy za ubarwienie ochronne, jest tem w istocie rzeczy i czy sprężyną powstania tego ubarwienia jest dobór naturalny; przypuszcza on raczej, że powstanie ubarwienia takiego należy sprowadzić do pewnych przyczyn fizjologicznych.

Po bliższem rozejrzeniu się w kwestyi ubarwienia ochronnego, to nas przedewszystkiem uderzy, że nie wszystkie zwierzęta posiadają taki przywilej i że w wielu przypadkach bywają upośledzone pod względem ubarwienia ochronnego takie formy, którymby istotnie, wobec ich bezbronności, środek taki mógł być niezmiernie przydatny; i, przeciwnie, częstokroć zwierzęta, które ze względu na siłę lub też tryb życia, jaki pędzą, zgola takiego zabezpieczenia przed wrogami nie potrzebują, są jednak znakomicie przystosowane do otoczenia.

Weźmy przykład tak jaskrawy, jak fakt istnienia szat godowych w świecie zwierzęcym, zaczynając od owadów aż do ptaków włącznie. Okazuje się, że w okresie, który jest szczególnie ważny dla istnienia każdego poszczególnego gatunku, mianowicie w okresie rozmnażania się, samce a rzadka i samice przybierają barwne szaty godowe, wskutek czego jaskrawo odróżniają się od środowiska, w jakim się znajdują. Wtedy więc, kiedy ubarwienie sympatyczne mogłoby oddawać zwierzętom największe usługi, zawodzi ono zupełnie i, przeciwnie, występuje coś zgoła odwrotnego: ubarwienie jaskrawe, odcinające się wyraźnie od tła otoczenia.

Zwolennicy teorii doboru naturalnego mogliby oczywiście odpowiedzieć na to, że takt istnienia jaskrawych szat

godowych posiada tak doniosłe dla gatunku znaczenie, iż wszelkie inne względy muszą przed koniecznością tego zjawiska ustąpić. Powstanie jaskrawych barw w szatach godowych oraz innych uderzających zmian, występujących u samców w okresie rozmnażania się, objaśniają oni w ten sposób, że wszelkie choćby najdrobniejsze zmiany, które mogły zapewnić samcowi jakąkolwiek przewagę w walce o samicę, utrwały się w potomstwie jego. Następnie z pośród potomków dalszych te znowu osobniki miały największe widoki zwycięstwa, w których cecha odziedziczona najsilniej się rozwinęła, przyczem wzmoczoną już cechę osobniki zwycięskie przekazywały dziedzicznie potomstwu dalszemu.

Wszelako należy tu zwrócić uwagę na to, że w świecie zwierzęcym w walce o samicę rolę pierwszorzędną odgrywa nie piękność ubarwienia, lecz siła fizyczna; z pośród walczących samców zwycięskim, rzecz oczywista, zawsze będzie silniejszy, i ten będzie mógł cechy swoje przekazywać potomstwu; słabszy, choćby był nawet w piękniejsze barwy uposażony, będzie w walce o samicę pokonany. Wobec tego wydaje się, że należałoby szukać innego objaśnienia pochodzenia pięknego i jaskrawego ubarwienia zwierząt w okresie rozmnażania.

Największą dozę słuszności posiada, jak się wydaje, wyjaśnienie, podane przez Wallacea. Według niego szczególne cechy zewnętrzne, któremi samiec się wyróżnia, stanowią niejako emanację wzmoczonej energii życiowej oraz intensywniejszej przemiany materii. Stąd więc wypadałoby z jednej strony, że jaskrawe ubarwienie samców w okresie rozmnażania się nie jest utrwalane i rozwijane przez dobór naturalny, jako cecha dla nich pożyteczna; z drugiej zaś strony okazywałoby się, że istnienie jaskrawych szat godowych podkopuje przypuszczenie, że ubarwienie sympatyczne powstaje na zasadzie doboru naturalnego, w takim bowiem razie powstałoby pytanie, czemu w danym razie dobroczynne działanie doboru miałyby ustać zupełnie. Wydaje się przeto, że kwestya ta musi być tymczasem uważana za nierozstrzygniętą i że słuszniej ją będzie pozostawić raczej otwartą, aniżeli przedwczesnem rozwiązaniem zagrażać drogę prawdzie.

Lecz porzućmy dziedzinę szat godowych i przyjrzyjmy się niektórym z najchętniej i najczęściej przytaczanych przykładów ubarwienia ochronnego. Schimell mówi o sarnie, że ta podczas lata przebywa całymi dniami w gęsto ulistnionem podszyciu leśnem i dlatego pomimo dość jaskrawego ubarwienia jest zabezpieczona przed okiem napastnika; w zimie zaś szerść jej przybiera barwę ciemno-szarą, skutkiem czego z nieznacznego nawet oddalenia niepodobna odróżnić zwierzęcia od tła ziemi i gałęzi. O gienzie znów czytamy, że czarna szata zimowa jest dla niej niezmiernie korzystna na, gdyż pochłania promienie słoneczne i przez to samo dostarcza zwierzęciu wiele ciepła. Czyż nie nasuwa się jednak pytanie, dlaczego gienza nie posiada takiego ubarwienia, któreby mogło ją chronić od oczów napastników? Czy może czarne ubarwienie gienzy jest w równym stopniu ochronne, jak szare ubarwienie sarny? Czy też może gienza ma wrogów o niezbyt ostrym wzroku? Czy wreszcie mamy wogóle słuszność, rozpatrując ubarwienie sarny i gienzy, jako ubarwienie ochronne?

Idźmy dalej. Samce naszych środkowo-europejskich jaszczurek są barwy zielonej, samice zaś niepozorne, szare.

Jakże można sobie wyjaśnić to zjawisko, przyjmując zasadę ubarwienia ochronnego? Czy uważać samca za przystosowanego do otoczenia, czy też samice? Doflein podaje wprawdzie wiadomość o podobnych stosunkach, panujących u rodzaju *Anolis* na Martynice, lecz dodaje zarazem, że w razie niebezpieczeństwa zielone zwierzęta kryją się w trawie, brunatne zaś pod korą drzew, tego jednak u europejskich jaszczurek nie dostrzegamy.

Podobnie też u niektórych naszych prostoskrzydłych spostrzegamy różnicę ubarwienia u form, żyjących w jednych i tych samych warunkach, tak np. spotykamy często *Da* tych samych obszarach i zielone i brunatne pasikoniki. I w tym więc przypadku upoważnieni jesteśmy do zapytania: która właściwie z tych dwu form jest przystosowana pod względem ubarwienia do środowiska? Lecz i na to pytanie odpowiedź będzie znów trudna. Im bliżej zastanawiamy się nad kwestią ubarwienia ochronnego u zwierząt, tem częściej okazuje się, że formy, uznane dotychczas za znakomicie przystosowane, nie są niemi zgołą lub też jeżeli są, to zaledwie w słabym stopniu.

Po bliższym rozpatrzeniu kwestii tej uderza nas jeszcze i to, że istnieje wiele form pod względem ubarwienia znakomicie przystosowanych do środowiska, w którym żyją, lecz w stosunku do których nie mówi się o ubarwieniu ochronnym, a to dlatego, iż jest rzeczą oczywistą, że dane gatunki, rozporządzając znaczną siłą, ochrony takiej nie potrzebują.

Weźmy dla przykładu orla. Ciemnoszary kolor jego piór, przechodzący w barwę kamienno-szarą, sprawia, że trudno go dostrzedz na tle skał; nie mówi się tu jednak nigdy o ubarwieniu ochronnym, ponieważ w tym przypadku brak tego, co uważane jest za przyczynę powstawania tego zjawiska, brak mianowicie potrzeby ochrony. Ta sama uwaga dalaby się słusznie zastosować do wielu przedstawicieli ptaków drapieżnych oraz do wielu ssaków.

Szary i brunatny kolor jest szczególnie rozpowszechniony w świecie zwierząt i te właśnie barwy uznawane są tak często za ubarwienie ochronne u wszelkich zwierząt, mieszkających na ziemi, na skałach oraz na korze drzew. Powodu tego ubarwienia należałoby jednak szukać raczej w tej okoliczności, że barwnik brunatny jest barwnikiem najpospolitszym, a kolor brunatny, przezeń wywołowany, daje w rezultacie najpierwotniejsze i najbardziej rozpowszechnione ubarwienie. Większa lub mniejsza ilość barwnika wywołuje nieskończoną gamę tonów i stopni nasycenia, daje barwy tak ciemne, że się wydają czarnymi, daje pozątem brunatne, szare i białe, a więc kolory, które spotykamy u większości zwierząt; inne zaś barwy, występujące bądź oddzielnie, bądź wspólnie z tamtymi są już nabytkiem późniejszym i, rzecz naturalna, nie osiągnęły takiego, jak tamte, rozpowszechnienia.

Czy ubarwienie ochronne zapewnia w ogóle zwierzęciu poważne korzyści, jest to kwestya, która się nie daje kategorycznie rozstrzygnąć w sensie dodatnim.

Weźmy dla przykładu szarańcze sudańskie, o których Werner pisze w rozprawie swej „*Das Ende der Mimikryhypothese*”, że są znakomicie przystosowane do otoczenia. Otóż okazuje się, że owady te pomimo ubarwienia ochronnego służą za wyłączne niemal pożywienie wszystkim żyjącym tam ptakom owadożernym oraz jaszczurkom. Jakąż więc korzyść szarańcze mają z ubarwienia

ochronnego, jeżeli to nie zapobiega masowemu ich tępieniu? Czy nie należy raczej przypuścić, że zachowanie danego gatunku jest zależne od jego płodności, nie zaś od ubarwienia ochronnego?

I u Weismanna znajdujemy obserwację, przemawiającą za tem, że nawet i najlepsze, najdoskonalsze na pozór ubarwienie ochronne nie może ukryć zwierzęcia przed okiem doświadczonego wroga. Zaobserwowano mianowicie, że para wróbli oczyszczała codziennie doświetnioną pewien plot drewniany z rozmaitych znakomicie przystosowanych do tła motyli nocnych. Skoro zaś ubarwienie ochronne nie może zmylić wzroku naturalnych, stałych wrogów zwierzęcia, wówczas przestaje mu ono być ochroną, wówczas trudno mówić o tem, że ubarwienie to posiada charakter ochronny. Ci właśnie wrogowie, którzy stale na dany gatunek polują, są dla istnienia gatunku niebezpieczni, inni zaś, wrogowie przypadkowi, przedstawiają dla gatunku niebezpieczeństwo drobne, które nie mogłoby chyba stanowić sprężyny do utrwalania pewnych odchylen przez dobór naturalny.

Prztem przeciwko ważnemu znaczeniu ubarwienia ochronnego przemawia i ta okoliczność, że znaczna ilość zwierząt ubarwionych ochronnie zgoła nie korzysta z tego przystosowania, lecz za zbliżeniem się wroga szuka ratunku w ucieczce. Dość wymienić tutaj jaszczurki lub niektóre gatunki szarańczy, które często zdradzają się w takich razach właśnie przez gwałtownie wykonywane ruchy. Nieznaczna tylko część zwierząt, posiadających ubarwienie ochronne, korzysta z niego; do tych należą przede wszystkim kręgowce, posiadające ubarwienie koloru ziemi: te za zbliżeniem się wroga czają się przy ziemi i w ten sposób często unikają napaści.

Ta właśnie okoliczność, że jedne zwierzęta korzystają z posiadanego ubarwienia ochronnego, inne zaś z niego nie korzystają, mogłaby służyć za podstawę przypuszczeniom, że ubarwienie ochronne powstaje początkowo jako nie posiadający absolutnie żadnego znaczenia uboczny produkt przemiany materii, i następnie u wielu zwierząt nie odgrywa żadnej roli, gdy tymczasem u niektórych j nabiera znaczenia ochronnego. Lecz i w tych razach, w których ubarwienie takie nabiera znaczenia ochronnego, nie przedstawia ono tak wielkich korzyści dla zwierzęcia, jakby się to na pozór mogło wydawać, gdyż chroni je wyłącznie niemal przed okiem przypadkowego wroga, czujności zaś wrogów stałych nie jest w możności zmylić. Tak np. wąż *Coronella austriaca* żywi się wyłącznie takimi zwierzętami, u których daje się zaobserwować znakomicie przystosowane ubarwienie ochronne; przeto ubarwienie to nie spełnia bynajmniej, jak widzimy, zadania swego wobec stałych wrogów. Co zaś dotyczy wrogów przypadkowych, I to nie są oni w większości przypadków groźni, gdyż często bardzo się zdarza, że zwierzęta, żywiące się pewnym określonym gatunkiem zwierzęcym, nie polują w przypadkowych nawet razach na inne; tak np. *Python regius* żywi się wyłącznie gryzoniami, lecz nie poluje nigdy, dajmy na to, na ptaki; *Eunectes notaeus* pożera wszelkie możliwe kręgowce z wyjątkiem płazów, które nigdy nie stają się jego łupem i t. d.

Wprzeciwstawieniu do zwierząt ubarwionych ochronnie istnieje pewna ilość form zwierzęcych, ubarwionych w sposób szczególnie uderzający czy to pod względem koloru, czy też rysunku ciała; pomimo jednak tej okoliczności wspomniane zwierzęta mają stosunkowo niewiele

wrogów, a to dlatego, że wydzielają substancje ostre, cuchnące lub też nawet trujące. Na zasadzie tych faktów została ugruntowana teoria, równoległa do teorii ubarwienia ochronnego, mianowicie teoria ubarwienia ostrzegawczego. Uderzające, jaskrawe ubarwienie ostrzegawcze objaśniane jest w sposób następujący: gdyby zwierzę, posiadające zdolność wydzielania substancji odstraszcających, było ubarwione niepozornie i zlewało się ze środowiskiem, wówczas byłoby zawsze wystawione na niebezpieczeństwo, że jakiegokolwiek zwierzę drapieżne może je mimo przystosowanie to dostrzedz i zanim się przekonało, że nie jest to łup jadalny, może je zabić lub przynajmniej poranić; wprawdzie drapieżca byłby się wtedy przekonał o niejadalności łupu, lecz niepozorny gatunek, któryby nie miał się po prostu czym wryć w pamięć napastnika, byłby stale tytułem próby napastowany i w ten sposób w istnieniu swem zagrożony. Położenie jednak zmienia się całkowicie przez to, że dane zwierzę odcina się od całego otoczenia i rzuca się w oczy jaskrawymi barwami; przez to samo obraz jego pozostaje w pamięci napastnika, który po kilku przykrych i nieudanych próbach nauczy się zwierząt takich unikać. W ten sposób ubarwienie ostrzegawcze stanowić ma znakomity środek obrony gatunku, choć poszczególnym osobnikom, które padają ofiarą próby, nie na wiele się, jak widzimy, przydać może.

Zachowanie się zwierząt, zaopatrzonych w ubarwienie ostrzegawcze, zdaje się znakomicie potwierdzać słuszność tej teorii; zwierzęta te bowiem nie posiadają istotnie żadnych innych środków ochrony, są powolne, nie ukrywają się, lecz, przeciwnie, ukazują się w biały dzień w takim środowisku, od którego jaskrawo się odcinają.

A jednakże i rozpatrując teorię ubarwienia ostrzegawczego, okazuje się, że i ona nie jest wolna od zarzutów, choć nie nasuwa się ich tyle, co względem teorii ubarwienia ochronnego.

Teoria ubarwienia ostrzegawczego czyni z góry założenia, których słuszności nie jest całkowicie pewna. Przedewszystkiem przypuszczenie, że wszystkie zwierzęta, posiadające ubarwienie ostrzegawcze, są niesmaczne, jest nieco zbyt ogólne, gdyż właściwie u wielu gatunków cecha ta nie została jeszcze sprawdzona. O tem, czy zwierzę jest istotnie niesmaczne, wyrokować można właściwie jedynie na zasadzie tego, czy jest niechętnie spożywane przez inne zwierzęta. Pluskwy, według oceny naszych zmysłów, powinnyby być zabezpieczone przed wrogami przez swą cuchnącą wydzielinę; i istotnie przypuszczenie takie sprawdza się o tyle, że zwierzęta owadożerne jedzą je na ogół tylko w tych razach, kiedy nie mają żadnego innego pożywienia. Lecz według nas i szarańcze powinnyby również być przez zwierzęta wzgardzone, gdyż wydzielana przez nie obficie ślina ma smak bardzo gorzki, a tymczasem stanowią one ulubione pożywienie jaszczurek. Zawartość żołądka jaszczurki wykazuje zresztą, że nie dają się one odstraszyć nawet cuchnącemi wydzielinami pluskwy, gdyż wiosną w żołądku ich można znaleźć znaczne ilości czerwonych pluskiew drzewnych.

Ważkim argumentem przeciwko słuszności teorii ubarwienia ostrzegawczego jest zjawisko zmienności plam u salamandry plamistej, zmienności, dążącej w kierunku przez teorię tę nieprzewidywanym. Salamandra stanowi, jak wiadomo, najpiękniejszy i najbardziej typowy przykład ubarwienia ostrzegawczego pośród przedstawicieli

plazów. Otóż doświadczenia, przeprowadzone przez Kammerera, wykazały, że żółte plamy na czarnej skórze salamandry nie są cechą stałą, lecz zmienną w zależności od otoczenia, w jakim się zwierzę znajduje. Salamandry, trzymane na jasnej gliniastej ziemi, stają się jaśniejsze od żyjących w zwykłych warunkach, żółte bowiem plamy znacznie się powiększają; salamandry zaś, trzymane na ziemi czarnej, stają się ciemniejsze na skutek zmniejszania się żółtych plam. Te wyniki doświadczenia Kammerera są właśnie nieprzychylnie dla teorii ubarwienia ostrzegawczego; w myśl bowiem tej teorii u salamandry, jako niezaprzeczonej przedstawicielki zwierząt, obdarzonych ubarwieniem ostrzegawczem, powinnyby się na tle jasnej ziemi uwypatniać silniej czarne części skóry, na tle zaś ziemi ciemnej – plamy żółte; albowiem cechą charakterystyczną ubarwienia ostrzegawczego jest i musi być jaskrawość, ostre odcinanie się od tła ogólnego. Doświadczenie Kammerera dostarcza raczej, jak widzimy, potwierdzenia dość często wyrażanego poglądowi, że ubarwienie zwierząt wywołane jest przez pewnego rodzaju fotografowanie otaczającego je świata, fotografowanie, które zachodzi bez względu na korzyść lub szkodę, jaką może ewentualnie przynieść danemu zwierzęciu. Widzimy więc, do jakiego stopnia musimy być ostrożni z podawaniem wyjaśnienia faktów, z wysnuwaniem z nich wniosków, ich uogólnianiem i t. p.

Lecz gdybyśmy nawet wymienione wyżej zarzuty pozostawili na stronie, to i tak nie potrafilibyśmy wyczerpująco odpowiedzieć na niezmiernie ważne, choć proste pytanie: dlaczego ubarwienie ostrzegawcze, które w działaniu swem jest znacznie pewniejsze i skuteczniejsze, niż ubarwienie ochronne, występuje w naturze tak rzadko, a przynajmniej bez porównania rzadziej, niż to ostatnie?

Pytanie to traci jednak na znaczeniu, gdy uprzytomnimy sobie, że i ten sposób ochronny nie jest radykalny; gdyby bowiem był radykalny, to znaczy gdyby zwierzęta, posiadające ubarwienie ostrzegawcze, były istotnie zabezpieczone przed napaścią wrogów, w takim razie formy te musiałyby się rozmnożyć nadmiernie, czego jednak przez bliższe badanie tych zwierząt stwierdzić nie możemy. Natomiast bliższe przyjrzenie się życiu zwierząt, posiadających ubarwienie ostrzegawcze, przekonywa nas, że i te zwierzęta, jak wszystkie inne zresztą, posiadają stałych swych prześladowców, że więc i to urządzenie ochronne nie jest bynajmniej w działaniu niezawodne. Wymienimy tu dla przykładu choć parę form zwierzęcych o ubarwieniu ostrzegawczem. A więc przedewszystkiem salamandra; ma ona wrogów nieubłaganych w postaci wszystkich węży, które uważają płazy za pewnego rodzaju przysmak. Werner twierdzi, że węży takich, jak *Tropidonotus*, *Heterodon*, *Leptodira*, *Causus*, nie zrażają najostrejsze nawet wydzieliny skóry, dajmy na to, wydzieliny *Bufo viridis*. Dalej gąsienice kapustnika są wprawdzie wzgardzone przez ptaki, lecz za to niezliczone ich masy stają się łupem gąsieniczników. Według danych, przytoczonych przez Wernera, larwy pewnych os, unikane przez zwierzęta kręgowce, są chciwie pożerane przez modliszkę. Z obserwacji. Plateau wynika, że ubarwienie ostrzegawcze nie zapewnia w ogóle bezpieczeństwa ze strony owadów drapieżnych.

A więc i w stosunku do ubarwienia ostrzegawczego, podobnie jak przedtem w stosunku do ubarwienia ochronnego, musimy dojść do wniosku, że rola jego jest

stanowczo przeceniona i że nie jest ono wcale w tym stopniu korzystne dla zwierzęcia, jakby się to mogło wydawać z pozoru.

Inaczej rzecz się ma z ubarwieniem odstraszającym, które, podobnie jak ubarwienie ostrzegawcze, polega na barwach jaskrawych lub też na uderzającym rysunku i bywa najczęściej udziałem zwierząt bezbronnych, nieposiadających żadnych własności drażniących ani trujących. Dość będzie przytoczyć tutaj, jako przykład, znanego motyla, pawika nocnego, który za najłżejszym podrażnieniem rozpościera skrzydła, odkrywając dziwaczny ich rysunek, i wykonywa ruchy wahadłowe, czem tak przeraża ptaki, że pozostawiają go w spokoju i odlatują. Działanie ubarwienia odstraszającego poddane było gruntownym obserwacjom i, wobec tego, że przekonało nas o swej skuteczności, nie mamy żadnego powodu wątpić o doniosłości tego urządzenia ochronnego.

Poza ubarwieniem ochronnym, ostrzegawczym i odstraszającym istnieją jeszcze w naturze, jak wiadomo, inne środki ochronne dla zwierząt; znane jest mianowicie jeszcze podobieństwo ochronne oraz mimikry. Do niedawna dwa te zjawiska łączono z sobą pod wspólnym mianem mimikry, termin ten bowiem obejmował wszelkie przypadki, w których zwierzę naśladowało kształtami lub rysunkiem jakiegokolwiek przedmiotu z pośród swego otoczenia, bez względu na to czy to był przedmiot żywy czy martwy. Obecnie jednak nazwa mimikry stosuje się wyłącznie do tych zjawisk, w których pewne zwierzę naśladuje powierzchowność innego zwierzęcia, zamieszkującego te same obszary i dla pewnych określonych względów stale unikanego przez wrogów; pod miano zaś podobieństwa ochronnego podciąga się te przypadki, w których zwierzęta naśladują przedmioty martwe. Rozróżnianie tych dwu zjawisk przystosowania posiada uzasadnienie już w tem samym, że zwierzęta, zależnie od tego, czy są przykładem podobieństwa ochronnego, czy też mimikry, zachowują się w sposób wręcz odmienny; pierwsze, jako naśladowujące przedmioty martwe, chcąc z przystosowania swego ciągnąć pewną korzyść, muszą w razie niebezpieczeństwa pozostawać bez ruchu, zlewać się niejako z otoczeniem, drugie zaś, przeciwnie, muszą w tym samym celu starać się być widocznymi.

Do zwierząt, uposażonych w podobieństwo ochronne, należą przede wszystkim zwierzęta, naśladowujące kawałki kory, gałązki, liście i t. d.; przedstawiciele tej grupy biologicznej są przeważnie mieszkańcami okolic podzwrotnikowych.

Sam fakt podobieństwa pewnych form zwierzęcych do pewnych fragmentów otoczenia jest bezsprzeczny, nikt oczywiście nie może zaprzeczyć, że trudno jest odróżnić motyla Kallima od zeschłego liścia, lub że liściec (*Phyllium*) niełatwo może być dostrzeżony pośród liści zielonych. Lecz, gdy się zastanowimy nad tem, czy istotnie to podobieństwo ochronne przynosi zwierzętom takie korzyści, o jakich się zwykle mówi, to zjawi się natychmiast pytanie: jeżeli podobieństwo ochronne zabezpiecza zwierzęta przed wrogami, w takim razie czemu się to dzieje, że gatunki, zaopatrzone w tę potężną broń, nie rozmnażają się w sposób niezwykle obfity? Jeżeli dlatego, że w naturze istnieje zawsze pewna równowaga pomiędzy bezbronnością a rozmnażaniem się, t. j. że rozmnażają się intensywniej gatunki, nieposiadające żadnych środków ochrony – w takim razie przystosowa-

nie to nie posiada tak pierwszorzędного znaczenia dla istnienia gatunku, jak zwykle mu się to przypisywać, albowiem okazuje się, że dany gatunek nie zginąłby i bez podobieństwa ochronnego.

Zresztą i przez rozpatrywanie korzyści, płynących dla zwierząt z podobieństwa ochronnego, musimy ostatecznie dojść do wniosku, że i ten rodzaj przystosowania stanowczo w skuteczności przeceniamy, a to choćby już dlatego, że przystosowanie to nie zawsze może wywieść pożądaną korzyść. Podobieństwo ochronne, czyli podobieństwo istot żywych do przedmiotów martwych, może być tylko wtedy skuteczne, jeżeli jeden warunek jest wypełniony, mianowicie jeżeli istota żywa zachowuje się bezwzględnie nieruchomo wobec zbliżającego się niebezpieczeństwa. Tymczasem widzimy jaskrawe przykłady wręcz przeciwnego zachowania się zwierząt, uposażonych w podobieństwo ochronne. Tak np. pewne owady, naśladujące do złudzenia ciernie i kolce roślin, na których przebywają, za zbliżeniem się napastnika uciekają ze sprawności nóg i, rzucając się do gwałtownej ucieczki, zdradzają tem swoje obecność. W podobnych przypadkach zwierzę nie osiąga więc, jak widzimy, korzyści z podobieństwa ochronnego; skoro zaś przystosowanie to nie jest dla zwierzęcia korzystne, wówczas upada też oczywiście teoria, wskazująca dobór naturalny, jako czynnik wyjaśniający genezę podobieństwa ochronnego. Wydaje się więc, że pewne kształty lub też pewne ubarwienie, upodabniające zwierzę do przedmiotu martwego, nie powinny być rozpatrywane jako podobieństwo ochronne, lecz raczej jako wynik pewnych zewnętrznych i wewnętrznych wpływów, które warunkują te zmiany bez względu na ewentualną szkodę lub pożytek gatunku.

Pomijając jednak nawet ten pogląd i uważając zjawisko podobieństwa form zwierzęcych do przedmiotów martwych za podobieństwo ochronne, w jaki sposób mamy objaśniać sobie powstawanie podobieństwa ochronnego? Zasadę doboru naturalnego musimy odrzucić, gdyż przez jego działanie nie możemy sobie wyjaśnić powstania ani jednego podobnego wypadku. Jak np. zastosować działanie doboru, aby wyjaśnić genezę podobieństwa ochronnego u liśca? Czy wyjaśnienie prowadzić w ten sposób, że osobniki najbardziej podobne do liści utrzymywały się najłatwiej przy życiu, t. j. uchodziły uwadze wrogów, i następnie, mnożąc się, przekazywały dziedzicznie potomstwu korzystne dla niego podobieństwo? Ale w takim razie powstaje kwestya, czy te minimalne odchylenia w ubarwieniu, jakie się dopiero stopniowo rozwijały, mogły istotnie wpływać na to, aby osobniki w ten sposób uprzywilejowane łatwiej uchodziły śmierci? Wszak stali ich wrogowie – bo tylko o takich, jako jedynie niebezpiecznych, tu mowa – nie dąliby się zmylić przez nieznaczne zmiany w ubarwieniu lub rysunku, a zresztą, co ważniejsze, im trudniej byłoby im łup zwykły rozpoznawać, tern bardziej wykształcałyby się z konieczności ich zmysły, tak, iż zmianom w powierzchowności owadów odpowiadałyby równoległe zachodzące zmiany w zmysłach ich stałych prześladowców. O przypadkowych zaś wrogach, sporadycznie napastujących inne niż zwykle zwierzęta, mowy tu być nie może, gdyż przypadkowe takie korzyści nie mogłyby stanowić sprężyny, wprawiającej w ruch tak potężny czynnik, jakim jest dobór naturalny. Gdzież więc szukać objaśnienia

tego zjawiska? Poprostu chyba zmuszeni jesteśmy przypuścić, że rozwój danych zwierząt dąży w pewnym określonym kierunku i że jest uwarunkowany przez czynniki fizyczne i fizjologiczne; dopiero wtedy, gdy wyjdziemy z takiego założenia, możemy przyjąć dodatkowo działanie doboru naturalnego, lecz nie, jak dotychczas, działanie jego jako pierwszorzędnego czynnika ewolucyjnego.

Wszystkie niemal zarzuty, czynione teorii podobieństwa ochronnego, szczególnie zaś wysuwaniu doboru naturalnego, jako głównej jego sprężyny, stosują się również i do mimikry. Często można się spotkać ze zdaniem, że teoria mimikry wymaga przedewszystkiem przyjęcia poglądu antropomorficznego, do tego bowiem, aby przypuścić, że zwierzęta dają się podobnie zwodzić pozorom, jak ludzie, należy uważać, że wszystko to, co dla nas, ludzi, wydaje się być ludzko do siebie podobnem, w tern samem świetle ukazuje się także zwierzętom.

Przykłady mimikry są w świecie zwierzęcym wogóle nader liczne, głównie zaś pięknych przykładów tego zjawiska dostarcza entomologia. Wprawdzie wiele przypadków, uważanych pierwotnie za mimikry, należało to czasem wykreślić z szeregu przykładów tego zjawiska, ponieważ pomimo znacznego podobieństwa, cechującego dwie odmienne formy, brak było najistotniejszego momentu mimikry, mianowicie pożytku, płynącego z naśladownictwa, lecz bądź co bądź pozostała jeszcze znaczna ilość niezmiernie interesujących przypadków, kiedy dwa zgoła odmienne gatunki są do siebie w najdrobniejszych nawet szczegółach podobne.

Zjawisko mimikry spotykamy często pośród węzów niejadowitych, które w najsurowszych nieraz szczegółach podobne są do węzów jadowitych. Tak np. rozmaite amerykańskie niejadowite rodzaje węzów wykazują absolutne podobieństwo do amerykańskiego rodzaju *Elaps*, który nasutek jaskrawo czerwonej barwy skóry, poprzecinanej czarnymi i żółtymi pierścieniami, bywa przytaczany, jako przykład ubarwienia ostrzegawczego..

Werner podaje parę rodzajów węzów, które noszą jaskrawe barwy i rysunek rodzaju *Elaps*: *Ophibolus*, *Simophis*, *Urotheca*, *Atractus*, *Polyodontophis*, *Cemophora*, *Hydrops*, *Scolecophis* i *Erythrolamprus*.

Istotnie, jest faktem nie do zaprzeczenia, że wyżej wymienione formy wykazują znaczną dozę podobieństwa, że nawet niektórych poprostu na pierwszy rzut oka różnić niepodobna. Lecz trzeba tu jeszcze odpowiedzieć na zapytanie, czy istotnie węże niejadowite osiągają jakikolwiek pożytek ze swego podobieństwa do węzów jadowitych. Otóż nie, nie mają one żadnej z tego korzyści, gdyż te zwierzęta, które odżywiają się węzami, nie wybierają na łup samych niejadowitych, lecz pożerają i jadowite, z tą tylko różnicą, że z niebezpiecznymi węzami postępują ostrożniej. Skoro jednak mimikry nie może węza uchronić od stałych wrogów, jaką tedy korzyść to podobieństwo może mu przynieść? Jeżelibyśmy zaś próbowali objaśnić pożytek, płynący dla zwierzęcia z mimikry, w ten sposób, że zwierzę posilkuje się naśladowanymi barwami, aby używać ich jako środka odstraszającego w stosunku do człowieka, to byłoby to oczywiście niewystarczające, gdyż przedewszystkiem ubarwienie i rysunek na ciele węza jest z wszelką pewnością starszy od rodu ludzkiego, pozatem zaś dlatego, że węże są zawsze i wszędzie tępione przez człowieka bez względu na to czy są jadowite, czy też nie.

Skoro zaś zwierzę, uposażone w ubarwienie naśladowcze, nie ciągnie z tego żadnej korzyści, w takim razie i cała teoria mimikry upada. Werner stara się ubarwienie węzów rodzaju *Elaps*, zarówno jak i węzów podobnych do rodzaju *Elaps*, objaśnić zapomocą wpływu specyficznych warunków (klimatu i pożywienia), panujących w strefie, którą te węże zamieszkują.

Weźmy jeszcze przykład z entomologii i zajmijmy się muchą *Eristalis tenax*, naśladowującą pszczołę; jest to przypadek znany, przytaczany jako typowe zjawisko mimikry. Podobieństwo między temi dwoma owadami jest bardzo znaczne; nie różnią się one pomiędzy sobą ani pod względem wielkości, ani formy, ani też barwy owłosienia, tak, iż podobieństwo to ludzi człowieka do tego stopnia, że trudno namówić nieświadomego, aby dotknął bezbronnej muchy *Eristalis*, gdyż zawsze tkwi w nim obawa niebezpiecznego żądła pszczelego. Lecz pozostaje jeszcze kwestya, czy *Eristalis* jest również i przed zwierzętami tak dobrze zabezpieczona. Otóż nie, jest bowiem faktem, że jaszczurki napastują muchy *Eristalis* i choć ich specjalnie chętnie nie pożerają, to jednak nie okazują wobec nich żadnej ostrożności ani obawy, jak zresztą nie boją się ani os, ani trzmieli.

A. Czepa, który hodował przez dłuższy czas jaszczurki, miał nieraz sposobność obserwować stosunek ich do żądłówek. Otóż dopóki jaszczurki miały do rozporządzenia inne zwierzęta, dopóty pozostawiały je w zupełnym spokoju; dopiero gdy wszystkie lepsze zapasy teraryum zostały wyczerpane, pozostawały zaś poza pszczołami i osami tylko czerwone pluskwy drzewne, chrząszcze, zaopatrzone w grube pancerze chitynowe i mocno owłosione gąsienice, wtedy jaszczurki zwracały się do pszczół i os, napadały na nie, zabijały je, poczem najczęściej zostawiały je niepożarte.

Lecz właściwie jaszczurki nie są zwierzętami specjalnie odpowiedniami do tego rodzaju prób, gdyż istotnemi wrogami owadów są właściwie ptaki, a poczęści i żaby. Wobec tego jednak, że co do sporej ilości ptaków wiadomo, że chętnie polują na żądłówki, iż dalej wiadomo, że ropuchy pożerają osy bez żadnej dla siebie szkody, przeto wypada, że owad, w danym razie *Eristalis*, nie zdobywa bezpieczeństwa przez naśladowanie jednej z przedstawicieli żądłówek, pszczoły.

Podobnie też przedstawia się kwestya również i w innych przypadkach. Podobieństwo, zachodzące pomiędzy gatunkami *Volucella* a trzmielami naprowadzało również wielu uczonych na przypuszczenie, że *Volucella* czerpią z podobieństwa tego znaczne korzyści, mogą bowiem dzięki niemu dostawać się bezkarnie do gniazda trzmieli i składać tam jaja, aby w następstwie larwy ich mogły się żywić larwami trzmieli. Pogląd ten zwalczany był przez Beddarda, Lattera i Speisera. Pierwszy z nich przytaczał jako argument to, że trzmiel kierują się w rozpoznawaniu swych towarzyszy, a więc i podobnych do nich owadów, nie wzrokiem, lecz węchem; w jaki bowiem inny sposób wyjaśnić sobie fakt, że trzmiel potrafią momentalnie poznać przedstawicieli własnego gatunku, lecz należących do innego gniazda. Poza tern okazuje się, że muchy, naśladowujące dwa gatunki trzmieli: *Bombus lapidarius* i *Bombus muscorum*, nie szukają gniazd odpowiednich gatunków, lecz że można je często znaleźć pomieszczone w jednym gnieździe trzmieli. Przy tern bliższe badania stosunków zachodzących między *Volucella*

a trzmielami, wykazały, że larwy *Volucella* nie żywią się bynajmniej larwami trzmieli, nie są więc szkodliwymi pasorzytami, lecz żywią się rozmaitymi odpadkami oraz martwymi larwami i poczwarkami – są przeto nieszkodliwymi współbiesiadnikami. Na zasadzie tych danych Latter doszedł do wniosku, że podobieństwo muchy do trzmiela nie istnieje w celu zapewnienia muchom tej korzyści, aby nie były przez trzmiele poznawane, lecz raczej w celu uchodzenia wobec napastników za owady uzbrojone w żądło. Lecz w takim razie cała ta kwestya stawałaby się analogiczną do wyżej opisanego przypadku podobieństwa między muchą *Eristalis* a pszczołą, wobec czego należałoby ją rozpatrywać w ten sam sposób, co tamte, i takich samych szukać dla niej wyjaśnień.

W naturze istnieje tyle zastanawiających podobieństw pomiędzy formami, żyjącymi na jednych obszarach, choć zajmującymi często dalekie miejsca w systematyce, że narzuca się nieodparcie chęć i potrzeba wyjaśnienia sobie tego zjawiska. Jako takie, gorąco pożądane objaśnienie występuje teoria mimikry, objaśnienie, które przyjąć na razie musimy, lecz, przyjmując, powinniśmy zdawać sobie sprawę, że jest ono tymczasowe, nieostateczne. Obecnie lepszej ogólnej hipotezy na miejsce mimikry nie posiadamy; że jednak nie jest ona wystarczająca, dowodzi już sam fakt, że często nie określamy mianem mimikry podobieństwa jednej formy zwierzęcej do drugiej dlatego tylko, że niema tam głównej sprężyny mimikry, niema tam korzyści dla jednej interesowanej strony. Werner podaje typowy przykład takiego przypadku: dwa rodzaje węzów, żyjących na Nowej Gwinei i archipelagu Bismarka? mianowicie *Python amethystinus* i *Dipsosomorphus irregularis*, są tak do siebie podobne, że odróżnienie ich może wprawić w kłopot nawet specjalistę – zoologa; obadwa te węże żyją kosztem tych samych gatunków zwierzęcych i są w równym stopniu niebezpieczne dla zwierząt, na które polują. Jak więc w tym przypadku wyjaśnić można podobieństwo, zachodzące między temi zwierzętami? Wszak ani jedna strona, ani druga żadnych korzyści z okoliczności tej nie czerpie. Takiego zjawiska nie zwiemy mianem mimikry, gdyż wygląda to raczej na podobieństwo zgola przypadkowe i dla danych zwierząt zupełnie obojętne.

Lecz czy wiele innych podobieństw nie powstało również drogą przypadku? Czy tam, gdzie mówimy o znakomitym środku ochronnym, o zjawisku mimikry, nie bywa tak, że wytworzyło się podobieństwo między rozmaitymi formami bez względu na żadną ewentualną korzyść, jakaby mogła płynąć z takiego podobieństwa dla strony słabszej? Gdybyśmy to przypuścili, obalilibyśmy tern samem teorię mimikry. Albowiem jeżeli podobieństwo powstało przypadkowo i dopiero później zaczęło zapewniać zwierzętom pewną korzyść, to nie jest to właściwe zjawisko mimikry; to ostatnie bowiem łączymy zawsze z korzyścią, płynącą stąd dla danego gatunku.

Przytoczony poprzednio fakt podobieństwa, nieprzynoszącego zwierzętom żadnego pożytku, nie jest bynajmniej w naturze odosobniony. Werner podaje jeszcze inne przykłady, między innymi zaś szarańcze *Clonia Wahlbergi* i *Palophus centaurus*, które w najdrobniejszych nawet szczegółach ubarwienia wykazują uderzające podobieństwo; jedna z tych form jest zaopatrzona w silnie rozwinięte szczęki, druga zaś w gruczoły o cuchnących wydzielinach. Zachodzi więc pytanie: która forma

mogłaby służyć w tym razie za wzór, która zaś byłaby naśladownictwem? Na pytanie to oczywiście odpowiedzieć niemożna, to też podobieństwa tego nie określamy mianem mimikry.

Dalej, w Ameryce podzwrotnikowej pewne owady żyłkoskrzydłe są tak podobne do pewnych przedstawicieli prostoskrzydłych/ że ich odróżnić wprost niepodobna, że często nawet entomologów wprowadzają w błąd; formy te jednak korzyści z podobieństwa tego żadnej nie mają, gdyż obiedwie formy są jednakowo uzbrojone. Znowu więc pytanie: gdzie wzór, a gdzie naśladownictwo?

Wyżej przytoczone przykłady nasuwają nam wątpliwości co do teorii mimikry; widzimy, że nie wszędzie daje się ona utrzymać i że, przeciwnie, często wcale zastosowania nie może znaleźć.

Reasumując to, co było wyżej powiedziane, widzimy, że działanie doboru naturalnego nie jest w stanie wyjaśnić pochodzenia ubarwienia ochronnego, ostrzegawczego, odstrasającego, podobieństwa ochronnego i mimikry, i że w wielu przypadkach musimy szukać innego objaśnienia ich genezy.

J. B. (Bornsztajnowa) Przystosowanie ochronne u zwierząt. *Wszechświat* 1914, 33, 436

Koniec pierwszego Wszechświata

Trudne czasy wojenne niedziw że pismu naszemu zgotowały złe chwile. Mając współpracowników, rozrzuconych po całej Europie, a przedewszystkiem w Krakowie i Lwowie, mając warunki świeżości i współczesności rzeczy opracowywanych, nie może zawczasu zbierać zapasów na czas dłuższy i w danej chwili znajduje się rzeczywiście bez artykułów. Z drugiej strony i prenumeratorzy *Wszechświata* w znacznej liczbie, więcej niż w połowie, mieszkają zagranicą i niepodobna dzisiaj przesyłać im pisma również jak naszym prenumeratorom prowincjonalnym, którzy nie otrzymują przesyłek pocztowych. Tak więc pozostaje na miejscu kilkudziesięciu ludzi w Warszawie.

Że w tych warunkach trudno wydawać pismo bardzo kosztowne, to rzecz oczywista. Postanowiliśmy tedy zawiesić je na czas pewien, aż do chwili, kiedy z powrotem warunków normalnych pracy, będziemy mogli podjąć nanowo przerwana robotę.

OD REDAKCYI Pożegnanie *Wszechświata*. *Wszechświat* 1914, 33, 528 (16 VIII)

MORZE WATTOWE – REZERWAT BIOSFERY W EUROPIE

Nina Jansen (Holandia)

Morze Wattowe (obszar wattowy) rozciąga się od wybrzeża Holandii, poprzez Niemcy po Danię, obejmuje południowo-wschodnią część przybrzeżnych terenów Morza Północnego, położone jest między kontynentem, a łańcuchem Wysp Fryzyjskich. Po stronie holenderskiej i niemieckiej Morze Wattowe



Ryc. 1. Widok Morza Wattowego. Fot. N. Jansen.

tworzy cztery rezerваты. Ponadto w części holenderskiej i niemieckiej utworzono Parki Narodowe. Największy i najstarszy z nich Schleswig-Holsteinisches o powierzchni 4410 km² jest największym parkiem narodowym w Europie Środkowej, a na jego powierzchni znajduje się trzeci pod względem wielkości na świecie obszar błotnisk pływowych.



Ryc. 2. Widok Morza Wattowego. Dno morza odsłonięte podczas odpływu. Fot. N. Jansen.

Morze Wattowe, które zaliczane jest do unikatowych na świecie terenów, nie jest to jak sugeruje nazwa – morze, ani nawet zbiornik wodny, ale równiny o dużym zasięgu, które zalewane są podczas

przyprawów, a podczas odpływów odsłaniane. Sukcesywnie zamulane i zarastane przez roślinność bagienną, po wysuszeniu stanowią bardzo żyzne gleby. To one nazywają się wattami. Te rozległe równiny pływowe, nazywane także osuchami, mają około 450 km długości, a ich szerokość sięga między 10–30 km.



Ryc. 3. Widok Morza Wattowego. Fot. N. Jansen.

Pod względem geologicznym Morze Wattowe jest bardzo młodym krajobrazem mającym zaledwie 10 000 lat. Do powstania Morza Wattowego, oprócz istnienia pływów, przyczyniło się kilka innych czynników, m.in. wyspy powstałe od strony otwarte-



Ryc. 4. Widok Morza Wattowego. Fot. N. Jansen.

go morza, płasko nachylone dno morskie, delikatny materiał denny i umiarkowany klimat. Efektem ich współdziałania jest powstanie trzech zasadniczych biotopów. W miejscach pomiędzy wałem przeciwpowodziowym a linią brzegową powstają łąki halofilne

będące wysoko wyspecjalizowanym ekosystemem przystosowanym do słonej wody. Kolejnym biotopem są watty, które stanowią wyjątkowe zjawisko przyrodnicze na świecie. W jednym metrze sześciennym wattu jest więcej biomasy niż w ana-



Ryc. 5. Ptaki unoszące się nad pływiznami. Fot. N. Jansen.

logicznej ilości gleby tropikalnego lasu deszczowego. Najbliżej brzegu występuje watt iglasty, którego powierzchnia pokryta jest delikatnym materiałem. Występują tam przede wszystkim glony stanowiące pokarm dla ślimaków. Bliżej wybrzeża powstaje watt mieszany z piaskiem, gliną i cząstkami organicznymi na powierzchni. W strefie, gdzie woda ma jeszcze dużą siłę, transportowane są ciężkie cząstki piasku i powstaje watt piaszczysty. Tworzące się w ten sposób piaszczyste wydmy są następnym biotopem.



Ryc. 5. Widok Morza Wattowego. Fot. N. Jansen.

Z wysokich wydmy rozciąga się krajobraz na nisko położone doliny jezior i na pobliskie słone bagna. Na solnych łąkach rozkwitają różnorodne gatunki roślin, jak kostrzewa czerwona (*Festuca rubra*, gatunek niskej trawy), babka nadmorska (*Plantago maritima*), różne gatunki paproci i roślin przyprawowych. Mokre doliny między wydmy stają się wymarzone miejscem dla storczyków.

Nad morzem dominuje księżyc, który dyryguje przypływami i odpływami. Wraz z każdym z nich

przenoszone są niezliczone ilości wody morskiej. Piasek i woda piętrzone są przez wiatr, a ich wzajemne oddziaływanie kreuje krajobraz z wydmy, mierzynami, pływiznami i wyżłobieniami. Krajobraz ten nieustannie się zmienia. Magiczne spektakle, gdzie reżyserem jest sama natura.



Ryc. 6. Widok Morza Wattowego. Fot. N. Jansen.

Morze Wattowe jest płytkie. Promienie słoneczne sięgają samego dna, dzięki czemu woda szybko się nagrzewa. Stwarza to bardzo korzystne warunki do rozmnażania się planktonu, który jest ważnym ogniwem łańcucha pokarmowego. W wodzie żyje około 30 gatunków ryb, m.in. gładzice, flądry i dorsze. Jednak w ostatnich latach znacząco zmniejszyła się ich ilość. Coraz rzadziej pojawiają się tu łososie i płaszczyki, a o ponad połowę skurczyła się ilość wyławianych węgorzy. Powody zmniejszania się zasobów rybnych Morza Wattowego nie są do końca znane. Badacze sugerują, że wszystkiemu mogą być winne ruchy wydmy, zmiany klimatyczne czy nadmierne rybołówstwo. Od kilku już lat istnieje całkowity



Ryc. 7. Widok Morza Wattowego. Fot. N. Jansen.

zakaz połowów mechanicznych. Organizacje ekologiczne były zdania, że ta forma połowu uszkadza dno akwenu, może prowadzić do zakłóceń, a nawet zerwania łańcucha pokarmowego. Obecnie są możliwe połowy wyłącznie ręczne na ściśle określonych miejscach.

Błotniska Morza Wattowego to świat małży, ostryg i krewetek. Tworzą one kolorowe dywany pokrywające warstwę ciemnego śluzu. Kraby i krewetki zakopują się w piasek, a jesienią opuszczają swoje błot-



Ryc. 8. Widok Morza Wattowego. Fot. N. Jansen.

ne mieszkania i wędrują na otwarte morze, aby nie zamarznąć. Niektóre z nich nie przeżywają w przypadku dużych upałów i bardzo silnych sztormów. Na pobliskiej plaży są zawsze małże i ślimaki, a czasem setki rozgwieżdżonych wyrzuconych przez wodę.

Zróżnicowany charakter przyrodniczy sprawia, że żyje tutaj wiele gatunków ptaków.



Ryc. 9. „Wycieczki wattów”. Fot. N. Jansen.

Ich siedliskiem stały się watty, a skupiska małż i rozległe tereny trawy morskiej oferują pożywienie. Olbrzymie stada czajek, gęsi i kaczkowatych przemierzających się w stronę morza i z powrotem. Licznie występują gęsi białoczelne, gęgawy i ohary. Gdy zaczyna się przypływ ptaki z głębi watorów przylatują coraz bliżej brzegu. Na brzegach morza stacjonują całkiem pokaźne grupy wodno-błotnego ptactwa, jak czajki, siewki, brodzie, biegusy, warzęchy, rybitwy i różne gatunki mew. Liczne są biernikle

obrożne, gęsiówki egipskie, czarnowrony, czaple nadobne czy podgorzałki. Wśród większych z nich dominuje biernikla białolica, której całe stada żerują na łąkach. Obserwuje się kawki, drozdy, drapieżnego krogulca, sowy błotne zakładają tu swoje gniazda. Wattowe wybrzeża to ornitologiczny raj. Wymarzone miejsce dla ptaków wędrownych, zwłaszcza wiosną i późną jesienią. Niektóre z nich wykorzystują ten teren jako przystanek podczas migracji lub schronienie na czas zimowania, dla innych jest to miejsce odpoczynku przed dalszym lotem.



Ryc. 10. „Wycieczki wattów”. Fot. N. Jansen.

Przypływy i odpływy Morza Wattowego zmieniają się co 6 godzin. Podczas odpływu wyłania się muliste dno, co umożliwia piesze wycieczki po osuchach. Słynne „wycieczki wattów” to spacer po dnie morskim. Chodzi się jak po dywanie z muszli i planktonu mijając po drodze małże, kraby i ślimaki pospiesznie chowające się w piasek. W górze ogromne stada ptaków, a na pobliskich plażach wylęgające się foki.

Szczególną atrakcją turystyczną, zwłaszcza w sezonie, jest rejs po morzu tradycyjnym, ponad stuletnim holenderskim żaglowcem. Ponieważ woda jest pły-



Ryc. 11. Foki szare na plażach przy Morzu Wattowym. Fot. N. Jansen.

ka, tworzy się kanały żeglowne wykorzystywane przez komercyjne żeglugi, łodzie rekreacyjne oraz czartery. Piasek na dnie morza łatwo przenoszony jest przez prądy, toteż tory żeglugowe nie są stacjonarne

i są regularnie przesuwane. Oznaczone bojami, ponadto bieżące informacje służb morskich pozwalają zachować należyte bezpieczeństwo.



Ryc. 12. Wioska na wysepkach w pobliżu Morza Wattowego. Fot. N. Jansen.

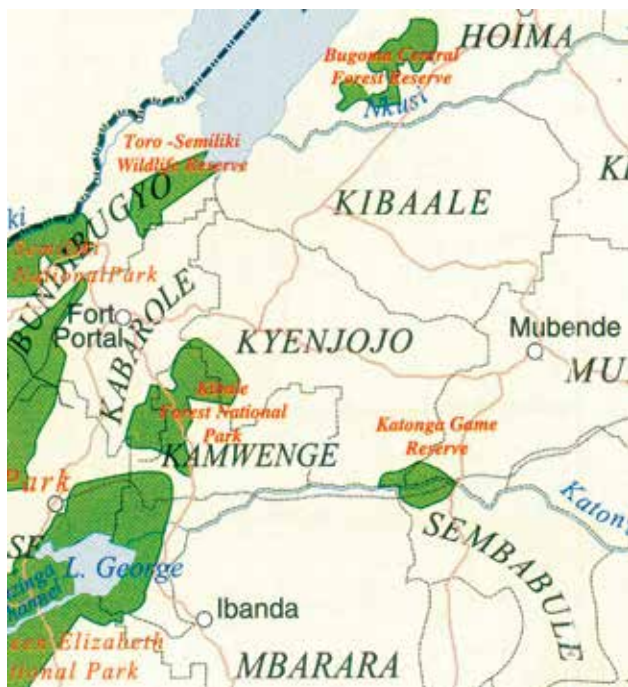
W zasięgu wzroku można zauważyć kilka wiosek i osad ulokowanych na pobliskich wysepkach. Latem wyspy spowite w fiolecie, gdy kwitnie zatrwian (*Limonium Mill*), objawiają się miłośnikom przyrody od

swojej najpiękniejszej strony. Morskie pływy regulują nie tylko życie zwierząt, ale i rytm życia mieszkających tu ludzi. Z uwagi na to, iż życie nad tym morzem przebiega w specyficznych warunkach, występują burze oraz niespodziewane powodzie, ludzie mieszkający w pobliżu zostali zmuszeni, by wzdłuż wattów wybudować wały. Wzdłuż wybudowanych grobli i plaż poprowadzone zostały promenady i ścieżki rowerowe będące gratką dla wszystkich pasjonatów dwóch kółek.

Morze Wattowe jest uznanym ekosystemem biologicznym. Trzy państwa leżące nad morzem prowadzą ciągłą współpracę w zakresie jego ochrony i zachowania wód. Ze względu na swoje unikatowe walory przyrodnicze, cały obszar Morza Wattowego objęty jest ochroną i uznany na podstawie konwencji ramsarskiej, układu międzynarodowego dotyczącego ochrony przyrody, za obszar wodno-błotny mający znaczenie międzynarodowe. Morze Wattowe zostało wpisane na listę światowego dziedzictwa UNESCO jako rezerwat biosfery.

PARK NARODOWY KIBALE (UGANDA)

Krzysztof R. Mazurski (Wrocław)



Ryc. 1. Lokalizacja Parku. Źródło: The map of Uganda, Rwanda & Burundi, Destination Jungle.

Wśród Naczelnych największą sympatią człowieka darzony jest szympanś *Pan troglodytes*, najłatwiej dający się oswoić i najbardziej „ludzki” w zachowaniach, bo też najbliższy mu genetycznie spokrewniony, oddzielony odeń w rozwoju 4–6 mln lat temu. Jak na razie spotykany jest dość często na terenie Afryki wokółrównikowej, zarówno w lasach tropikalnych, jak i na sawannie. Mimo to, wskutek rosnącej antropopresji negatywnej, i ten gatunek, który niekiedy przypisywany jest do rodzaju *Homo*, staje się coraz bardziej zagrożony. Podstawową formą jego ochrony jest przede wszystkim zachowanie naturalnych siedlisk leśnych. Taką ostoją jest Kibale Forest National Park, usytuowany w zachodniej Ugandzie w administracyjnych okręgach Kabarole i Kamwenge, w dość bliskim sąsiedztwie Parku Narodowego Elżbiety II, 20 km na południowschód od Fort Portal – najważniejszego miasta w tym regionie, a 320 km na zachód od stolicy Kampala.

Park Narodowy Kigale o powierzchni 795 km² należy do najciekawszych pod względem charakterystyki wilgotnego lasu tropikalnego (ang. *rain forest*),

który zajmuje jego północną i środkową część na Wyżynie Fort Portal. Wznosi się ona powyżej 1100 m n.p.m., przy czym najwyższym wzniesieniem jest Kibale (1590 m), które dało nazwę Parkowi. Roczne opady dochodzą tu w najwilgotniejszej porze – ma-



Ryc. 2. Niższe piętro lasu Kibale. Fot. K. R. Mazurski.

rzec – maj i wrzesień – listopad, aż do 1700 mm przy temperaturach 14–27 °C. Te ostatnie rosną ku południowi zgodnie ze spadkiem górzystego terenu do dna Zachodniego Ryftu – potężnego rowu tektonicznego, zachodniej „odnogi” Wielkiego Ryftu Afrykańskiego. Tu też Park łączy się leśnym korytarzem



Ryc. 3. Guziec. Fot. S. Mazurski.

ekologicznym z Parkiem Narodowym Elżbiety II, od Ishashy po Sebitoli o długości 180 km, wcinającym się w coraz bardziej trawiastą sawannę. To jeden z ostatnich takich typów środowiska w Afryce środkowej, gdzie następuje płynne przejście od formacji trawiastych do gęstego lasu tropikalnego. W sąsiedztwie znajdują się też inne chronione i ciekawe tereny, jak choćby znany krater Ndali – Kasenda.

Las, poddany ochronie w 1932 r. jako Forest Reserve, przekształcony w park narodowy w 1993 r., rzeczywiście wymaga starannej opieki, choćby ze względu na potrzebę zachowania takich gatunków

mahoni, jak brązowego *Lavoa synnertonii* i tiamy *Entandrophragma angolense*, czy innego drzewa *Cordia millenia*. Ogólnie rośnie tu ponad 250 gatunków drzew, w tym egzotyczne – sosna *Pinus* i eukaliptus *Eucalyptus*, w dużej mierze usunięte po ustanowieniu



Ryc. 4. Samica pawiana oliwkowego *Papio Anubis*. Fot. S. Mazurski.

Parku. W bogatych, trudnych do przebycia niższych piętrach na uwagę zasługują *Palisota schwenfurthi* z rodziny komelinowatych i nader oryginalna *Pollia condensata*, tej samej przynależności taksonomicznej. Wyróżnia się – w skali światowej! – jagodami intensywnie niebieskimi i silnie błyszczącymi nawet po wyschnięciu. Zniszczenie wielu połąci drzewostanów naprawiane jest w ramach szeroko zakrojonego planu regeneracji lasu na powierzchni 6213 ha, także pod kątem zmniejszania obecności dwutlenku węgla w atmosferze i przeciwdziałania erozji. Do nasadzeń używa się zwłaszcza *Albizia gummifera* z rodzaju *Mimosaceae* oraz *Bridelia micrautha* i *Croton megalocarpus* z rodzaju *Euphorbiaceae*. Rozległy charak-



Ryc. 5. Krocionóg *Tachypodoiulus niger*. Fot. K. R. Mazurski.

ter mają też badania dendrologiczne i leśne, w tym prowadzone przez terenową stację badawczą Uniwersytetu Mkarere. W Parku rośnie dziko kawowiec robusta *Coffea robusta*, co skłoniło pewne firmy i instytucje ugandyjskie do zakładania jego plantacji dla wzbogacenia oferty krajowego rolnictwa i wzmocnienia eksportu.



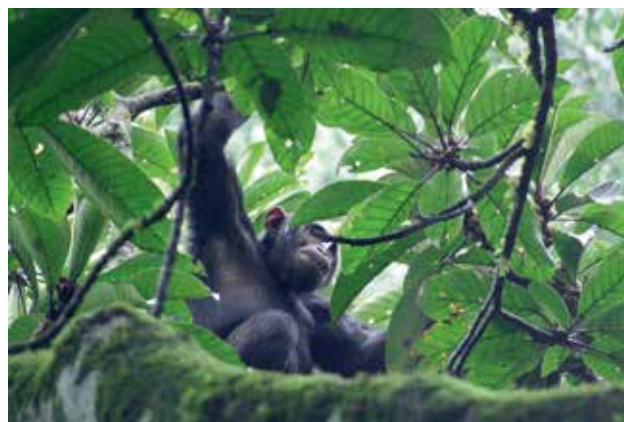
Ryc. 6. Dziki kawowiec. Fot. K. R. Mazurski.



Ryc. 7. Gereza abisyńska. Fot. S. Mazurski.

Tak rozwinięty świat roślin daje znakomitą bazę żywnościową i schronienie liczным gatunkom zwierząt. Korzysta zeń 60 gatunków ssaków, w tym 4 gatunki kotowatych *Felidae* i kilkanaście gatunków

małp, w tym naczelných *Primates* (największa koncentracja naczelných w Afryce). Ptaków stwierdzono aż 325 gatunków, w tym rzadkie, jak endemiczny tu drozd szarogrzbiety *Turdus kibalensis*, kurtaczek zielonopierśny *Pitta reichenowi*, czy też papuga popielata *Psittacus erithacus*, zwana też szarą lub żakongijskim – jedyny przedstawiciel rodzaju *Psitta-*



Ryc. 8. Szympan na figowcu. Fot. S. Mazurski.

cidae, i niewielki, ładny wążeczek żółtogrzbiety *Pogoniulus coryphaeus*. Spośród ssaków wyróżniają się niewielkie antylopy dujkery – czerwony *Cephalophus natalensis* i modry *C. monticola*. Gdzieś tu bytuje świnia leśna *Hylochoerus meinertzhageni* i oryginalny, nieco podobny do europejskiego dzika guziec *Phacochoerus africanus*, preferujący bardziej otwarte tereny. Jest też wydrzyca afrykańska *Aonyx capensis*. Od Parku Narodowego Elżbiety II zapuszcza się czasami słoń *Loxodonta africana* i lew *Panthera leo*. Znacznym problemem jest niewielka mrówka *Linepithema humile* pochodzenia południowoamerykańskiego, która z Parku uczyniła swoje terytorium inwazyjne.

Jednak w centrum zainteresowania odwiedzających ten teren znajdują małpy. Występuje tu aż 13 gatunków naczelných, w tym szympany. Jest tu największa w Afryce koncentracja naczelných i najlepiej można je obserwować. Widoczna jest dobrze gereza czarna albo szatanka *Colobus satanas*, abisyńska *C. guereza* i czerwona *Procolobus tephrosceles* o rudawym owłosieniu głowy. Jedyna rodzina wąskonosych koczodanowatých reprezentowana jest przez koczodana czarnosiwego *Cercopithecus mitis* z charakterystycznym białym kołnierzem, górskiego *C. lhoesti* oraz silnie zagrożoną wyginięciem mangabę ugandyjską *Lophocebus ugandae*. Specjalne wycieczki w niewielkich grupach i pod dobrą opieką uzbrojonych strażników organizowane są do siedlisk wybranych, habitowanych stad. Obserwuje się żerowanie szympanów na dzikich figowcach *Ficus*, baraszkowanie młodych okazów czy wypoczynek między

konarami lub w budowanych gniazdach wysoko w koronach drzew. Nierzadkie jest obojętne przejście dorosłych zwierząt w bezpośrednim sąsiedztwie ludzi.

Okolice Parku zamieszkują plemiona Batooro i Bakiga, które wdarły się w drugiej połowie XX w. głęboko w las, karczując go na potrzeby swojego prymitywnego rolnictwa. Z jednej strony niszczyło to siedliska wymienionych i innych zwierząt, z drugiej – uruchomiło erozję, która przy tak intensywnych opadach przybiera nader intensywne rozmiary. Niemniej jednak półpaństwowy zarząd terenami chronionymi Uganda Wildlife Authority pozwala im na ograniczone korzystanie z zasobów Parku, w ścisłym oczywiście uzgodnieniu. Pomocą dla miejscowej ludności staje się rozwijana turystyka, dla potrzeb której powstają kolejne ośrodki noclegowe zwane *lodge*, a przy okazji sieć handlowa, w tym pamiątek – rzadko, niestety, w miarę oryginalnych. Na szczęście, przyroda jest nadal wspinała.



Ryc. 9. Szympany na figowcu. Fot. S. Mazurski.

WYSPY KANARYJSKIE OKIEM PRZYRODNIKA

Wojciech Biedrzycki (Kraków)

Wyspy Kanaryjskie to archipelag siedmiu większych i sześciu mniejszych wysp wulkanicznych na Atlantyku, należących do większego regionu wyspiarskiego znanego jako Makronezja („Wyspy Szczęśliwe”). Najbardziej wschodnie wyspy archipelagu (Lanzarote i Fuerteventura) leżą w odległo-



Ryc. 1. Szczyt Pico del Teide widziany z Roques de García. Po prawej stronie widać podpory i górną stację kolejki gondolowej, którą można wyjechać na wysokość 3555 m n.p.m., pokonując ok. 1200 m różnicy wzniesień w ciągu 8 minut. Szczyt stoi pośrodku ogromnej kaldery o obwodzie 48 km. Fot. W. Biedrzycki.

ści mniejszej niż 100 km od zachodniego wybrzeża Afryki. Wyspy Makronezji powstały w wyniku ruchu płyt litosfery, głównie płyty afrykańskiej, co osłabiło dno Oceanu Atlantyckiego, przez jego rozciągnięcie. Przez tak osłabione dno przebiegała się magma tworząc nowe wyspy wulkaniczne.

W centrum archipelagu znajdują się wyspy, licząc od wschodu: Gran Canaria, Teneryfa i La Gomera. Pierwsze dwie z nich należą do najczęściej odwiedzanych przez turystów. Zarówno Gran Canaria, jak i La Gomera, mają regularny kształt stożka wulkanicznego, natomiast na wydłużonej południkowo Teneryfie działalność wulkanu Pico del Teide (3718 m n.p.m.) ukształtowała krajobraz południowej części wyspy. Na Wyspach Kanaryjskich leżą cztery z czternastu hiszpańskich parków narodowych, przy czym dwa z nich: Parque Nacional del Teide na Teneryfie i Parque Nacional de Garajonay na wyspie La Gomera są wpisane na listę dziedzictwa światowego UNESCO. Ten ostatni, o powierzchni blisko 4000 ha, co stanowi 10% powierzchni wyspy, obejmuje wzgórze Garajonay (ze szczytem Alto de Garajonay 1487 m n.p.m.) porośnięte największym na świecie lasem wawrzynowym (*laurisilva*), który w trzeciorzędzie pokrywał

prawie całą Europę. Lasy te zanikły w czasie epoki lodowcowej, przetrwały jedynie na Wyspach Kanaryjskich dzięki panującym tutaj specyficznym warunkom klimatycznym: umiarkowanej temperaturze, obfitym opadom i dużej wilgotności powietrza.



Ryc. 2. Grupa kolorowych skał wchodzących w skład Roques de García, znajdujących się na obrzeżach kaldery. Wśród nich wije się ścieżka turystyczna, z której można z bliska oglądać efekty dawnej działalności wulkanicznej. Fot. W. Biedrzycki.

W lasach wawrzynowych poza drzewami laurowymi rosną również ostrokrzewy, paprocie (zwłaszcza zanokcica ciemna), lipy i wrzośce drzewiaste osiągające nierzadko wysokość do 10 m. Odwiedzając las Garajonay można doświadczyć zjawiska deszczu poziomego, kiedy skraplająca się para wodna w postaci gęstej mgły jest przenoszona przez wiejące wiatry.



Ryc. 3. Widok na kaldereę spod szczytu wulkanu. Fot. W. Biedrzycki.

Wyspy Kanaryjskie mają też bogatą faunę z ogromnym odsetkiem gatunków endemicznych. W wilgotnym lesie wawrzynowym występują liczne bezkręgowce. Na wyspach występują też nietoperze oraz wiele gatunków ptaków z endemicznymi: gołębiem laurowym (*Columba Junaniae*) i gołębiem kanaryjskim (*Columba Bollii*).

Na opisywanych trzech wyspach zaznaczają się wyraźnie dwie strefy klimatyczne: wilgotna północ



Ryc. 4. Działalność wulkaniczna wytworzyła liczne wąwozy, dnem których zamiast lawy płynie teraz woda. Fot. W. Biedrzycki.



Ryc. 5. Krajobraz powulkaniczny wyspy Gran Canaria. Fot. W. Biedrzycki.



Ryc. 6. Wąwóz Masca. Ścieżka turystyczna, wijąca się wśród subtropikalnej roślinności, opuszcza się stromo ze wsi o tej samej nazwie aż do morza. Fot. W. Biedrzycki.

i suche południe. Na ten stan rzeczy wpływają passaty wiejące z północnego wschodu, zaś wysokie góry wznoszące się w pobliżu centrum wysp zatrzymują wilgotne masy powietrza niesione znad Atlantyku.

Na wszystkich wyspach archipelagu obserwujemy wulkaniczne krajobrazy. Bezsprzecznie spektakularne

wrażenie robią tereny *malpaís* (zła ziemia), pola pokryte różnymi rodzajami lawy: od takiej, która wygląda jak świeżo zaorana ziemia, do gładkich, szklistych



Ryc. 7. Otoczaki z bomb wulkanicznych przy niewielkiej plaży w Las Galletas na Teneryfie u stóp tzw. Złotej Góry. Fot. W. Biedrzycki.



Ryc. 8. Klify Złotej Góry odsłaniają kolejne warstwy popiołów wulkanicznych. Fot. W. Biedrzycki.



Ryc. 9. Las wawrzynowy Garajonay na wyspie La Gomera. Fot. W. Biedrzycki.

powierzchni. Ponadto spotyka się obszary pokryte materiałem piroklastycznym: drobnymi kamyczka-

mi przypominającymi żwir lub bombami – dużymi odłamkami skalnymi wyrzucanymi podczas erupcji wulkanu (ostatni wybuch El Teide miał miejsce w 1909 roku). Pozostałością działalności wulkanicznej w krajobrazie wysp są również pagórki pokryte popiołem wulkanicznym, podziemne tunele wydrążone przez przepływającą lawę, rozległe lub mniejsze kaldery, czy liczne wąwozy powulkaniczne.



Ryc. 10. Liście drzewa laurowego (wawrzynu) w lesie Garajonay. Fot. W. Biedrzycki.

W urodzajnej wulkanicznej glebie rośnie ponad dwa tysiące gatunków roślin, przy czym blisko połowa z nich to gatunki endemiczne. Ogródki przydomowe czy tereny przydrożne przez cały rok mienią się



Ryc. 11. Suche góry powulkaniczne częściowo są porośnięte sukulentami z rodziny wiczmlecwowatych (*Euphorbiaceae*). Fot. W. Biedrzycki.

barwami kwiatów znanych nam głównie z kwaciarni: żywo-czerwone hibiskusy, purpurowe bugenwille, rubinowo-czerwone krzewiaste poisencje oraz najbardziej fantastyczne i kolorowe z wyglądu – strelicje. Na Wyspach Kanaryjskich uprawia się banany, awokado, ananasy, mango, pomarańcze, migdały i tytoń. W gorących, suchych rejonach południowych rosną różne rodzaje sucholubnych roślin z rodziny wilczomlecwowatych, nieco przypominające kaktusy.



Ryc. 12. Opuncja figowa (*Opuntia ficus-indica*) z jadalnym owocem. Fot. W. Biedrzycki.

W wyższych partiach gór panuje klimat zbliżony do śródziemnomorskiego. Uprawia się tutaj winorośl,



Ryc. 13. Strome zbocza wschodniej części wyspy La Gomera są wykorzystywane rolniczo. Fot. W. Biedrzycki.

rosną eukaliptusy, drzewa korkowe, mimozy i jałowce. Dwie rośliny drzewiaste są charakterystyczne dla tych okolic: sosna kanaryjska oraz dracena smocza, która produkuje drewno pozbawione słoju. Ta ostatnia roślina jest jednak obecnie niezwykle rzadka.

Na skrajnym, południowym cyplu Gran Canaria, na południe od miejscowości wypoczynkowej

Maspalomas, rozpościerają się na powierzchni 418 ha białe piaszkowe wydmy, jakby przeniesione z Sahary.



Ryc. 14. Kwiaty egzotycznej strelizji (*Strelitzia reginae*), które są symbolem Wysp Kanaryjskich, kwitną w ogródkach lub przy drogach. Fot. W. Biedrzycki.

Zresztą kiedyś podejrzewano, że powstały z przyniesionego z Afryki piasku. Obecnie ponad wszelką wątpliwość wiadomo, że wydmy powstały z naniesionego przez morze piasku, pokruszonych muszli i obumarłych koralu. Cały teren wydmy został objęty ochroną, co uratowało go od postępującej za-



Ryc. 15. Nadbrzeżne wydmy w okolicy Maspalomas na wyspie Gran Canaria, z charakterystyczną dla pustyni piaszczystych mini-sebką (słoną równiną). Fot. W. Biedrzycki.



Ryc. 16. Wydmy Maspalomas schodzą łagodnie do morza tworząc pas piaszczystej plaży, wykorzystywanej przy wietrznej pogodzie przez kitesurferów, ciągniętych przez latawce (kites). Fot. W. Biedrzycki.



Ryc. 17. Na horyzoncie widać potężną sylwetkę stożka wulkanu Teide, choć od wschodniego wybrzeża wyspy La Gomera dzieli go odległość ok. 50 km. Fot. W. Biedrzycki.

budowy od strony Maspalomas. Po piasku można spacerować bez ograniczeń, za wyjątkiem obszarów porośniętych roślinnością wydmy i ostoi ptactwa wodnego, które są ogrodzone i specjalnie oznakowane.

BAJKOWY OGRÓD

Nina Jansen (Holandia)

Zielen wpływa bardzo pozytywnie na nasze zmysły, uspakaja nas i wycisza. Nawet krótkie przebywanie wśród zieleni poprawia nam nastrój. Stąd tak dobry wpływ mają spacer po parku wśród drzew i kwiatów. W miarę utraty naszego naturalnego środowiska przyrodniczego ludzie próbują swoje upodobania estetyczne wobec przyrody realizować przez zakładanie ogrodów. Jednym z największych ogrodów na świecie jest Keukenhof w Holandii. Mieszkam w Holandii i nie mogłam nie zobaczyć tego miejsca, o którym tak wiele słyszałam. Ogród usytuowany jest w Lisse, w małym miasteczku poza Amsterdamem.

W tym ogromnym ogrodzie rośnie ponad dwa tysiące starych drzew najrozśniejszych gatunków (Ryc. 1, 2), pośrodku których położonych jest ponad 15 km alejek (Ryc. 3). Są stawy (Ryc. 5, 7),

a w nich pływające chodniki, którymi można przejść, co wygląda jak chodzenie po wodzie (Ryc. [5]). Nad stawami, kanałami i oczkami wodnymi roświetlają się przepiękne kwiatowe kobierce (Ryc. 7, 8). Można podziwiać różne rośliny wieloletnie, ozdobne krzewy, a pośród nich majestatycznie przechadzają się pawie (Ryc. 9), które wcale nie boją się ludzi. Pośrodku stoi stary holenderski wiatrak skąd rozciąga się widok na cały ogród. Spacer alejkami jest wielką przyjemnością. Ogród można zwiedzić w parę godzin, a szlaki turystyczne są tak skonstruowane, że jest to również wspaniała okazja na wycieczkę rowerową.

To miejsce ma bogatą historię. Tereny te w XV wieku należały do holenderskiej księżnej Jakoby z Bawarii, która spędzała tam wiele czasu. Były tutaj



Ryc. 1. Ogród Keukenhof w Lisse w Holandii. Na pierwszym planie tulipany. W oddali pięknie kwitnące magnolie. Kwiecień 2013. Fot. N. Jansen.



Ryc. 2. Ogród Keukenhof. Alejki wśród kwiatów i drzew. Fot. N. Jansen.



Ryc. 3. Ogród Keukenhof. Alejki wśród kwiatów (tulipany) i drzew (akacje). Fot. N. Jansen.

oprócz ogrodu znaczne połacie lasów, gdzie polowano na grubego zwierza, a w ogrodzie uprawiano różnego rodzaju zioła i owoce, które zbierano do użytku domowego do zamkowej kuchni, stąd też nazwa ogrodu Keukenhof – ogród kuchenny. Ogród zmienił się na przestrzeni lat i stawał się coraz to większą atrakcją Holandii przyciągając tysiące turystów z całego świata.

Keukenhof to najstojniejszy i jeden z największych i najpiękniejszych ogrodów na świecie. Na 32 ha ogrodu rozkwita ponad 7 mln kwiatów. To największa kolekcja kwiatów cebulkowych na świecie; tulipany, krokusy, żonkile, chiacynty i lilie. To wprost

niewiarygodne, że można zobaczyć tyle kwiatów w jednym ogrodzie. Rosnące tutaj tulipany zadziwiają paletą barw, niezliczoną ilością odmian i zapachów. Historia tulipanów jest bardzo ciekawa. Ich ojczyzną jest Azja Środkowa. Sławę zawdzięczają sułtanom tureckim, którzy docenili ich piękno i wprowadzili je do swoich ogrodów. Zachwycił się nimi również ambasador austriacki z dworu Habsburgów i sprowadził tulipany do Wiednia. Zajmował się nimi znany botanik francuski, działający we Flandrii, Carolus Clusius, a otrzymawszy propozycję pracy w ogrodzie botanicznym w Holandii przeniósł się tam również z tulipanami. Przyszedł czas, że tulipany stały się



Ryc. 4. Ogród Kaukenhof. Leśna część ogrodu z licznymi kwiatami (tulipany, hiacynty). Widoczne oczko wodne i drzewa, głównie dęby. Kwiecień 2013. Fot. N. Jansen.



Ryc. 5. Ogród Kaukenhof. Śródleśne stawy. W Centrum zdjęcia tulipany ogrodowe, białe narcyzy, a w prawym dolnym rogu białe hiacynty. Widoczne drzewa to buki zwyczajne. Fot. N. Jansen.



Ryc. 6. Ogród Kaukenhof. Pływające chodniki, po których zwiedzający mogą przejść przez staw. Na pierwszym planie widoczne tulipany, na dalszym planie wierzby. Fot. N. Jansen.

przedmiotem pożądanego. Sprzedawano je i kupowano za pośrednictwem giełdy. Popularność tulipanów nie znikła, dzisiaj znowu są modne i zdobią niemal każdy ogród. Po zimie są jednymi z najbardziej oczekiwanych kwiatów i już na stałe stały się symbolem wiosny. W szklarniach kwiatowych Ogródu można



Ogród Kaukenhof. Leśna część ogrodu z licznymi kwiatami (hiacynty). Widoczne oczko wodne i drzewa, głównie buki. Fot. N. Jansen.



Ryc. 8. Ogród Kaukenhof. Wspaniałe kobierce kwiatowe – hiacyntów, tulipanów, narcyzów. Fot. N. Jansen.



Ryc. 9. Pawie w ogrodzie Kaukenhof. Białe pawie rozkładają pięknie swój ogon. Na pierwszym planie kwitnące szafirki. Fot. N. Jansen.

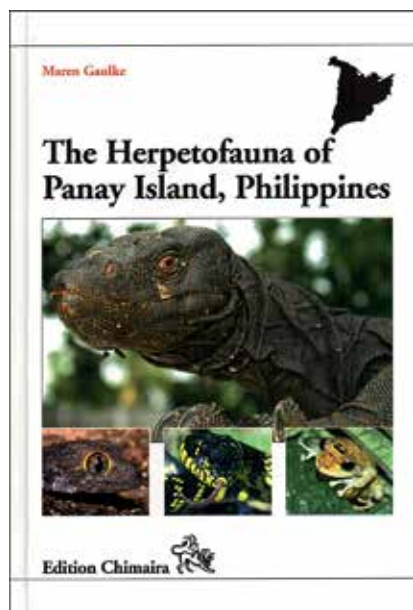
zakupić wszystkie kwiaty, które przypadną nam do gustu. Jest również możliwość uczestniczenia w programie edukacyjnym wyjaśniającym jak dbać o kwiaty, aby jak najdłużej cieszyć się ich pięknem.

W chwili obecnej ogród należy do fundacji i wspierany jest przez lokalnych hodowców kwiatów. Planatorzy cebulek kwiatowych mogą tutaj eksponować

swoje produkty. Pracują tutaj setki wolontariuszy, którzy dbają o ogród, a każdej jesieni zmieniają układy rabat kwiatowych tworząc nowe, urokliwe zakątki. Ten ogród wygląda niczym ze snu lub z bajki, jest tak kolorowy, że może zawrócić w głowie. Cały park zdominowany jest przez kolory i zapachy. To prawdziwa uczta dla zmysłów. Ogród Keukenhof jest

inspiracją dla artystów, a ich dzieła można podziwiać w specjalnie przygotowanych pawilonach. Miliony kolorowych kwiatów oraz ich aromat sprawia, że każdy dozna tutaj niezapomnianych wrażeń. Zobaczyć ogród Keukenhof to spełnić swoje największe marzenie. Ten ogród wygląda niczym rajski ogród. Ja tak właśnie wyobrażam sobie Eden.

Maren Gaulke: **The Herpetofauna of Panay Island, Philippines. An Illustrated Field Guide.** Edition Chimaira, Frankfurt am Main, 2011, ISBN 978-3-89973-481-2, ss. 390, cena €49,80.



Filipiny są jednym z 17 państw o największej bioróżnorodności. Szczególnie fauna płazów i gadów jest niezwykle zróżnicowana i bogata w endemity, a w ostatnich latach opisano wiele nowych gatunków ze spektakularnym, owocożernym waranem *Varanus mabitang* na czele. Co prawda monografia Maren Gaulke dotyczy tylko jednej wyspy Panay, ale jest to jedyne jak do tej pory nowsze, kompleksowe opracowanie herpetofauny tego regionu. Co prawda płazy i gady były już poprzednio badane na tej wyspie i wyniki ukazały się w publikacji Fernera i wsp. w 2000 r. (Asiatic Herp. Res. 9: 34-70), ale obecna książka przedstawia uaktualnione dane, w tym dotyczące nie tylko występowania i wyglądu poszczególnych gatunków, ale również ich biologii. Pomimo podtytułu, że jest to terenowy przewodnik, w książce znalazły się informacje o geologii, florze, klimacie, a także o ochronie przyrody wyspy. Tu opisane są parki narodowe, a także sprawy legislacyjne (z Filipin nie wolno wywozić żadnych zwierząt bez specjalnych zezwoleń).

Panay to piąta pod względem powierzchni wyspa Filipin o powierzchni 12 tys. km², usytuowana w centralnej części kraju. Stwierdzono na niej 18 gatunków płazów (jeszcze jeden czeka na opisanie) oraz 70 gatunków gadów. Rodzime płazy należą do 5 rodzin (Ceratobatrachidae, Dicroglossidae, Microhylidae, Ranidae i Rhacophoridae). Ostatnim gatunkiem jest zawleczona *Rhinella marina*. Ta inwazyjna ropucha sieje spustoszenie w faunie wielu miejsc na świecie z powodu trujących bufadienolidów w gruczołach skórnych oraz trujących jaj i kijanek. Na wyspie Panay są jednak ptaki i gady (np. *Varanus nuchalis*) odporne na jej jad. Gady reprezentowane są przez jaszczurki z 4 rodzin (Agamidae, Gekkonidae, Scincidae i Varanidae), węże z 6 rodzin (Acrochordidae, Colubridae, Elapidae, Pythonidae, Typhlopidae i Viperidae) oraz jednego żółwia z rodziny Geoemydidae (*Cuora amboinensis*). Drugim, wodnym gatunkiem jest introdukowany *Pelodiscus sinensis* (Trionychidae).

Oprócz obszernych informacji o płazach i gadach wyspy, autorka zamieściła klucze do ich oznaczania oraz bogaty zestaw kolorowych zdjęć, a cytowana lista publikacji liczy 192 pozycje. Jest też krótki rozdział o ukąszeniach węży. Na wyspie występują 4 gatunki jadowite – *Ophiophagus hannah*, *Hemibungarus calligaster gemianulis*, *Trimeresurus flavomaculatus* oraz *Tropidolaemus subannulatus*. Autorka opisuje na swoim przykładzie skutki ukąszenia przez *H. c. gemianulis*. Przez trzy dni miała gorączkę, wymiotowała, a chociaż wąż ugryzł ją tylko w palec, bolała ją cała noga (ból trwał jeszcze w okolicy rany przez kilka miesięcy). Chodzić zaczęła, kulejąc, dopiero po tygodniu. Ze względu na to, że wypadek zdarzył się w trudno dostępnym miejscu, nie mogła liczyć na pomoc lekarską. Mniej groźna jest trwożnica *T. subannulatus*. Parę lat temu na Borneo ukąsił mnie w palec u ręki młody osobnik, a jedynymi objawami było spuchnięcie i ostry ból, który trwał przez tydzień. Najniebezpieczniejsza z tych 4 węży jest kobra królewska (*O. hannah*), gdyż bez podania surowicy często dochodzi do śmierci poszkodowanego, w skrajnym przypadku nawet po pół godzinie.

Już po ukazaniu się monografii doszło do sporych zmian w systematyce. Równoległe z nią pojawiła się

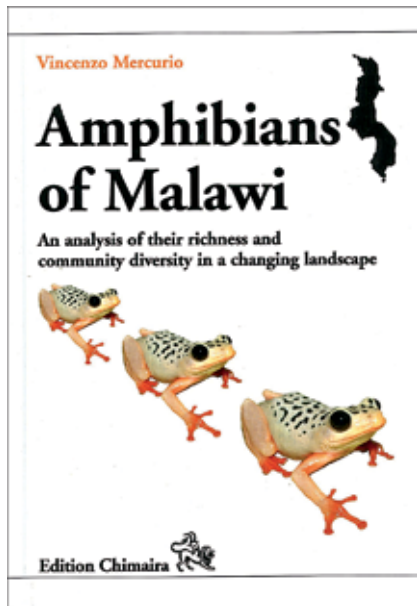
rewizja rodzaju *Sphenomorphus* i 4 gatunki *abidicus*, *llanos*, *coxi* i *jagori* obecnie są w rodzaju *Pinoyscincus*. Z kolei *S. arboreus* i *S. steerei* przeniesiono odpowiednio do rodzajów *Insulasaurus* i *Parvosincus*. Również gatunki z rodzaju *Parias* powróciły ponownie do rodzaju *Trimeresurus*, a *Python reticulatus* jest obecnie w rodzaju *Malayopython*. Z kolei *Brachymeles boulengeri taylori* podniesiony został do rangi gatunku, natomiast dla węży *Dendrelaphis caudolineatus* (tu jest *D. c. cf. terrificus*) przywrócono dawną nazwę *D. fuliginosus*, a *Zaocys* to obecnie *Ptyas*. Warto przy okazji wspomnieć również o ostatnich propozycjach zmian w obrębie rodziny Scincidae, wtedy część opisanych tu scynków byłaby w rodzinach Sphenomorphidae, Lygosomidae, Mabuyidae i Eugongylidae. Natomiast powszechnie akceptowane są zmiany w taksonomii węży z rodziny Colubridae. I tak *Cerberus* jest obecnie w rodzinie Homalopsidae,

Hologerrhum i *Tropidonophis* w Natricidae, *Oxyrhabdium* i *Psammodynastes* w nadrodzinie Elapoidea (zwykle jako *incertae sedis*), a *Calamaria* i *Pseudorabdion* w Calamariidae. Duże zmiany zaproponowano w tym roku w rodzinie Typhlopidae. Ślepucha bramińska (*Ramphotyphlops braminus* – tu jest błędnie *Rhamphotyphlops*) przeniesiono do rodzaju *Indotyphlops*, a *Typhlops castanotus* jest obecnie w rodzaju *Malayotyphlops*.

Oczywiście powyższe uwagi nie umniejszają wartości książki i nie ma wątpliwości, że stanie się ona podstawowym źródłem informacji o płazach i gadach dla miłośników przyrody odwiedzających wyspę, jak również dla profesjonalnych herpetologów.

Piotr Sura

Vincenzo Mercurio: **Amphibians of Malawi. An Analysis of Their Richness and Community Diversity in a Changing Landscape**. Edition Chimaira, Frankfurt am Main, 2011, ISBN 978-3-89973-495-9, ss. 393, cena €49,80.



Malawi jest niewielkim afrykańskim krajem o powierzchni równej 1/3 powierzchni Polski, graniczącym z Tanzanią, Mozambikiem i Zambią i rozciągającym się wzdłuż południowej części Wschodnioafrykańskiej Doliny Ryftowej jeziorem Malawi (Niasa).

Kraj ten charakteryzuje zróżnicowana rzeźba terenu od 37 m n.p.m. po górskie masywy z najwyższym szczytem Mulanje 3002 m n.p.m., ale największą część zajmuje płaskowyż środkowoafrykański o wy-

sokości 1000–1100 m n.p.m. Pomimo geograficznie atrakcyjnego położenia w batrachofaunie nie ma wielu endemicznych gatunków, stąd zapewne mniejsze zainteresowanie tym regionem Afryki przez herpetologów. Jedyne w pełni endemicznym gatunkiem jest *Arthroleptis francei*, zaś zasięgi 13 innych obejmują również kraje sąsiadujące. Nie dziwi więc fakt, że jedyną dotąd monografią poświęconą płazom tego kraju była książka Margaret Stewart *Amphibians of Malawi* wydana w 1967 roku, a w ciągu 145 lat pojawiło się jedynie 50 publikacji na ten temat, głównie w latach 60. i 70. ubiegłego stulecia. Znaczna degradacja środowiska spowodowana ludzką aktywnością w ciągu ostatnich dekad musiała wpłynąć na obecne rozmieszczenie płazów, tak więc najnowsze opracowanie Vincenzo Mercurio, które bazuje na jego pracy doktorskiej, wypełnia lukę w poznaniu tej części Afryki, uaktualniając jednocześnie wiedzę o płazach Malawi. A zmiany, jakie zaszły w ciągu tych ponad 40 lat, są ogromne. Stewart podawała 56 gatunków z 5 rodzin, natomiast obecnie rodzin jest 13, a gatunków 84. Od momentu wydania książki opisano 2 dalsze – *Hyperolius friedemanni* Mercurio i Rödel 2013 oraz *Hyperolius inyangae* Channing 2013, a kolejne 2, z rodzaju *Phrynobatrachus* i *Leptopelis*, czekają na formalny opis.

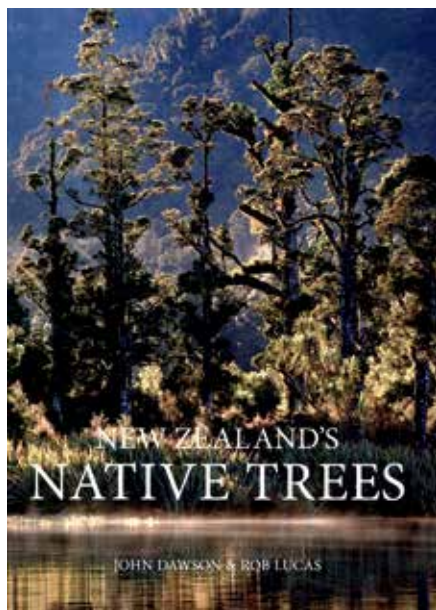
Pierwsza część monografii poświęcona jest geografii, geologii, klimatowi oraz roślinności Malawi. Tu autor zamieścił ponad 30 zdjęć siedlisk, w których płazy występują. Następnie opisuje stan ochrony batrachofauny Malawi, przedstawiając listę chronionych rejonów, a także historię badań herpetologicznych w tym kraju. Największą część książki zajmuje przegląd wszystkich gatunków wzbogacony o kolorowe

zdjęcia, klucze do oznaczania, czasem oscylogramy głosów oraz mapy ze znanymi stanowiskami na terenie Malawi. W osobnym rozdziale omówiono 6 sposobów rozrodu płazów (z 39 znanych na świecie). Aż 72% gatunków składa jaja do wody, ale u 8% (z rodzaju *Arthroleptis* i *Breviceps*) rozwój jest bezpośredni, z pominięciem kijanki, inne składają również jaja na lądzie, a kijanki muszą dostać się następnie do wody. Rozdział ten jest oparty na wcześniejszym artykule Mercurio, V., Böhme, W., Streit, B. *Reproductive diversity of Malawian anurans*. *Herpetology Notes*. 2009; 2:175–183 i w większości jest po prostu przekopiowany, włącznie z ilustracjami i tabelą. W kolejnym rozdziale autor analizuje bogactwo gatunkowe płazów w różnych rejonach Malawi. Najwięcej gatunków, bo aż 45, spotkać można w masynie Mulanje.

Trochę denerwująca jest niedokładna korekta książki, stąd wiele mniejszych lub poważniejszych błędów, niemniej jednak generalnie, jako przewodnik do oznaczania płazów Malawi, wart jest swojej ceny i stanie się podstawowym źródłem wiedzy o tych zwierzętach na wiele następnych lat, nie tylko dla profesjonalnych herpetologów, ale również miłośników przyrody tej części Afryki. Na zakończenie warto wspomnieć, że bardzo słabo poznana jest również fauna gadów Malawi, która liczy 140 gatunków. Może autor, który spędzał w tym kraju po kilka miesięcy w roku w latach 2004–2010 ma wystarczającą ilość danych, by napisać również o nich podobną monografię?

Piotr Sura

John Dawson, Rob Lucas: **New Zealand's native trees**. Craig Potton Publishing, Nelson, 2012, 576 str., ponad 2300 kolorowych fotografii i rycin. Twarda oprawa z obwolutą, format 31,7 × 23, cm. Cena: NZ\$ 104,35. ISBN 978-1-877517-01-3.



Drzewa i krzewy są najbardziej spektakularnym elementem szaty roślinnej w każdej części świata, a o ich występowaniu i bogactwie decydują lokalne warunki klimatyczne. Wykazują one szczególnie dużą różnorodność w obszarach tropikalnych, gdzie tworzą różnego typu formacje leśne, powszechnie określane mianem dżungli, natomiast są bardzo rzadkie w obszarach pustynnych i polarnych, gdzie występują tylko skarłale formy lub niewielkie, płożące się krzewinki. Ze względu na bardzo ważne znaczenie gospodarcze drzewa stale wzbudzały szczególne

zainteresowanie człowieka, zarówno od strony praktycznej, jak i naukowej. Formy drzewiaste lub krzewiaste roślin występują w rozmaitych, często nie spokrewnionych ze sobą grupach systematycznych i taksony te dla celów praktycznych określa się zwykle mianem dendroflory, a nauka zajmująca się drzewami i krzewami nazywana jest dendrologią. W jej ramach prowadzone są badania podstawowe nad systematyką, morfologią, anatomią, rozmieszczeniem, ekologią, genetyką i fizjologią, a także praktyczne badania nad aklimatyzacją i uprawą drzew i krzewów w celach gospodarczych. Gospodarka leśna jest bowiem jednym z najważniejszych działów ekonomii każdego kraju.

Nowa Zelandia jest bardzo odległym, egzotycznym dla Europejczyka wyspiarskim krajem, leżącym na antypodach i mającym bardzo skomplikowaną historię geologiczną i przyrodniczą. Długotrwała, bo trwająca od końca pliocenu izolacja sprawiła, że zarówno jej flora, jak i fauna wykazują wiele odrębnych i unikatowych cech, a na czoło wysywa się wysoki stopień endemizmu tego izolowanego archipelagu. Flora roślin naczyniowych Nowej Zelandii liczy według różnych szacunków od 2360 do 2420 gatunków, z których ponad 80% nie występuje nigdzie indziej na świecie.

Nowa Zelandia jest krainą lasów. Przed kolonizacją tego archipelagu przez Europejczyków, która rozpoczęła się na przełomie XVIII i XIX wieku, lasy dominowały na obu wyspach Nowej Zelandii. Niestety wraz z ekspansją białego człowieka spore zalesione powierzchnie zostały wycięte, a ich miejsce zajęły łąki i pastwiska oraz pola uprawne i sady. Poza tym człowiek świadomie lub przypadkowo wprowadzał obce gatunki roślin, w tym drzew i krzewów,

m.in. wierzby, topole i sosny, które wypierały rodzime gatunki i dzisiaj zajmują one rozległe obszary w dolinach rzecznych. Również obecnie prowadzone są planowane zalesienia, w których stosuje się australijskie eukaliptusy lub drzewa iglaste z Ameryki Południowej i Europy. Mało kto wie, że Nowa Zelandia przyczyniła się do wielkiej popularyzacji i rozpowszechnienia aktinidii chińskiej, pnącza z Azji Wschodniej o zdrewniałych pędach. W tym kraju znajdują się największe jej uprawy, a dobrze znane i u nas owoce tej rośliny noszą nazwę kiwi. Podobnie jest z pomidorem drzewiastym, zwanym u nas zgrabką grubolistną, którego ojczyzną jest Ameryka Południowa, ale na wielką skalę uprawiany jest na Nowej Zelandii.

W związku z dużą rozpiętością południkową Nowa Zelandia wykazuje spore różnicowanie klimatyczne. W północnej części Wyspy Północnej mającej klimat subtropikalny dominują iglaste lasy kauri z panującym potężnym endemicznym drzewem kauri, czyli soplicą południową (*Agathis australis*) z rodziny araukariowatych. Pod jej okapem występują liczne drzewiaste paprocie (*Cyathea* i *Dicksonia*), palmy (*Rhopalostylis*), a także liany i epifity. Niestety lasy te uległy znacznemu przetrzebieniu wskutek eksploatacji drewna oraz cennej żywicy wytwarzanej przez soplicę południową, zwanej kopalem kauri.

W strefie umiarkowanej, głównie na Wyspie Południowej, występują lasy zimozielone, składające się w głównej mierze z buków południowych (*Nothofagus*), którym w wyższych partiach gór towarzyszą zastrzaliny, drzewa iglaste z rodzaju *Podocarpus*. W górach zaznacza się piętrowy układ roślinności, w którym lasy tworzą odrębne dolne piętro dochodzące do 1200 m n.p.m., przechodzące w zarośla subalpejskie, sięgające do 1500 m n.p.m. Ponad nimi rozciąga się piętro alpejskie, które dochodzi do 1800 m n.p.m. i jest opanowane przez zbiorowiska trawiaste typu tussock, w których dominują kępiaste trawy i rozmaite drobne krzewinki. Lasy liściaste z drzewami zrzucającymi liście zajmują bardzo niewielkie powierzchnie.

Wszyscy miłośnicy drzew powinni bezwzględnie zapoznać się z omawianą książką, która jest znakomitym przeglądem dendroflory tak odległego i egzotycznego dla każdego Europejczyka obszaru, jakim jest Nowa Zelandia. Prezentuje ona 320 gatunków rodzimych nowozelandzkich drzew oraz krzewów osiagających rozmiary małych drzew, które należą do 85 rodzajów i 51 rodzin. W rzeczywistości dendroflora tego kraju jest znacznie bogatsza, gdyż na liście opublikowanej przez Nowozelandzką Sieć Agencji Ochrony Przyrody (*New Zealand Plant Conservation*

Network) znalazły się 574 rodzime gatunki drzewiaste, w tym liczne krzewy i krzewinki.

Autorzy przemierzali z aparatami fotograficznymi wzdłuż i wszerz obie największe wyspy Nowej Zelandii, dokumentując z niezwykłą pieczołowitością i dokładnością każdy gatunek rodzimego drzewa, a o jakości ich pracy może przekonać się każdy, kto sięgnie po ich masywny album. Znajdzie tu bowiem ponad 2300 niesamowitej wręcz jakości zdjęć, przedstawiających wszystkie gatunki, nie tylko pokrój każdego drzewa, ale przede wszystkim rozmaite szczegóły ich budowy, jak gałązki, struktura kory, kwiaty, owoce, szypułki, liście, włoski, czyli prawie wszystko, co dla danego gatunku jest istotne i ważne. Każde zdjęcie jest opatrzone dokładnym podpisem z podaniem daty i miejsca wykonania. Towarzyszy im obszerny tekst, w którym czytelnik znajdzie opis gatunku oraz informacje o fenologii, zajmowanych siedliskach, rozmieszczeniu w Nowej Zelandii, a także cechach jego drewna. Niestety nie znalazły się tu opisy architektury korony drzew i systemów korzeniowych. Szkoda również, że autorzy nie podają jasnego określenia statusu fitogeograficznego każdego gatunku. Jest oczywiste, że większość z nich jest endemiczna, ale nigdzie nie jest to wyraźnie powiedziane, podobnie jak nie ma dokładnego opisu zasięgu geograficznego drzew nie będących endemitami. W przypadku niektórych gatunków w osobnych „okienkach” prezentowane są rozmaite ciekawostki na ich temat, wykraczające poza główny temat książki, na przykład informacje o pasożytniczych grzybach, symbiozie z owadami, cechach taksonomicznych umożliwiających identyfikację lub przyczynach zanikania. Dla każdego gatunku podana jest nazwa łacińska, niestety bez nazwiska autora, który go opisał oraz nazwa maoryska i angielska, o ile istnieją. Szata ilustracyjna i opis tekstowy są doskonale zbalansowane i znakomicie się uzupełniają.

Przegląd gatunków poprzedzają opisy rodzajów. Zawierają one informację o rodzinie, do której należą, charakterystykę taksonomiczną, dane o liczbie gatunków i rozmieszczeniu geograficznym rodzaju oraz ogólne omówienie gatunków nowozelandzkich. Opisy rodzajów różnią się wielkością w zależności od ważności i znaczenia gatunków do niego należących. Niestety, podobnie jak w przypadku nazw gatunkowych, nie są podani autorzy nazw rodzajowych.

Wszystkie gatunki drzew podzielone są na trzy grupy systematyczne, których ogólna charakterystyka poprzedza przegląd gatunków do nich należących. Otwierają go drzewa szpilkowe, które na Nowej Zelandii reprezentowane są przez 18 endemicznych gatunków należących do 10 rodzajów. Tylko jeden

gatunek, wspomniana wcześniej soplica południowa, należy do rodziny araukariowatych, zaś pozostałe rodzaje zaliczne są to rodziny zastrzalinowatych (*Podocarpaceae*). Soplica południowa jest starożytnym drzewem o gondwańskich korzeniach, a zarazem największym nowozelandzkim drzewem jeśli idzie o objętość drewna. Tylko 4 rodzaje (*Libocedrus*, *Phyllocladus*, *Podocarpus*, *Prumnopitys*) mają szersze zasięgi geograficzne, chociaż ograniczone do południowej półkuli.

Charakterystycznym i niezwykle spektakularnym elementem nowozelandzkiego krajobrazu są drzewiaste paprocie. Należą one do dwóch odrębnych rodzin, *Cyatheaceae* i *Dicksoniaceae*, i dwóch rodzajów, *Cyathea* i *Dicksonia*, z których pierwszy obejmuje 4, a drugi 2 gatunki. Wszystkie one, z wyjątkiem *C. medullaris*, która rośnie także na pacyficznych wyspach od Fidzi po Pitcairn, są endemitami, a największa z nich, *C. cunninghamii*, osiąga wysokość do 20 m.

Trzecia, najobszerniejsza część książki poświęcona jest drzewom i krzewom z roślin okrytozalążkowych. Grupa ta obejmuje prawie 300 gatunków, zaliczanych do 73 rodzajów i 47 rodzin. Pod względem systematycznym jest ona bardzo zróżnicowana, przy czym zdecydowana większość należy do roślin dwuliściennych. Z jednoliściennych zaprezentowana jest tylko jedna endemiczna palma, *Rhopalostylis sapida* (*Areaceae*), która jest najdalej na południu rosnącą palmą na świecie. Drzewiastym symbolem Nowej Zelandii są oczywiście 4 endemiczne gatunki i jedna odmiana buków południowych (*Nothofagus*), które tworzą tu rozległe, zimozielone lasy. Ale najbogatszymi rodzajami drzewiastymi są *Olearia* (*Asteraceae*), licząca 26 gatunków drzew i *Coprosma* (*Rubiaceae*), obejmująca 21 niskich drzew. Do rodzaju *Pittosporum* z rodziny *Pittosporaceae*, mającej centrum różnorodności

w Australii, należy 15 gatunków drzew, zaś rodzaj *Pseudopanax* z rodziny *Araliaceae* liczy 12 gatunków. Jako ciekawostkę można podać, że w Nowej Zelandii rosną drzewa z rodzin, które u nas obejmują tylko rośliny zielne, na przykład *Melicytus* (7 gatunków) z rodziny fiołkowatych (*Violaceae*), *Myrsine* (9 gatunków) z rodziny pierwiosnkowatych (*Primulaceae*) czy endemiczna drzewiasta pokrzywa *Urtica ferox* z rodziny pokrzywowatych (*Urticaceae*).

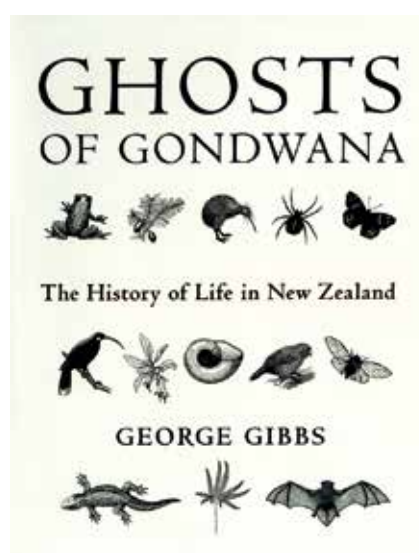
W krótkiej części wstępnej autorzy charakteryzują główne typy nowozelandzkich lasów. Stanowi to doskonale wprowadzenie do następującego po nim przeglądu gatunków. Część ta jest ilustrowana wspinalnymi zdjęciami, ukazującymi zarówno ogólne widoki głównych typów roślinności leśnej, jak też wnętrza samych lasów, obrazujące ich strukturę oraz niezwykle bogactwo runa leśnego i epifitów, zwłaszcza w lasach deszczowych strefy umiarkowanej na Wyspie Południowej.

Monumentalny atlas Johna Dawsona i Roba Lucasa był niezwykle wydarzeniem wydawniczym w Nowej Zelandii. Został on uznany za książkę roku i najlepiej ilustrowaną książkę wydaną w 2012 roku w tym kraju. Jest to najlepszą rekomendacją jego niezwykle walorów i miłośników drzew powinno to zachęcić do nabycia tej książki. Nawet jeśli na co dzień mieszkaniec Europy nie ma okazji obcować z żywymi okazami opisanych w niej drzew, to bajeczne fotografie każdego gatunku dają wrażenie, jakby się miało je w zasięgu ręki. Do tego dochodzi bardzo interesująco napisany i bogaty w treści komentarz na temat poszczególnych gatunków.

Ryszard Ochyra (Kraków)

George Gibbs: **Ghosts of Gondwana. The history of life in New Zealand.** Craig Potton Publishing, Nelson, 2011, 232 str., ponad 185 kolorowych fotografii, rycin, wykresów i map. Twarda oprawa z obwolutą, format 24,6 × 19,4 cm. Cena: NZ\$ 49,90. ISBN 978-1-877333-48-4.

Nowa Zelandia od dawien dawna fascynowała przyrodników, a zwłaszcza biogeografów historycznych. Pierwszymi badaczami, którzy zwrócili uwagę na niezwykle osobliwości flory i fauny tego wyspiarskiego kraju byli K. Darwin i J. D. Hooker, uczestnicy niezapomnianych brytyjskich wypraw na morza południowe w latach 30. i 40. XIX wieku. Poczynione wówczas obserwacje przyrodnicze stanowiły załączek przyszłej teorii ewolucji w przypadku



K. Darwina oraz śmiałej koncepcji na temat ciągłości lądów na południowej półkuli w dawnych epokach geologicznych, znajdującej swe odbicie w uderzającym podobieństwie flor południowej części Ameryki Południowej, Nowej Zelandii i Tasmanii oraz Wysp Kerguelena wysuniętej przez J. D. Hookera. Późniejsi badacze różnorodności biologicznej, systematycy, ewolucjoniści, ekolodzy, filogenetycy, genetycy oraz specjaliści od ochrony przyrody dokładali kolejne cegiełki do ogólnej wiedzy na temat morskiej i lądowej bioty tego silnie izolowanego mikrokontynentu, jak chcą niektórzy, czy oceanicznego archipelagu kilku wysp, jak postulują inni naukowcy. Nowa Zelandia leży bowiem niemal dokładnie w środku półkuli oceanicznej, w odległości ponad 2 tys. km od Australii oraz blisko 8 tys. km od Azji i Ameryki Południowej.

Nowa Zelandia ma bardzo skomplikowaną i pogmatwaną, a zarazem fascynującą historię i budowę geologiczną. Stanowi ona niewielki, wypiętrzony nad powierzchnię oceanu fragment Zelandii, rozległej płyty kontynentalnej, która oddzieliła się w późnej kredzie 65 milionów lat temu od Gondwany, superkontynentu istniejącego w paleozoiku i wczesnym mezozoiku na południowej półkuli. Gondwańskie pochodzenie Nowej Zelandii jest bezdyskusyjne i z tym geologicznym dziedzictwem zwykle łączono pochodzenie jej flory i fauny, które zgodnie z dawniejszymi teoriami miały być równie sędziwe, jak cały ten ląd, z którego bezpośrednio się wywodziły. Ten prosty, tradycyjny pogląd zakładał więc, że mechanizmami geologicznymi i tektoniką płyt kontynentalnych można łatwo objaśnić zjawiska biogeograficzne. W istocie problem jest, jak to zwykle bywa, bardziej złożony.

Dotychczas uważano, że archaiczny krystaliczny blok zatopionej Zelandii, złożony z granitów i gabbro, występuje w południowo-zachodniej części Wyspy Południowej (Fiordland i częściowo Southland), na wyspie Stewarta (Rakiura) oraz na małych archipelagach Aucklanda i Campbell. Jednakże geologiczne dowody na przetrwanie jakiejś lądowej części Zelandii od końca oligocenu, czyli od 26 milionów lat, są bardzo słabe, podobnie jak i brak przekonujących dowodów na jej całkowite zatopienie. Obecna struktura Nowej Zelandii zaczęła formować się w ogólnych zarysach we wczesnym miocenie, czyli 25 milionów lat temu. Potężne ruchy górotwórcze wydzwigały wówczas na wschód od Australii wielki łuk górski, którego południowym krańcem była właśnie Nowa Zelandia. Po sfałdowaniu owego górotworu Nowa Zelandia tworzyła rozległy ląd i łączyła się na północy z Nową Gwineą poprzez Nową Kaledonię, a na zachodzie z Australią, chociaż Morze Tasmana już istniało. W trzeciorzędzie ląd ten podlegał dalszym

ruchom: wynoszeniu i zapadaniu się, a pękaniu skorupy ziemskiej towarzyszyły silne zjawiska wulkaniczne. Do końca pliocenu ten dawny ląd uległ powolnemu rozpadowi i zanurzeniu, i od tego czasu Nowa Zelandia straciła bezpowrotnie połączenie z innymi lądami, stając się silnie izolowanym archipelagiem.

Ostatni akt kształtowania się współczesnego środowiska przyrodniczego Nowej Zelandii nastąpił w okresie plejstocenicznym, gdy obszar ten został silnie zlodowacony. Na Wyspie Południowej lodowce dolinne i piedmontowe zajęły jedną trzecią jej obszaru, ale na Wyspie Północnej zlodowacenie objęło tylko niewielkie obszary gór Egmont, Ruapehu i Tararua. Góry Wyspy Południowej przybrały wówczas formy wysokogórskie, powstały liczne jeziora morenowe w głębokich górskich dolinach, a południowo-zachodnie wybrzeże przekształciło się we wspaniałe wybrzeże fiordowe, od którego nazwę wziął cały region – Fiordland.

W świetle historii geologicznej nadzwyczajna odębność bioty Nowej Zelandii może wydawać się niełatwa do wytłumaczenia, a sama biogeografia staje tu przed trudnymi i zasadniczymi pytaniami. Czy korzeni współczesnej flory i fauny Nowej Zelandii szukać należy w starożytnej Gondwanie, czy też jej biota ukształtowała się w wyniku późniejszych transoceanicznych migracji. O ile wcześniej biogeografowie historyczni skazani byli wyłącznie na spekulacje na podstawie analizy współczesnych zasięgów i pokrewieństw systematycznych gatunków, ewentualnie na niezbyt obfite dane paleobotaniczne, to obecnie przed biogeografią otwarły się nowe perspektywy dzięki możliwości korzystania z danych molekularnych, pozwalających śledzić pochodzenie i drogi migracji konkretnych taksonów. W omawianej książce autor podjął się niełatwego zadania przedstawienia w syntetyczny sposób wszystkich najważniejszych danych i teorii na temat pochodzenia nowozelandzkiej bioty. Jej tytuł jest istotnie chwytliwy, ale i przewrotny zarazem. Z jednej bowiem strony sugeruje, że omawiane są tu taksony, których przodkowie mają bezpośrednie gondwańskie korzenie, ale sam termin „duch” może też oznaczać nikły ślad po czymś, co nie przetrwało.

Jako podstawowy cel książki autor postawił sobie spopularyzowanie wyników badań nad różnymi taksonami roślin i zwierząt, traktowanych powszechnie jako największe osobliwości Nowej Zelandii. Jej tekst napisany jest językiem zrozumiałym dla każdego, kto ma podstawowe przygotowanie biologiczne, a dodatkowo specjalistyczna terminologia objaśniona jest w niewielkim słowniczku na końcu książki. Ponadto jest ona dość bogato ilustrowana kolorowymi fotografiami i diagramami oraz zawiera liczne

„okienka”, w których prezentowane są ciekawe historie na temat opisywanych gatunków.

Książka obejmuje 22 rozdziały podzielone na 5 części. Rozpoczyna ją rozdział mający wciągnąć czytelnika w samą problematykę i rozpalić jego wyobraźnię przez zaprezentowanie rozmaitych endemicznych gatunków zwierząt, takich jak słynna tuatara (*Sphenodon guntheri*), niewielki ptak z rzędu wróbowatych zwany barglikiem (*Acanthisitta chloris*), dobrze wszystkim znany nietot kiwi (*Apteryx australis*), wymarły w czasach historycznych ogromny nietotny ptak moa (*Dinornis maximus*), olbrzymie mięsożerne ślimaki lądowe z rodzajów *Rhytida*, *Wainuia* i *Powelliphanta*, a także różne gatunki bezkręgowców, ryb słodkowodnych, płazów i gadów. Temat ten jest kontynuowany w rozdziale drugim, w którym autor koncentruje się na opowieści o niezwykle kakapo (*Strigops habroptilus*), największej i jedynej nietotnej papudze na świecie oraz nietotnym nietoperzu wąsatku pazurzystym (*Mystacina tuberculata*). Oba te gatunki są obecnie silnie zagrożone wymarciem, a żyły i przetrwały na Nowej Zelandii tylko dzięki temu, że nie występują tu drapieżne ssaki.

W drugiej części, obejmującej 4 rozdziały, przedstawiona jest istota biogeografii historycznej, historia geologiczna Nowej Zelandii, ze szczególnym uwzględnieniem roli Gondwany w jej powstaniu, a także znaczenie materiałów kopalnych i nowoczesnych badań filogenetycznych w odtwarzaniu historii nowozelandzkiej flory i fauny. Kluczową pozycję w książce Gibbsa zajmuje trzecia część, na którą składa się 8 rozdziałów, zawierających opis historii biogeograficznej Nowej Zelandii. Autor omawia siedem najważniejszych czynników, które odegrały decydującą rolę w ukształtowaniu się obecnej bioty tego obszaru. Należą do nich: brak ssaków, gondwańskie korzenie, oligoceńskie zatopienie lądu, transoceaniczne migracje, mioceno-plioceniczne ruchy górotwórcze, plejstocenyne zlodowacenia i zasiedlenie przez człowieka. Są tu zaprezentowane rozmaite ciekawe odkrycia biogeograficzne, zwykle mało znane, bo będące dziełem ostatnich lat. Jednym z najważniejszych takich zdarzeń, mającym być może zasadniczy wpływ na ukształtowanie się współczesnej bioty Nowej Zelandii, był środkowomiocenijski ciepły „australijski” okres w dziejach tego archipelagu. We florze tych wysp zaznaczyła się wówczas dominacja eukaliptusów, akacji, araukarii i rzewni (*Casuarina*), które później wyginęły w wyniku ochłodzenia się klimatu. W rozdziale 11 Gibbs podaje przykłady różnych grup roślin, które dotarły na Nową Zelandię w drodze transocenicznych migracji i konkluduje, że w większości taksony roślin są późniejszymi

przybyszami, nawet klasyczne gondwańskie grupy, takie jak na przykład buki południowe (*Nothofagus*).

W czwartej części zatytułowanej „Powstało na Nowej Zelandii” (*Made in New Zealand*) zaprezentowane są przykłady radiacji w różnych grupach zwierząt (cykady, ropuchy, gekony), kontrowersje ekologiczne wokół kwestii wpływu wymarłego gatunku moa na ewolucję krzewów o widlastych rozgałęzieniach, syndrom drobnych białych kwiatów u roślin oraz problem „bukowej dysjunkcji” w środkowej części Wyspy Południowej.

Przez cały czas Gibbs stara się wszędzie tropić tytułowe „duchy Gondwany”. Jako przykłady potencjalnych relikatów gondwańskich podaje m.in. soplicę południową, czyli kauri (*Agathis australis*), drzewo z rodziny araukariowatych. Jest ono znane z przeddyluwialnych złóż kopalnych na Nowej Zelandii, a molekularne datowanie wskazuje, że jego dywergencja od innych gatunków z tego rodzaju mogła mieć miejsce 60–80 milionów lat temu. Zwierzęce przykłady „duchów Gondwany” obejmują m.in. słynną tuatarę, endemiczne ropuchy z rodziny *Leiopelmatidae* oraz endemicznego ptaka barglika chociaż, jak sam autor stwierdza, wszystkie przykłady ze świata zwierząt są problematyczne. W ostatniej, piątej części, obejmującej dwa rozdziały, autor wskazuje, że najlepszymi kandydatami na „duchy Gondwany” są słodkowodne bezkręgowce (jętki, chruściki, widelnice, mięczaki i langusty), żyjące w zimnych, czystych strumieniach górskich. Tego typu siedliska najprawdopodobniej istniały na Nowej Zelandii nieprzerwanie od czasu sprzed rozpadu wschodniej Gondwany, bez względu na zasięg oligoceńskiego zatopienia, który nie jest dokładnie znany. Te hipotezy są częściowo potwierdzone molekularnie, ale problem nie jest jeszcze do końca przebadany. W konkluzji autor stwierdza, że najnowsze dowody zdają się faworyzować teorię, że Nowa Zelandia została zasiedlona przez przybyszów z zewnątrz, którzy dotarli tu w drodze transocenicznych migracji. Dotyczy to większości grup roślin, podczas gdy wiele zwierząt wykazuje cechy bardziej wskazujące na ich gondwański wikaryzm, chociaż coraz więcej dowodów wskazuje jednak na ich transoceniczne przemieszczanie się w drodze dalekiego transportu.

Książka Gibbsa napisana jest prostym, żywym i zrozumiałym językiem, mimo że traktuje o trudnych i poważnych naukowych problemach. Jest to pasjonująca, wciągająca czytelnika lektura, którą czyta się jak powieść sensacyjną, nic więc dziwnego, że stała się ona swoistym bestsellerem. Od czasu jej pierwszego wydania w 2006 roku jest ona rokrocznie wznawiana, a kolejne dodruki rochodzą się jak

przysłowiowe „ciepłe bułeczki”. Książka jest godna polecenia każdemu, kto interesuje się historią życia na naszej planecie. Wiele zjawisk biogeograficznych przebiegało nieco inaczej na półkuli północnej, gdzie były one zresztą znacznie wcześniej badane, natomiast południowa półkula dopiero teraz nadrabia te zaległości, ale sama problematyka badawcza jest pasjonująca. Przetrwało tam bowiem wiele archaicznych organizmów, których przodkowie wywodzą się z Gondwany i wiele problemów czeka jeszcze na rozwiązanie. Badania biologiczne na południowych krańcach Ziemi przez całe dziesięciolecia były zaniebane i dopiero teraz nabierają właściwego tempa. Dobrze, że ukazują się takie książki jak omawiane tu „Duchy Gondwany”, które na bieżąco relacjonują postęp w badaniach nad rekonstrukcją historii życia

na poszczególnych fragmentach pradoliny Gondwany, stanowiących dziś części lądów oddzielonych ogromnymi przestrzeniami mórz i oceanów. Odwrócone proporcje powierzchni lądów i oceanów na południowym krańcu Ziemi stwarzają zupełnie inne problemy natury biogeograficznej, nieznane na półkuli północnej. Nauka stara się je wszystkie rozwiązać, wykorzystując wszelkie możliwe narzędzia do ich badania, jakie oferują różne dziedziny nauk biologicznych i geologicznych.

Ryszard Ochyra (Kraków)

Koniec *Wszechświata* przed 100 laty

Kiedy w październiku 1981 r. profesor Henryk Szarski zaproponował mi objęcie funkcji Redaktora Naczelnego czasopisma *Wszechświat*, osieroconego przez Kazimierza Maślankiewicza, i kiedy – nieco przerażony zadaniem – uległem jednak namowom, zastanawiałem się, co powinienem robić, aby nieco skostniałe czasopismo ożywić. Problem polegał na tym, że w ostatnich poprzedzających latach *Wszechświat* wpadał w pewną rutynę, a świadectwem pewnego braku zainteresowania Redakcji było przeoczenie w 1982 roku setnej rocznicy wydania pierwszego numeru. Nie było w Polsce wówczas czasopisma popularnonaukowego o tak sędziwym wieku. Trzeba było działać szybko, bo czas naglił. Powołanie na stanowisko Redaktora Naczelnego otrzymałem we wtorek 8 grudnia, a już w niedzielę 13 grudnia ogłoszono stan wojenny, pozwolono jeszcze wydać numer grudniowy i zawieszono wydawanie – jak się okazało aż do lipca. To było szczęście w nieszczęściu – można było spokojnie przemyśleć wiele spraw i wówczas wpadłem na pomysł robienia przedruków fragmentów co ciekawszych artykułów opublikowanych dokładnie przed wiekiem (pomysł ściągnięty z „Nature”, na której pierwszy *Wszechświat* się wzorował). Na szczęście mieliśmy prawie kompletny zbiór starych *Wszechświatów*, coś dokupiliśmy, ostatnie brakujące roczniki pożyczala nam biblioteka Uniwersytetu Rolniczego (serdeczne dzięki). Przygotowanie tej kolumny okazało się fascynujące. Teksty niekiedy przepiękne – tak obserwacje, jak dywagacje filozoficzne. Często artykuły przyrodnicze pisane językiem młodopolskim. Zdecydowałem, że zachowam uroczą oryginalną pisownię. Było to kłopotliwe, zwłaszcza od chwili, w której zrezygnowano z jotowania (używania „é”). Ale i tak ortografia była różna od współczesnej i dość płynna. Do dziś dnia została mi tendencja do używania dawnej pisowni (np. „biedz” zamiast „biec”). Problem olbrzymiej uwagi, aby automatycznie nie stosować pisowni współczesnej rozwiązał dopiero skaner i ABBYY Fine Reader.

„*Wszechświat* przed 100 laty” ukazywał się regularnie, ale doszło wreszcie do fatalnego momentu – w trzydziestym trzecim roku życia wojna przerwała wydawanie – *Wszechświat* wpadł w piętnastoletnią hibernację. W ten sposób w tym numerze doszliśmy do kresu „*Wszechświata* przed stu laty”.

Zastanawiamy się, co robić dalej. Zgodzić się na nieuchronną przemijalność świata, czy spróbować zrobić coś nowego?

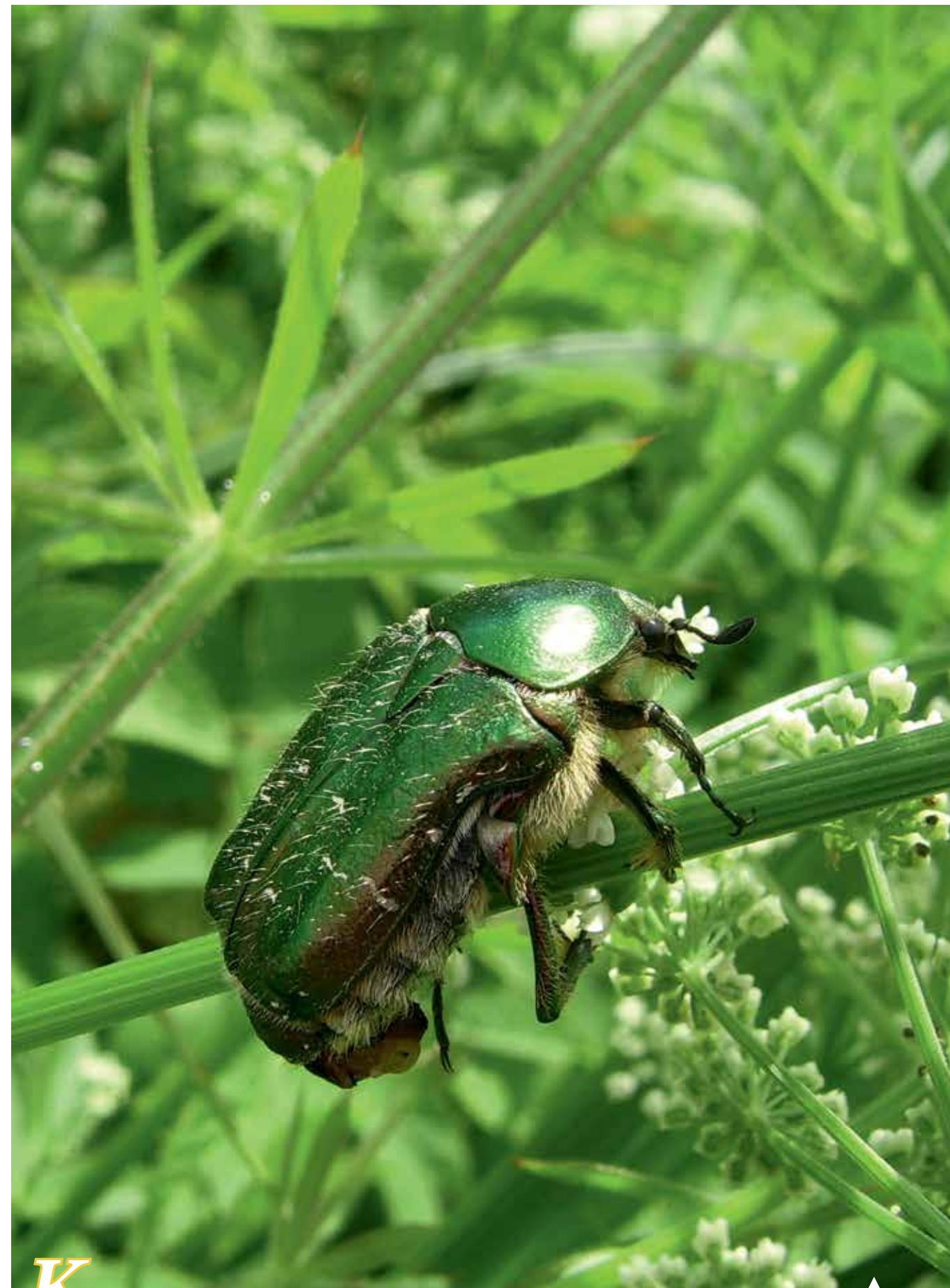
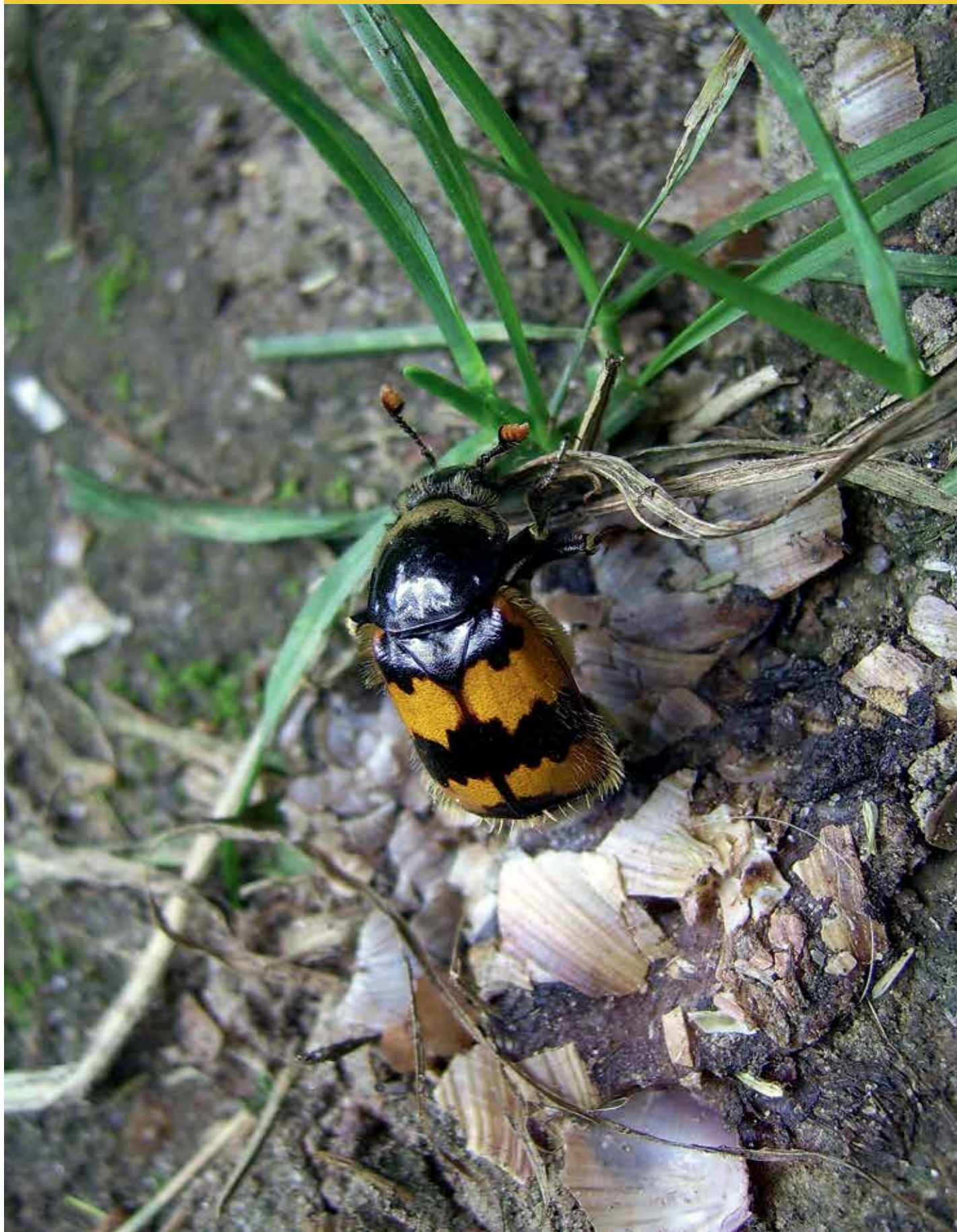
Ciekawym, a mało wykorzystanym typem materiałów w starym *Wszechświecie* były przedstawiane sylwetki wielkich uczonych, bądź to z okazji rocznicy ich urodzin lub zgonów, bądź też w bardzo starannie przygotowywanych nekrologach. Proponujemy więc wprowadzenie rubryki „Sylwetki uczonych we *Wszechświecie* przed 100 laty”. Czekamy na lajki.

Jerzy Vetulani

Errata: W poprzednim numerze – tom 115, nr. 4–6, brakuje podpisu do zdjęcia na stronie 168. Podpis winien brzmieć: „Salamandra plamista (alamandra salamandra), Polska, Gorce. Fot. Jan Detka”.

G

rabarz pospolity *Necrophorus vespillo*. Fot. Maria Olszowska.



K

ruszczyca złotawka *Cetonia aurata*. Fot. Maria Olszowska.

