

# WSZECHŚWIAT

PISMO PRZYRODNICZE

Tom 112 Nr 4-6

Kwiecień – Maj – Czerwiec 2011



*Mózg w sidłach mikroobów*

*Zegar biologiczny*

*Poszukiwanie przez zwierzęta*

*Inteligentne ryby*

*Tajemnica jeziora Acraman*

*Fuksje*

ISSN 0043-9592



9770043 959009 >



**P**azie (*Papilionidae*) to rodzina motyli o najpiękniejszych i największych gatunkach. Właśnie do tej rodziny zalicza się *Ornithoptera alexandrae*, motyle o rozpiętości skrzydeł osiagającej 250mm. Często spodnia część skrzydeł motyli z rodziny *Papilionidae* jest o wiele atrakcyjniej ubarwiona niż górna. Przykładem może być samiec motyla widocznego na zdjęciu.

### TYDZIEŃ MÓZGU

Jacek Mrukowicz, Mózg w siłkach mikroobów czyli czego nie widzimy dzięki szczepieniom ochronnym .....	84
Barbara Płytycz, A jednak się szczepić ! .....	93

### ARTYKUŁY

Jerzy Andrzej Chmurzyński, Poszukiwanie przez zwierzęta (kartka ze słownika etologicznego) .....	95
Zbigniew Strzelecki, Inteligentne ryby .....	106
Jolanta Górską-Andrzejak, Jak „tyka” zegar biologiczny .....	109

### ARTYKUŁY INFORMACYJNE

Marek S. Żbik, Tajemnica jeziora Acraman .....	114
EKOSin – Elektroniczny Klucz do Oznaczania Sinic .....	119

### DROBIAZGI

<i>Paralongidorus Maximus</i> (Bütschli) (Dorylaimida, Longidoridae) – Interesujący gatunek nicienia z fauny Polski, Witold Karnkowski, T.J. Prior .....	123
--	-----

### WSZECHŚWIAT PRZED 100 LATY

J. Vetulani, Wszechświat przed 100 laty .....	125
---	-----

### WSPOMNIENIA Z PODRÓŻY

Park Narodowy Makhtesh Ramon (Krzysztof R. Mazurski) .....	132
Park Narodowy Krka – skarbnica chorwackiej natury (J. Hikisz, K. Kwiatkowska) .....	134

### OBRAZKI

Walory niedocenionego piękna (Roman Kaczmarski) .....	142
Keratynocyty (Maciej Sułkowski) .....	148
Kolory przyrody (Maria Olszowska) .....	148

### KRONIKA

Klimat i bioróżnorodność (Krzysztof R. Mazurski) .....	154
--	-----

### RECENZJE KSIĄŻEK

John J. Engel, David Glenny: A flora of the hepatics and hornworts of New Zealand. Volume 1. (Ryszard Ochyra) .....	156
Alain Vanderpoorten, Bernard Goffinet: Introduction to bryophytes. (Ryszard Ochyra) .....	158
Gabriel N. Ugueto, Gilson A. Rivas: Amphibians and Reptiles of Margarita, Coche and Cubagua. (Piotr Sura) .....	160

### NEKROLOG

Profesor dr hab. Maria Jordan (1922–2011) Wspomnienie (Ewa Przyboś-Razowska) .....	161
Pożegnanie (Elżbieta Pyza) .....	162
Epitafium dla Pani Loli (Jacek Rajchel) .....	163

**Okladka:** Piękny motyl widoczny na zdjęciu to *Cethosia biblis*. Należy do bardzo licznej rodziny motyli (Nymphalidae), która liczy ok. 5700 gatunków z 633 rodzajów. Gatunek ten należy do podrodziny *Heliconiinae*. Można go zaobserwować od Indii aż po Indonezję. Fot. Krzysztof Pach.

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

Cena zeszytu bieżącego i z dwóch poprzednich lat wynosi 9 zł, zeszytów z lat 2000–2008 – 2 zł, pozostałych – 1 zł, w miarę posiadanych zapasów.

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

Proponujemy również dokonanie prenumeraty Pisma Przyrodniczego *Wszecchiwiat*, poprzez wpłatę 36 zł rocznie.

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

Ten numer *Wszecchiwiata* 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 redakcyjny  
Redaktor Naczelny: Maria Śmiałowska  
Z-ca Redaktora Naczelnego: Barbara Płytycz  
Sekretarz Redakcji: Anika Wawrzak  
Członek Redakcji: Barbara Morawska-Nowak

Adres Redakcji  
Redakcja Pisma Przyrodniczego *Wszecchiwiat*  
31-118 Kraków, ul. Podwale 1, tel. 12 422 29 24  
e-mail: [wszechswiat.smialo@onet.pl](mailto:wszechswiat.smialo@onet.pl),  
[www.wszechswiat.agh.edu.pl](http://www.wszechswiat.agh.edu.pl)

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

Projekt i skład  
Artur Brożonowicz, [www.frontart.pl](http://www.frontart.pl)

Druk  
Drukarnia PW Stabil sc, Kraków, ul. Nabelaka 16, tel. 12 410 28 20

Nakład 700 egz.

# WSZECHŚWIAT

**PISMO POLSKIEGO TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA**

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

TOM 112  
ROK 129

KWIECIEŃ – MAJ – CZERWIEC 2011

ZESZYT 4–6  
2568–2570

## DRODZY CZYTELNICY WSZECHŚWIATA

Od maja 2011 jestem nowym redaktorem naczelnym *Wszechświata*. Propozycja objęcia tej zaszczytnej i wielce zobowiązującej funkcji została mi przedstawiona pod koniec kwietnia, ze względu na rezygnację poprzedniego redaktora naczelnego, Pana profesora Jacka Rajchela. Profesor Rajchel był redaktorem naczelnym od początku 2003 roku, a więc przez 8 lat, w czasie których poświęcał *Wszechświatowi* bardzo wiele serca i czasu i złożył jeszcze tegoroczny, pierwszy numer naszego kwartalnika.

Chciałam tą drogą złożyć Panu Profesorowi i współpracującej z Nim Radzie Redakcyjnej i Komitetowi Redakcyjnemu serdeczne podziękowania za wspaniałą twórczą pracę, za wieloletnie bezinteresowne poświęcanie czasu, sił i inicjatywy by nasz *Wszechświat* był ciekawym i pięknie wydawanym pismem przyrodniczym na dobrym poziomie naukowym ale także i popularyzatorskim.

Propozycja objęcia zaszczytnej funkcji redaktora naczelnego *Wszechświata* spadła na mnie niespodziewanie, bo choć od wielu lat jestem sympatykiem i czytelniczką *Wszechświata* oraz parokrotnie pisałam do niego artykuły, jednak nie miałam dotychczas żadnego doświadczenia redakcyjnego. Chciałabym więc bardzo podziękować Zarządowi Głównemu Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika – wydawcy *Wszechświata* za okazane mi zaufanie i deklaruję, że dołożę wszelkich starań aby go nie zawieść. Liczę przy tym na serdeczną pomoc i rady dotychczasowego, doświadczonego Redaktora Naczelnego i całego zespołu co zresztą dzieje się już obecnie przy redagowaniu mojego pierwszego, czerwcowego numeru *Wszechświata*.

Jestem z wykształcenia biologiem – absolwentką Uniwersytetu Jagiellońskiego, a zamiłowania przyrodnicze miałam już od dzieciństwa. Po studiach zajęłam się badaniami anatomii i funkcji mózgu w normie, pod wpływem leków i w patologii. Od lat pracuję w Instytucie

Farmakologii Polskiej Akademii Nauk w Zakładzie Neurobiologii, gdzie uzyskałam doktorat, habilitację i profesurę. Chciałabym aby pod moim kierownictwem *Wszechświat* nadal się rozwijał i oferował czytelnikom szerokie spektrum różnorodnych artykułów, zarówno bardziej „naukowych” jak i bardziej „popularnych” z szeroko pojętych nauk przyrodniczych, pisanych w sposób interesujący i zrozumiały dla czytelników. Chciałabym abymimo swojej „popularności” przedstawiane treści były rzetelne i w tym celu, podobnie jak moi poprzednicy będę zwracać się o recenzje do uznanych specjalistów z danych dziedzin. Liczę tu na życzliwość i bezinteresowną pomoc.

Stale towarzyszący nam problem to niedostatek funduszy na wydawanie *Wszechświata*. Naszymi wieloletnimi fundatorami są Akademia Górniczo-Hutnicza, Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz Polska Akademia Umiejętności, jednak finansowanie to nie jest wystarczające, co utrudnia wydawanie czasopisma. Apełuję więc do czytelników i miłośników *Wszechświata* o wspieranie nas finansowo poprzez prenumeratę, darowizny i odpisy podatkowe. Miło przyjmowane też będą wszelkie nowe pomysły promowania *Wszechświata*. Szkoda byłoby gdyby to popularno-naukowe czasopismo, wydawane od blisko 130 lat, z ogromnymi tradycjami, miało ulec unicestwieniu wskutek niedostrzegania jego ogromnej roli w tworzeniu podstaw do rozwoju nauki, przez jej rzetelną popularyzację, tworzenie dla młodych zapalonych przyrodników możliwości publikacji ciekawych wyników własnych a także opisywania wyników innych badaczy.

Wraz z odejściem poprzedniego redaktora naczelnego, profesora Rajchela, nieco zmienia się również skład Rady Redakcyjnej i Komitetu Redakcyjnego. Nowy skład przedstawiamy stopce redakcyjnej czasopisma. Żywię nadzieję na dobrą współpracę nowego zespołu.

Maria Śmiałowska

Poniższy artykuł dr med. Jacka Mrukowicza w zamierzeniu redakcji miał być opublikowany w numerze 1–3 tomu 111 *Wszechświata*, jednak został nadesłany tuż po jego wydaniu. Dr med. Jacek Mrukowicz wygłosił go podczas Tygodnia Mózgu.

# MÓZG W SIDŁACH MIKROBÓW CZYLI CZEGO NIE WIDZIMY DZIĘKI SZCZEPIENIOM OCHRONNYM

Jacek Mrukowicz (Kraków)

## LUdzie, MIKROBY I TARCZA OCHRONNA



Ryc. 1. Trójkąt dramatyczny: ludzie (i ich ośrodkowy układ nerwowy), mikroby (i ich sidła – taktyki przetrwania i zakażenia [p. tekst]) oraz układ odporności (nasza tarcza obronna przed chorobami zakaźnymi), który uzbrajamy podając szczepienia.

## Człowiek i jego „centrum dowodzenia”

Ośrodkowy układ nerwowy – mózg i rdzeń kręgowy (ryc. 1 i 2) – to „centrum dowodzenia” organizmu człowieka, siedlisko naszej woli, myśli, pamięci, uczuć, a także odruchowych, podświadomych reakcji na bodźce. Dzięki nim możemy uniknąć wielu niebezpieczeństw i sprawnie funkcjonować w środowisku.

Jak przystało na centrum strategiczne, ośrodkowy układ nerwowy jest szczególnie dobrze chroniony przed wpływem szkodliwych czynników środowiskowych przez specjalny, trójwarstwowy system błon – opon mózgowo-rdzeniowych. Pomiędzy nimi a tkanką nerwową znajduje się ochronna warstwa płynu (płyn mózgowo-rdzeniowy). Mózg i rdzeń kręgowy, zanurzone w płynie mózgowo-rdzeniowym i opakowane warstwą opon, chroni sztywna i odporna na mechaniczne urazy kostna puszka – czaszka (mózg) lub kręgosłup (rdzeń kręgowy).

Ściana drobnych naczyń krwionośnych, których gęsta sieć zaopatruje ośrodkowy układ nerwowy w niezbędne substancje odżywcze i tlen oraz odprowadza

produkty przemian biologicznych, tworzy na granicy z tkanką nerwową tzw. barierę krew-mózg. Ta unikatowa bariera kontroluje i reguluje rodzaj substancji przedostających się do tkanki nerwowej. W prawidłowych warunkach mózg i rdzeń kręgowy nie mają innego kontaktu ze środowiskiem zewnętrznym (w tym z mikroorganizmami), jak tylko pośrednio przez krew i barierę krew-mózg.

## Chorobotwórcze mikroby i ich sidła

Od zarania dziejów ludzie żyją w świecie mikroorganizmów – wirusów, bakterii, grzybów i pierwotniaków – które zewsząd nas otaczają: są w glebie, wodzie, powietrzu, w niektórych spożywanych przez nas pokarmach, bytują na naszej skórze i w jelitach. Dla wielu jesteśmy obojętni, a i one nam nie szkodzą. Dla innych jesteśmy tylko korzystną niszą do zasiedlenia i przeżycia, a niektóre są niezbędne dla naszego zdrowia i żyjemy z nimi w komitywie, z obopólną korzyścią. Są takie, które wywołują choroby, niekiedy powszechne w całej populacji. Od wieków ludzkość zmagająca się z plagami chorób zakaźnych, które ją dziesiątkowały, a wielu ludzi doprowadzały do trwałego kalectwa.

Niektóre chorobotwórcze mikroby tylko przypadkowo atakują ludzi, bo naturalnie żyją w innych warunkach (np. bakteria wywołująca tężec, która zasiedla jelito koni i bydła, a jej przetrwalniki z odchodami tych zwierząt są wydalane do gleby). Inne nie mogłyby przetrwać, gdyby nie ludzie, którzy są ich jedynymi gospodarzami: np. bakteria wywołująca krztusiec (koklusz), wirus odry czy wirus różyczki. Zmniejszanie się liczby osób podatnych na zakażenie tymi mikroorganizmami drastycznie ogranicza efektywność ich szerzenia się w populacji, a tym samym liczbę zachorowań i zagrożenie dla innych.

Inwazja mikroorganizmów lub ich toksyn do ośrodkowego układu nerwowego jest stanem największego zagrożenia dla człowieka (tab. 1, ryc. 2). W wielu przypadkach taki atak – pomimo intensywnego leczenia – kończy się śmiercią lub trwałym, ciężkim

uszkodzeniem układu nerwowego, co prowadzi do niepełnosprawności (upośledzenia umysłowego, wodogłowa, głuchoty, ślepoty, niedowładów i porażen [paraliżu], śpiączki, niektórych rodzajów autyzmu; tab.). W każdym przypadku podejrzenia zakażenia ośrodkowego układu nerwowego konieczna jest niezwłoczna hospitalizacja, a w przypadku potwierdzenia rozpoznania – dłuższy pobyt w szpitalu, często na oddziale intensywnej terapii.

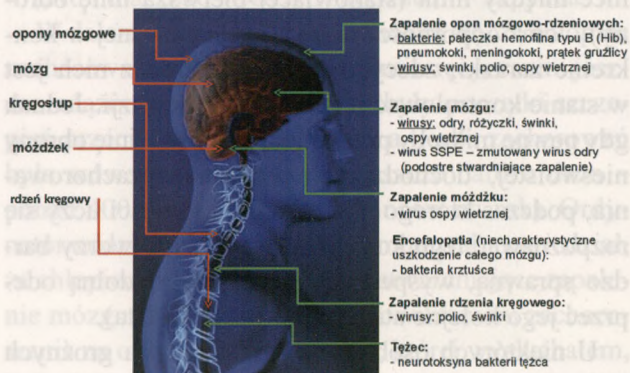
Jaka jest jednak szansa, że mikroskopijna bakteria lub jeszcze mniejszy wirus trafi na swą ofiarę w „oceanie” świata? Niewielka, dlatego mikroby muszą działać podstępnie, muszą stosować różnorodne taktyki, bo nie mając możliwości skutecznego przemieszczania się w środowisku i ścigania swych ofiar, muszą zastawiać sidła i czekać, aż wpadniemy w nie sami (tab. 1, ryc. 1). W innym wypadku wiele z nich nie przetrwa.

Powszechnym elementem taktyki zwiększającym szansę mikrobów na przetrwanie jest ich ogromna populacja (*masowa armia*) – u jednego gospodarza (tzn. w organizmie, w którym się osiedlają żyjąc z nim w komitywie lub wywołując choroby) w krótkim czasie stale powstają miliardy potomnych bakterii i wirusów, podczas gdy ich liczba wystarczająca do skutecznego ataku i wywołania choroby jest często bardzo niewielka. Taki osobnik wydala je do środowiska (np. wirusy polio, przetrwalniki bakterii wywołujących tężec), pozostawia na używanych przez siebie sprzętach (naczyniach, ubraniach) i innych powierzchniach, które dotyka (np. klamkach, stołach), albo kontaktując się z innymi osobami – często gdy jeszcze nie wystąpiły objawy choroby albo przez pewien czas po wyzdrowieniu – niepostrzeżenie „dowodzi” wrogą armię do podatnego na zasiedlenie lub inwazję organizmu (np. wirusy odry, ospy wietrznej, świnki i różyczki, bakteria krztuśca). Przypomina to taktykę *konia trojańskiego*. Taki kontakt może się zakończyć inwazją podatnego na zachorowanie osobnika – wywołaniem zakażenia i choroby (wirusy odry, ospy wietrznej, świnki i różyczki, polio), albo *potajemnym desantem* – jego skolonizowaniem (zasiedleniem) bez wywoływania objawów choroby (w przypadku bakterii, takich jak: pneumokoki, meningokoki, pałeczka hemofilna typu B czyli Hib). W tym ostatnim przypadku człowiek staje się nosicielem i dalej skutecznie rozprzestrzenia mikroby w populacji zarażając innych podatnych na zachorowanie. Nosiciel sam także ryzykuje, bo kolonizacja w przypadku chorobotwórczych bakterii to pierwszy etap do inwazji, do której może dojść z różnym opóźnieniem.

Inną taktyką uszkodzenia ośrodkowego układu nerwowego jest wydzielanie *toksyn* przez bakterie, które nie dokonują inwazji (np. bakterie tężca lub

krztuśca). W tych przypadkach zarazki nie wnikają do organizmu człowieka, pozostając na zranionej skórze (bakteria tężca) lub w drogach oddechowych (bakteria krztuśca), a do krwi wydzielają substancje toksyczne dla tkanki nerwowej (*neurotoksyny*).

Wirusy odry i ospy wietrznej stosują też taktykę



Ryc. 2. Ośrodkowy układ nerwowy, mikroby i struktury, które one atakują oraz wywołane przez nie choroby (wymieniono tylko te, którym można zapobiegać poprzez powszechne szczepienia).

*uśpionego agenta*. Po ustąpieniu objawów ostrej choroby wieku dziecięcego, ukrywają się przez lata przed układem odpornościowym w uśpieniu w komórkach nerwowych, po czym u niektórych osób nagle ulegają aktywacji, prowadząc do ujawnienia się innej choroby: półpaśca (wirus ospy wietrznej) lub podostrego stwardniającego zapalenia mózgu (odra) – rzadkiego, późnego powikłania odry, w 100% śmiertelnego.

Wirusy różyczki, a także ospy wietrznej, mogą *penetrować przez łożysko* do płodu, wywołując ciężkie uszkodzenia (wady wrodzone), a nawet poronienie nienarodzonego dziecka. W przypadku różyczki, która u ciężarnej często przebiega niezauważona, skutki wczesnego zakażenia przezłożyskowego dziecka są w większości przypadków dramatyczne. Niekiedy dopiero zespół licznych, ciężkich wad wrodzonych rozpoznany u noworodka sygnalizuje, że kobieta przeżyła w ciąży różyczkę.

Opisane taktyki przetrwania mikrobów i szerzenia się w populacji są w przypadku niektórych z nich tak skuteczne, że przed erą powszechnych szczepień niemal każde dziecko ulegało zakażeniu już w pierwszych latach życia (np. bakterią krztuśca, wirusami odry, świnki, różyczki, ospy wietrznej, polio), a wiele osób stawało się nosicielami groźnych bakterii (np. pneumokoków, Hib). W przypadku krztuśca do zakażeń dochodzi wielokrotnie co kilka lat ze względu na naturalne zanikanie odporności ochronnej po przechorowaniu choroby; zakażenia i zachorowania (choć o różnym stopniu nasilenia) występują w każdym wieku, dlatego w populacji stale utrzymuje się duży rezerwuar tego zarazka.

## Nasza tarcza

Mimo, że człowiek żyje w świecie mikrobów, to dzięki sprawnie funkcjonującym mechanizmom odporności nieswoistej (wrodzonej) – tzn. skierowanej przeciwko wszystkim mikroorganizmom bez względu na różnice między nimi (stanowiącej pierwszą linię obrony) – oraz odporności swoistej, wycelowanej w konkretne zarazki, zdecydowaną większość z nich jest w stanie kontrolować i zapobiec ich inwazji. Jednak gdy pewne mikroby przełamują pierwszą linię obrony nieswoistej, dochodzi do zakażenia i zachorowania, podczas którego nasz układ odporności uczy się rozpoznawać tego konkretnego intruza i tworzy bardzo sprawną, wyspecjalizowaną armię zdolną odeprzeć jego kolejne ataki (odporność swoista).

U niektórych osób ta pierwsza inwazja groźnych mikrobów niestety przebiega burzliwie, choroba jest ciężka, pojawiają się powikłania lub batalia kończy się śmiercią zanim dojdzie do wytworzenia swoistej odporności zdolnej wygrać tę bitwę dla chorego. Zazwyczaj trudno przewidzieć kogo dotknie taki przebieg zakażenia. Niekiedy wiemy przynajmniej, w której grupie wiekowej częściej można się spodziewać takich niekorzystnych następstw lub jakie dodatkowe – oprócz wieku – czynniki zwiększają to ryzyko (wówczas można wyodrębnić tzw. grupy ryzyka). Szczególnie trudno przewidzieć inwazję na ośrodkowy układ nerwowy (tab. 1). Do tej pory nie mamy wiarygodnych kryteriów prognozowania, u których dzieci chorujących na odrę, świnkę lub ospę wietrzną dojdzie do ostrego zapalenia mózgu, który chory na świnkę jest narażony na utratę słuchu, u którego nosiciela pneumokoków lub meningokoków i kiedy dojdzie do inwazji oraz rozwoju ropnego zapalenia opon mózgowych. Nie wiemy też dokładnie dlaczego na podostre stwardniające zapalenia mózgu zapadają tylko niektóre osoby spośród tych, które w dzieciństwie chorowały na odrę.

Mimo ogromnego postępu medycyny nadal nie posiadamy leków skutecznych wobec wirusa odry, świnki i wielu innych, a coraz więcej groźnych bakterii (m.in. pneumokoków, prątków gruźlicy) staje się opornych na antybiotyki, nawet te najnowsze. Wcale nie potrafimy skutecznie leczyć podostrego stwardniającego zapalenia mózgu po odrze (na szczęście jest bardzo rzadkie). Wiele osób nie wie też, że u chorych na krztusiec stosowanie antybiotyku wcale nie łagodzi przebiegu choroby i nie zapobiega powikłaniom.

Wobec wymienionych powyżej problemów i masowej skali zakażeń, o których traktuje ten artykuł (tab. 1), zapobieganie wydaje się najefektywniejszą metodą walki z ich społecznymi i medycznymi

skutkami. W miarę poznawania przez naukowców zasad funkcjonowania układu odporności człowieka, możliwe stało się coraz bardziej precyzyjne i bezpieczne wykorzystywanie naszych naturalnych mechanizmów obrony przed mikroorganizmami do opracowywania i wprowadzania do praktyki skutecznych i bezpiecznych szczepień ochronnych. Szczepionki zawierają fragmenty lub całe mikroorganizmy (ale zabite lub znacznie osłabione i niezdolne do wywołania choroby), a ich podanie (szczepienie) naśladuje pierwsze naturalne spotkanie układu odporności z mikroorganizmami (patrz wyżej). Umożliwia to wytworzenie naturalnej odporności swoistej i ochrony przed inwazją tychże mikrobów w przyszłości, ale – w odróżnieniu od naturalnego zakażenia i zachorowania – nie wiąże się z ryzykiem zachorowania, a zwłaszcza powikłań tej choroby zakaźnej. Liczba osłabionych mikrobów lub ich fragmentów podawanych w szczepionce jest wielokrotnie mniejsza niż powstająca w organizmie człowieka podczas naturalnego zachorowania, dlatego stymulacja układu odporności jest słabsza, choć wystarcza do skutecznej ochrony. W celu jej długiego utrzymywania w niektórych przypadkach raz lub kilka razy trzeba szczepienie powtórzyć (tzw. dawki przypominające). To cena, którą przychodzi zapłacić za korzyści zdrowotne w postaci uniknięcia choroby zakaźnej i jej powikłań.

Korzyści z indywidualnych szczepień odnoszą tylko osoby zaszczepione. Programy powszechnych szczepień dzieci, dorosłych lub wybranych dużych grup pełniących najistotniejszą rolę w szerzeniu się zakażeń w populacji, są natomiast korzystne nie tylko dla samych zaszczepionych, ale dla całego społeczeństwa (redukcja liczby chorych trafiających do szpitali, redukcja umieralności, redukcja niepełnosprawności w wyniku powikłań po chorobie itp.; dzięki temu lekarze i placówki służby zdrowia mają więcej czasu i możliwości – także środków finansowych – na leczenie innych chorych). Znaczne zmniejszenie – dzięki powszechnym szczepieniom – liczby osób wrażliwych na zakażenie w populacji (do mniej niż 10%) hamuje ponadto rozprzestrzenianie się mikrobów. Dzięki czemu znacznie maleje ryzyko zachorowania i chronione są także osoby, których ze względu na przeciwwskazania nie można szczepić lub które w wyniku przewlekłych chorób nie wytworzyłyby dostatecznej ochrony po szczepieniu. To efekt tzw. odporności zbiorowiskowej, który można uzyskać wyłącznie dzięki powszechnym szczepieniom.

Po wielu latach konsekwentnego prowadzenia powszechnych szczepień dzieci rzeczywiście znacznie zredukowano lub wręcz wyeliminowano przypadki śmiertelne i ciężkie powikłania niektórych chorób



zakaźnych, w tym te ze strony ośrodkowego układu nerwowego. Społeczeństwo, w tym także lekarze, zaczyna stopniowo zapominać o zagrożeniu, nie słysząc i nie widząc takich chorych. Ale w wielu wypadkach ono nadal istnieje, bo groźnych mikrobów (np. wirusów odry, różyczki, polio, bakterii krztuśca) nie udało się jeszcze wyeliminować. W dużej mierze tylko dzięki sprawnie realizowanym powszechnym szczepieniom nie dochodzi do wybuchu epidemii. Widać to po przykładzie państw, w których znaczne zmniejszenie się liczby osób zaszczepionych w populacji lub rezygnacja z powszechnych szczepień prowadziła nieuchronnie do wzrostu zachorowań, ciężkich powikłań i zgonów (np. epidemie odry i krztuśca w Wielkiej Brytanii, krztuśca w Szwecji itp.).

### **MÓZG A CHOROBY ZAKAŹNE – CZEGO NIE WIDZIMY DZIĘKI SZCZEPIENIOM OCHRONNYM**

#### **Zapalenie mózgu (w przebiegu odry, świnki, różyczki i ospy wietrznej)**

Pod koniec studiów medycznych część praktyczną egzaminu z pediatrii zdawałem na oddziale neurologii dziecięcej szpitala uniwersyteckiego. Trafiłem na salę, na której leżał tylko jeden pacjent: niespełna 14-letni chłopiec. Przy łóżku, trzymając go za rękę, siedziała jego zasmucona mama. Miałem zebrać wywiad i zbadać chorego. Do dziś pamiętam tę chwilę, bo historia której wówczas wysłuchałem bardzo mną wstrząsnęła. Chłopiec leżał nieprzytomny, oddychał ciężko przez otwarte usta. Matka z troską zwilżała jego usta gazikiem.

„To moje jedyne dziecko” – mówiła – „oczko w głowie. Był taki zdolny, tak dobrze się uczył. I koledzy go lubili, i koleżanki się nim interesowały. Też chciał być lekarzem, ...jak Pan.”

Mówiąc to miała w oczach łzy.

„A potem takie nieszczęście” – ciągnęła dalej – „Przed ponad rokiem zmienił się, często się zamyślał, zaczął być złośliwy, opryskliwy, niemiły. O wielu rzeczach, o które ja lub mąż go prosiliśmy, zapomniał. Myśleliśmy, że to kwestia trudnego wieku dojrzewania. Tak to sobie tłumaczyliśmy. Potem nauczyciele się na niego zaczęli skarżyć, bardzo pogorszył się w nauce. Próbowaliśmy rozmawiać, dawaliśmy kary za złe stopnie. Nie pomagało. Po dwóch miesiącach zaczął się często potykać, upadać. To nas już bardzo zaniepokoiło i nasza Pani Doktor wysłała nas do neurologa. On zrobił badania i rozpoznał padaczkę. Przepisał leki na drgawki. Ale to nie pomagało, tylko coraz gorzej było. Zaczynał mieć kłopoty

z wysławianiem się, niektórych słów wcale nie pamiętał i nie rozumiał. Zdarzało się już nawet, że całkiem tracił przytomność i całym nim trzępało. Potem przestał chodzić i mówić. Od miesiąca nie mam z nim żadnego kontaktu, cały czas śpi.”

Głos jej się załamywał, z trudem powstrzymywała płacz.

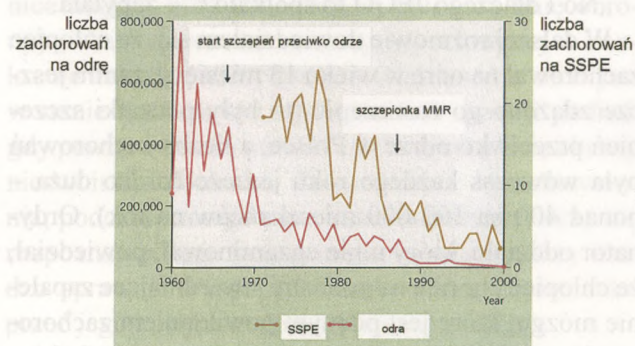
„No i dlaczego JEGO to spotkało?” – zapytała.

W dalszej rozmowie dowiedziałem się, że chłopiec zachorował na odrę w wieku 13 miesięcy, zanim jeszcze zdążono go zaszczepić (to były początki szczepień przeciwko odrze w Polsce, a liczba zachorowań była wówczas każdego roku jeszcze bardzo duża – ponad 400 na 100 000 mieszkańców na rok). Ordynator oddziału, który mnie egzaminował, powiedział, że chłopiec choruje na podostre stwardniające zapalenie mózgu, które jest późnym powikłaniem zachorowania na odrę. Historia choroby, której wysłuchałem, była dość typowa, choć przeciętnie objawy pojawiają się 7–8 lat po zachorowaniu na odrę. Choć ten rodzaj zapalenia mózgu po odrze jest bardzo rzadkim powikłaniem, tylko na tym oddziale leczono do tamtej pory w różnym czasie grubo ponad 100 takich dzieci. Gdy rozpoczynając pracę jako początkujący pediatra ponownie tam trafiłem, zapytałem co się stało z tym chłopcem. Dowiedziałem się, że zmarł niecałe pół roku po tym, jak go poznałem.

**Podostre stwardniające zapalenie mózgu** wywołuje zmutowany wirus odry (tzw. wirus SSPE), który uległ takim zmianom, że nierozpoznany przez układ odporności pozostaje w stanie uśpienia w komórkach nerwowych mózgu przez wiele lat. Nawet po uaktywnieniu się po tym okresie utajenia (kilka do kilkunastu lat), zachowuje się inaczej niż typowy wirus odry – nie niszczy komórki nerwowej i nie wytwarza kompletnych potomnych wirusów, tylko zmusza ją do stałej produkcji swoich białek, eksponowanych następnie na jej błonie komórkowej. To te białka wirusowe na zakażonych komórkach stają się celem ataku wyspecjalizowanych komórek układu odporności gospodarza, które niszczą zakażone komórki mózgu i prowadzą do powstania wielu rozsianych ognisk zapalenia i martwicy oraz występowania opisanych powyżej objawów choroby (stopniowa utrata ważnych dla życia funkcji mózgu).

Zauważono, że występowanie podostrego stwardniającego zapalenia mózgu jest tym radsze, im więcej dzieci w populacji zaszczepiono przeciwko odrze. Ryzyko jest natomiast tym większe, im wcześniej doszło do zachorowania na odrę (zwłaszcza przed ukończeniem 2. rż. – 1 na 6000–8000 przypadków odry). Przeciętnie wynosiło ono 4–11 przypadków na 100 000 chorych na odrę. Do dziś nie wynaleziono

skutecznej metody leczenia i niemal 95% chorych umiera po roku do 3 lat od ujawnienia się choroby. Dzięki powszechnym szczepieniom dzieci przeciwko odrze liczba przypadków rejestrowanych w krajach rozwiniętych jest obecnie bardzo niewielka (najwyżej do kilku rocznie; ryc. 3).



Ryc. 3. Redukcja zachorowań na odra i podostre stwardniające zapalenie mózgu (SSPE) w Anglii i Walii po wprowadzeniu powszechnych szczepień dzieci przeciwko odrze (koniec lat 60.; od końca lat 80. program kontynuowano szczepionką MMR przeciwko odrze, śwince i różyczce [na podstawie danych *The Office for National Statistics* i *Communicable Disease Surveillance Centre*]).

Znacznie częściej niż podostre stwardniające zapalenie występuje natomiast **ostre wirusowe zapalenie mózgu** w przebiegu odry, różyczki, ospy wietrznej, a także – choć rzadziej – świnki. Wszystkie te wirusy charakteryzują się tendencją do wnikańia do komórek nerwowych, czyli neurotropizmem. Do zakażenia dochodzi przez drogi oddechowe – wdychamy unoszące się w powietrzu drobne kropelki wydzieliny zawierające wirusy lub przenosimy je do ust i nosa na rękach, którymi dotykaliśmy skażone przedmioty. Zarówno odra, jak i ospa wietrzna odznaczają się wyjątkowo dużą zakaźnością (często wejście do pomieszczenia, w którym przebywał chory lub zakażony wystarcza, aby nieuodporniona osoba zachorowała). Wirusy wstępnie namnażają się w drogach oddechowych, następnie z krwią są roznoszone po całym organizmie, a gdy jest ich dostatecznie dużo – przełamują barierę krew-mózg i wnikają do mózgu. Namnażając się w komórkach mózgowych, powodują ich zniszczenie, co może owocować nieodwracalną utratą niektórych funkcji i trwałymi następstwami neurologicznymi (m.in. upośledzeniem rozwoju, ślepotą, głuchotą, upośledzeniem funkcji poznawczych, niedowładami, padaczką). Zgon lub trwałe uszkodzenie mózgu to nie tylko wynik bezpośredniego niszczenia komórek nerwowych przez te wirusy, ale także rezultat narastającego obrzęku mózgu w wyniku nasilonej reakcji zapalnej. Nawet niewielkie zwiększenie objętości mózgu zamkniętego w sztywnej, kostnej puszcze powoduje drastyczny wzrost ciśnienia

wewnątrz czaszki, co – wywierając ucisk na tkankę mózgową – upośledza przepływ krwi przez mózg i do wóz niezbędnego tlenu, aż do jego całkowitego odcięcia.

Ryzyko ostrego zapalenia mózgu i trwałych następstw neurologicznych jest największe w przypadku odry – 1–3 przypadków na 1000 chorych (a jeszcze większe u niemowląt w pierwszym roku życia), następnie ospy wietrznej (1–2/1000) i różyczki (1/5000, ale najczęściej ustępuje ono bez śladu). Przed erą szczepień co czwarte dziecko chore na odra wymagało leczenia w szpitalu, także z powodu drgawek w przebiegu wysokiej gorączki (>40°C).

Ryzyko zapalenia mózgu jest najmniejsze w przypadku świnki (2/100 000 chorych), jednak ta choroba znacznie częściej przebiega z objawami zapalenia opon mózgowo-rdzeniowych (aż 5–10 przypadków na 100 chorych na świnkę!). Choć ustępuje ono samoistnie w ciągu tygodnia – zawsze wymaga pobytu w szpitalu i przeprowadzenia badań w celu wykluczenia groźnego bakteryjnego zapalenia opon, którego objawy są podobne (konieczne nakłucie kanału kręgowego i pobranie płynu mózgowo-rdzeniowego do badania). Trwałą konsekwencją neurologiczną zachorowania na świnkę jest głuchota (ryzyko ok. 5/100 000 zachorowań).

U 1 na 4000 chorych na ospę wietrzną, głównie dzieci do 15. roku życia, rozwija się zapalenie mózdzku, objawiające się zaburzeniami równowagi, chodu, mowy, silnym bólem głowy i wymiotami. Objawy ustępują w ciągu miesiąca. Nierzadko występuje bez typowych dla ospy wietrznej pęcherzyków na skórze lub z tak skąpyimi zmianami skórnyimi, że przemijają one niezauważone i rodzice nie wiążą zaburzeń neurologicznych z chorobą zakaźną. Jednym z rozpoznań, które należy w takim przypadku wykluczyć w pierwszym rzędzie jest nowotwór mózgu. Rodzice, którzy przechodzili taki stres, zapamiętują te chwile na długo i zazwyczaj nie wahają się, aby zaszczepić rodzeństwo przeciwko ospie wietrznej, jeśli jeszcze nie chorowało.

Wszystkie omówione powyżej zakażenia wirusowe miały przed erą szczepień powszechny charakter i chorowała niemal każda osoba, dlatego bezwzględne liczby chorych z powikłaniami neurologicznymi były bardzo duże. Dodatkowo, o czym wspomniałem już wcześniej, trudno *a priori* przewidzieć u którego chorego dojdzie do inwazji mózgu i wystąpienia powikłań neurologicznych.

Dzięki prowadzonym od lat powszechnym szczepieniom liczba zachorowań na odra, świnkę i różyczkę w Polsce bardzo znacznie się zmniejszyła (o 95–99%), a chorują głównie osoby nieszczepione lub niekompletnie zaszczepione. W Polsce wciąż powszechna jest natomiast ospa wietrzna (około 1000

chorych trafia co roku z powodu jej powikłań do szpitali), gdyż ze szczepień – które, w odróżnieniu od wymienionych wyżej, nie są bezpłatne – korzysta stosunkowo niewielki odsetek osób.

### **Niepelnosprawność ruchowa po zachorowaniu na polio**

Wirus polio wnika do organizmu człowieka drogą pokarmową (skażone ręce, woda, pożywienie) lub oddechową. Jego zakaźność jest bardzo duża – przed erą szczepień zakażenie było powszechne w populacji. Po wnikięciu i wstępnym namnożeniu się w migdałkach i jelitach, wirus przedostaje się do krwi, a wraz z nią wędruje do opon mózgowo-rdzeniowych i komórek nerwowych rdzenia kręgowego, które odpowiadają za ruchy kończyn oraz oddychanie. U 95 na 100 osób zakażenie przebiega jednak bez objawów, u około 4 na 100 choroba przypomina jedynie zwykłe przeziębienie, biegunkę lub łagodne zapalenie opon mózgowo-rdzeniowych, a tylko u 1 na 100 – w wyniku trwałego zniszczenia komórek nerwowych rdzenia kręgowego – pojawia się nagle niesymetryczny niedowład i porażenie (paraliż) mięśni nóg, rzadziej rąk, a czasem także mięśni oddechowych (co bez specjalistycznej pomocy prowadzi do śmierci). Porażeniu mięśni towarzyszy ich silny ból. Uszkodzenia rdzenia kręgowego i nerwów są trwałe – prowadzą nie tylko do dożywotniego kalectwa ruchowego, ale także do stopniowego zaniku mięśni i zahamowania wzrastania porażonych kończyn. Nie ma leku skutecznego wobec polio.

Przed erą szczepień polio było jedną z tych chorób zakaźnych, które w największym stopniu przerażały rodziców dzieci. Wielu obawiało się, aby pozwolić swoim pociechom na kąpiel w publicznym basenie, wizytę w kinie lub spotkanie z grupą rówieśników. Mimo, że dziś, dzięki powszechnym szczepieniom jesteśmy już bardzo blisko, nie udało się jeszcze wyeliminować polio. Wciąż w kilku krajach w Afryce i na Bliskim Wschodzie, w Indiach, Afganistanie, a ostatnio także w Tadżykistanie pojawiają się nowe zachorowania na polio. W Finlandii całkiem niedawno wykryto natomiast wirusy polio w ściekach komunalnych. Nie można więc jeszcze zrezygnować z powszechnych szczepień i zamknąć karty historii walki z tą chorobą.

### **Wady wrodzone spowodowane rózyczką (i ospą wietrzną)**

Wiosną 1941 roku w poczekalni kliniki okulistycznej doktora Normana McAlistera Gregga w Sydney

w Australii siedziały dwie kobiety, trzymając na kolanach swoje niemowlęta. Przybyły tu z tego samego powodu – ich dzieci urodziły się z wadą oczu i były ślepe. Starając się dociec, dlaczego spotkało je takie samo nieszczęście, zaczęły porównywać przebieg swoich ciąży: nigdzie nie wyjeżdżały, dobrze się odżywiały, brały przepisane witaminy, nikt w rodzinie nie miał kłopotów ze wzrokiem. Jedynym wspólnym punktem zaciępienia – oprócz podobnych wad u ich dzieci – było zachorowanie na różyczkę w pierwszej połowie ciąży. Doktor Gregg słyszał tę rozmowę, ale nie wierzył w związek z chorobą dzieci – jak wszyscy uważał różyczkę za banalną chorobę wieku dziecięcego. Po dłuższym zastanowieniu zaczął jednak mieć niepokojące wrażenie, że od pewnego czasu zgłaszało się do niego więcej matek z niewidzącymi niemowlętami niż bywało wcześniej. Słyszał też, że przed dwoma laty przez Australię przetoczyła się duża epidemia różyczki, a fala zgłoszeń ślepych dzieci zaczęła się około 9 miesięcy później. Przeglądając dokumentację odnalazł 78 takich pacjentów, a 68 mam przyznało się do zachorowania na różyczkę w ciąży. Swoje spostrzeżenia opisał w czasopiśmie medycznym. Wkrótce inni lekarze potwierdzili jego obserwacje, pieczętując odkrycie nowego zespołu klinicznego – zespołu różyczki wrodzonej – który obejmował mnogie wady wrodzone: obok uszkodzenia oczu i ślepoty, głuchotę, wadę serca, zapalenie mózgu, wodogłowie, upośledzenie umysłowe, autyzm.

Wirus różyczki po wnikięciu do organizmu ciężarnej przez drogi oddechowe i przedostaniu się do krwi, wędruje do łożyska i penetruje przez nie, wnika do krwi nienarodzonego dziecka w krytycznym okresie, kiedy powstaje wiele ważnych narządów. Namnażając się w nich, doprowadza do rozległych zniszczeń, których wynikiem są rozliczne wady wrodzone lub śmierć płodu (poronienie). Ciężarna może nawet nie wiedzieć, że zachorowała na różyczkę lub miała kontakt z chorym, bo objawy choroby są często niecharakterystyczne, mogą przypominać zwykłe przeziębienie lub wysypka jest tak dyskretna, że przemija niezauważona. Dzieci są główną grupą roznoszącą zakażenie w populacji, a przed erą powszechnych szczepień na różyczkę chorował każdy, zazwyczaj w dzieciństwie, ale aż 10% kobiet dopiero po osiągnięciu dojrzałości. Aż 8 na 10 kobiet zakażonych w pierwszych 12 tygodniach ciąży urodzi dziecko z wadami lub poroni, 5 na 10 zakażonych między 13 a 16 tygodniem oraz 3 na 10 w okresie 17–24 tygodnia ciąży.

Przed erą szczepień podczas jednej z największych epidemii różyczki w USA (1963–1964 r.) zachorowało 12 milionów Amerykanów, w tym tysiące ciężarnych

kobiet. Wirus różyczki zabił 6 tysięcy płodów w pierwszych tygodniach ciąży, 2 tysiące noworodków zmarło tuż po porodzie, a u 20 tysięcy stwierdzono liczne wady wrodzone, w tym uszkodzenie mózgu.

W Polsce dzięki powszechnym szczepieniom dzieci i młodzieży aktualnie rejestruje się od kilku lat tylko 1 lub 2 przypadki zespołu różyczki wrodzonej rocznie. Choć liczba zachorowań na różyczkę znacznie się zmniejszyła, nie wyeliminowano jeszcze tej choroby, a chorują głównie osoby nieszczepione.

Wady wrodzone, w tym uszkodzenie mózgu i wady oczu, może także spowodować wirus ospy wietrznej, ale ryzyko po zachorowaniu ciężarnej na ospę w pierwszych 20 tygodniach ciąży jest mniejsze niż w przypadku różyczki (1–2 na 100 kobiet).

### **Bakteryjne zapalenie opon mózgowo-rdzeniowych**

Zapalenie opon mózgowo-rdzeniowych wywołane przez bakterie (pneumokoki, Hib, meningokoki) przebiega dramatycznie. Wysoka gorączka, silny ból głowy i wymioty, utrata przytomności, drgawki. W ciągu niecałej doby od początku choroby te zakażenia mogą chorego zabić (szczególnie meningokoki). U tych, którzy przetrwają, nierzadkie są powikłania, takie jak głuchota, wodogłowie, padaczka, upośledzenie umysłowe, trudności w nauce. I to pomimo dostępności nowoczesnych antybiotyków, innych leków wspomagających i metod intensywnej terapii. Ryzyko zachorowania i powikłań jest największe u dzieci w pierwszych 5 latach życia, a zwłaszcza do ukończenia 2. roku. Szczególnie groźne są bakterie odporne na antybiotyki, co – niestety – jest coraz częstsze, zwłaszcza wśród pneumokoków.

Do zakażenia dochodzi drogą oddechową lub przez ręce (także poprzez skażone sprzęty) w wyniku kontaktu z chorym lub – najczęściej – ze zdrowym nosicielem. Nosiciel zazwyczaj nie wie, że może być groźny dla wrażliwych na zakażenie osób, z którymi się kontaktuje. Na szczęście te bakterie nie są tak zaraźliwe jak wirusy odry czy ospy wietrznej – aby doszło do zakażenia konieczny jest dłuższy i bliższy kontakt. W ten sposób często małe dzieci zarażają się od swojego starszego rodzeństwa uczęszczającego do przedszkola czy szkoły lub od rodziców, bądź dziadków.

Groźne bakterie najpierw osiedlają się w drogach oddechowych – ta faza może trwać przez pewien czas (nosicielstwo). Następnie penetrują do krwi i wędrują między innymi do mózgu oraz rdzenia kręgowego, gdzie przedostają się do płynu mózgowo-rdzeniowego i osiedlają w przestrzeni pomiędzy powierzchnią mózgu i rdzenia, a zewnętrzną warstwą opon. Tam znajdują doskonałe warunki do wzrostu.

obecność intruzów wywołuje jednak odpowiedź naszego układu odporności, który usiłuje wyeliminować agresora – do opon i płynu mózgowo-rdzeniowego napływa armia komórek obronnych, rozwija się reakcja zapalna. Płyn mózgowo-rdzeniowy otaczający mózg i rdzeń staje się coraz bardziej mętny, zmienia się w ropę. Równocześnie szybko zwiększa się ciśnienie wewnątrz czaszki, wywierając coraz większy ucisk na mózg i ograniczając dopływ krwi z tlenem. Dochodzi do obrzęku mózgu. Te procesy nasilają się wzajemnie w mechanizmie błędnego koła. Jeśli nie zostaną wcześniej opanowane – mogą doprowadzić do śmierci lub trwałego uszkodzenia mózgu i kalectwa.

Ryzyko zachorowania zależy nie tylko od wieku, ale także od rodzaju bakterii. Przed erą powszechnych szczepień groźne inwazyjne zakażenia wywołane przez Hib występowały u 1 na 200 dzieci do 5. roku życia (w Polsce szacunkowo dawałoby to ok. 10 000 zachorowań rocznie). Po wprowadzeniu powszechnych szczepień niemowląt niemal zupełnie zostały wyeliminowane.

Szacuje się, że na zapalenie opon mózgowo-rdzeniowych wywołane przez pneumokoki zapada w Polsce co najmniej 1 na 2000–5000 dzieci w pierwszych 2 latach życia (160–400 przypadków rocznie w tej grupie), ale to nie jedyne choroby wywoływane przez te bakterie. Ryzyko inwazyjnych zakażeń pneumokokowych maleje stopniowo do 5. roku życia i ponownie zwiększa się u osób w podeszłym wieku (po 65. roku życia). W odróżnieniu od wielu krajów na świecie (w Europie, Amerykach i w Australii) w Polsce szczepienia niemowląt przeciwko pneumokokom nie są powszechne, a szczepionki – mimo, że dostępne – nie są refundowane. W krajach, w których realizowane są programy powszechnych szczepień małych dzieci zauważono zmniejszenie się o ponad 60% liczby zapaleń opon mózgowo-rdzeniowych wywołanych przez pneumokoki u dzieci, ale także znaczną (o niemal połowę) redukcję inwazyjnych zakażeń u osób w podeszłym wieku. Szczepionki przeciwko pneumokokom stosowane u dzieci zapobiegają nie tylko zachorowaniu, ale zmniejszają również ryzyko nosicielstwa pneumokoków, czym można tłumaczyć ograniczenie szczytowania się zakażeń w populacji i efekt pośredniej ochrony osób w innych grupach wieku w przypadku powszechnych szczepień dzieci (tzw. odporność zbiorowiskowa).

Zapalenie opon mózgowo-rdzeniowych i inne inwazyjne zakażenia wywoływane przez meningokoki najczęściej dotyczą małych dzieci do 5. roku życia i młodzieży w wieku 16–20 lat, ale mogą wystąpić w każdej grupie wiekowej. W Polsce rocznie notuje się 300–400 takich zachorowań wywołanych przez

dwa rodzaje meningokoków – grupę B (nie opracowano jeszcze szczepionki) i grupę C (szczepionka jest dostępna). Poza obszarami epidemii ryzyko zakażenia nie jest wprawdzie duże (1 na 12 500 <5. rz., ok. 1 na 100 000 u młodzieży i młodych dorosłych), ale jego przebieg bywa błyskawiczny, a skutki są dramatyczne. W Polsce od kilku lat zachorowania pojawiają się w postaci lokalnych epidemii. Wywołują je – zazwyczaj w zamkniętych środowiskach (takich jak domy dziecka, akademiki, koszary, internaty itp.) – niezwykle zjadliwe meningokoki grupy C, często prowadząc w ciągu zaledwie kilkunastu godzin od pierwszych objawów do zgonu zdrowego dotychczas i silnego człowieka (śmiertelność ponad 50%). Co pewien czas takie spektakularne przypadki są nagłaśniane przez media. W Polsce szczepienia przeciwko meningokokom nie są powszechne, a za szczepionkę trzeba zapłacić. Szczepią się indywidualne osoby, a nieliczne samorządy lokalne prowadzą od czasu do czasu programy bezpłatnych szczepień wybranych grup dzieci. W krajach, w których zdecydowano się na powszechne szczepienia dzieci i młodzieży (np. Holandia, Wielka Brytania) zaobserwowano znaczną redukcję zachorowań. O szczepieniu przeciwko meningokokom grupy A (stosuje się inną szczepionkę) muszą natomiast pamiętać osoby podróżujące do krajów Afryki środkowej i na Bliski Wschód (np. do Mekki), gdzie zachorowania wywołuje głównie ten niespytany u nas rodzaj meningokoka.

Gruźlicze zapalenie opon jest obciążone bardzo dużym ryzykiem trwałych powikłań neurologicznych i kalectwa. Na szczęście jest dziś rzadkie, ale bez szczepień ryzyko było największe u niemowląt w 1. roku życia. Sytuacja zachorowań na gruźlicę w Polsce i sąsiednich krajach nie pozwoliła jeszcze na bezpieczną rezygnację ze szczepień przeciwko gruźlicy w okresie noworodkowym, ale w ostatnich latach zrezygnowano już z powtarzania tego szczepienia w kolejnych latach życia.

### **Drgawki i uszkodzenie mózgu u niemowląt w przebiegu krztusca**

Chińczycy potocznie nazwali krztusiec (koklusz) „kaszlem studniowym”. Krztusiec powszechnie kojarzy się z napadowym kaszlem i raczej ma opinię choroby, która – choć jest uciążliwa, bo kaszel jest męczący i może się utrzymywać do 3 miesięcy – w sumie nie zagraża życiu i nie grozi poważniejszymi powikłaniami. Z taką opinią można się zgodzić tylko w odniesieniu do starszych dzieci, młodzieży i dorosłych, bo dla niemowląt krztusiec jest śmiertelnym zagrożeniem. Im więcej młodzieży i dorosłych

choruje na krztusiec, tym więcej niemowląt trafia do szpitali i umiera z powodu tej choroby. Zgony opisywano także wśród osób w podeszłym wieku (przyczyną był wylew krwi do mózgu w trakcie napadu kaszlu). Przed rozpoczęciem powszechnych szczepień w Polsce w latach 50. XX w. rejestrowano ponad 1000 zgonów z powodu krztusca rocznie. Przechorowanie nie zapewnia trwałej odporności i po średnio 5. latach może dojść do ponownego zachorowania. Dlatego tak trudno wyeliminować tę chorobę.

Bakteria krztusca należy do tych mikroorganizmów, które nie dokonują inwazji do krwi lub narządów wewnętrznych człowieka. Osiedla się w tchawicy oraz oskrzelach i wydziela wiele różnorodnych toksyn powodujących między innymi śmierć komórek, skurcz naczyń krwionośnych z następczą martwicą tkanek oraz upośledzenie funkcji niektórych komórek układu odporności (dlatego tak trudno usunąć ją z organizmu). Uszkodzenia w drogach oddechowych są przyczyną napadów kaszlu. Toksyny mogą wraz z krwią wędrować do mózgu, wywołując u niemowląt i najmłodszych dzieci uszkodzenie naczyń krwionośnych i krwotoki do mózgu oraz uszkodzenie komórek nerwowych powodujące obrzęk mózgu. W rozwoju tych uszkodzeń tkanki nerwowej z pewnością duże znaczenie odgrywa także niedotlenienie, do którego dochodzi w wyniku bezdechu lub bardzo ciężkich napadów kaszlu (dziecko podczas nich sinieje). Wszystko to sprawia, że u niemowląt chorych na krztusiec mogą wystąpić drgawki (u 1 na 50 chorych) i zaburzenia przytomności oraz inne niecharakterystyczne objawy uszkodzenia mózgu – tzw. encefalopatia (u 1 na 200 chorych). Większość niemowląt chorych na krztusiec wymaga długiego pobytu w szpitalu, a 1–2 na 200 umiera. U niektórych pozostają trwałe następstwa neurologiczne – padaczka, głuchota, upośledzenie umysłowe.

W pierwszych latach po wprowadzeniu powszechnych szczepień niemowląt w Polsce liczba zgonów z powodu krztusca zmniejszyła się do około 100 rocznie, a po niespełna 30. latach realizacji programu profilaktyki w oficjalnych statystykach nie było już takich zgłoszeń. Zachorowania na krztusiec stale jednak występują – w Polsce notuje się od około 2000 do 2500 przypadków rocznie, głównie u młodzieży i dorosłych. U osób szczepionych w dzieciństwie, które zachorowały po kilku-kilkunastu latach (podobnie jak po naturalnym zachorowaniu, także i po szczepieniu ochrona stopniowo słabnie), krztusiec przebiega nietypowo, w postaci przewlekłego, niezbyt nasilonego kaszlu. Osoby takie często nie wiedzą nawet, że są chore i mogą zarażać innych, w tym najmłodsze niemowlęta, których jeszcze nie zdążono

w pełni zaszczepić. W ubiegłym roku w Kalifornii w USA wybuchła epidemia krztuśca wśród młodzieży i dorosłych. Zachorowało ponad 4200 osób, a 9 niemowląt zmarło. Wszystkie nie ukończyły 3. miesiąca życia, żadnego nie zdążono jeszcze zaszczepić...

### Tężec i tężec noworodków

Tężec jest niezwykle ciężką chorobą układu nerwowego o bardzo wysokiej śmiertelności. Wywołuje ją neurotoksyna bakteryjna (tzw. tetanospazmina). Bakterie tężca zamieszkują w jelicie koni i bydła, a ich przetrwalniki wraz z odchodami zwierząt przedostają się do gleby i zbiorników wodnych. Przetrwalniki są bardzo odporne na działanie czynników środowiska, środków dezynfekcyjnych, a nawet wysokiej temperatury. W ziemi mogą przetrwać wiele lat.

Do zakażenia dochodzi w wyniku zanieczyszczenia zranionej skóry ziemią lub innymi zabrudzeniami zawierającymi przetrwalniki. W ranie następuje namnażanie bakterii, które wydzielają dużą ilość neurotoksyny. Przedostaje się ona drogą krwi do rdzenia

kręgowego, gdzie zaburza funkcję komórek nerwowych kontrolujących napięcie mięśni szkieletowych. W wyniku tego dochodzi do bardzo silnych, niezwykle bolesnych skurczów mięśni. Występują one nagle, wywołane przez bodźce zewnętrzne (hałas, światło, dotyk). Chory jest przytomny. Niekontrolowane skurcze obejmują także mięśnie oddechowe, co może prowadzić do uduszenia się. Umiera 6 na 10 chorych. Najcięższą postacią jest tężec noworodków, który występuje w wyniku zanieczyszczenia przetrwalnikami bakterii kikutu pępownicy u dzieci kobiet nieszczepionych przeciwko tężcowi (umiera 9 na 10 chorych noworodków).

Przed erą powszechnych szczepień w Polsce (tzn. do 1960 r.) co roku notowano ponad 200 zgonów z powodu tężca, głównie u noworodków, dzieci w wieku 5–14 lat oraz osób po 50. roku życia. Po 2000 roku rejestruje się 12–30 zachorowań rocznie, głównie u osób starszych niż 60 lat. Od 1984 roku nie zanotowano natomiast ani jednego przypadku tężca noworodków.

Tab. 1. Mikroby wywołujące choroby zakaźne mózgu i rdzenia kręgowego, przed którymi można się chronić dzięki szczepieniom oraz stosowana przez nie taktyka ataku.

Grupa mikrobów	Gatunek	Gdzie się ukrywa?	Taktyka ataku*	Choroba mózgu lub rdzenia	Istotne następstwa dla mózgu i rdzenia
wirusy	wirus odry	chorzy ludzie	inwazja ( <i>koń trojański</i> )	ostre zapalenie mózgu	trwałe uszkodzenie mózgu, upośledzenie rozwoju, ślepotą, zgon
			reaktywacja zmutowanego wirusa utajonego w mózgu ( <i>uśpiiony agent</i> )	podostre stwardniające zapalenie mózgu	śpiączka, zgon
	wirus polio	chorzy ludzie, skażona woda (pitna, kąpieliska), ścieki	inwazja ( <i>koń trojański</i> )	ostre zapalenie rdzenia kręgowego i/lub opon mózgowo-rdzeniowych	trwały niedowład i porażenie (paraliż), zanik mięśni, zgon
	wirus świnki	chorzy ludzie	inwazja ( <i>koń trojański</i> )	ostre zapalenie mózgu i/lub opon mózgowo-rdzeniowych, ostre zapalenie rdzenia	porażenie (paraliż), padaczka, wodogłowie głuchota, zgon (rzadko)
	wirus różyczki	chorzy ludzie	inwazja ( <i>koń trojański</i> )	ostre zapalenie mózgu	zwykle ustępuje bez trwałych następstw
			zakażenie ciężarnej ( <i>inwazja płodu przez łożysko, koń trojański</i> )	u płodu: zapalenie mózgu i opon mózgowych, zapalenie siatkówki i naczyńiówki oka, zaćma (katarakta)	zespół różyczki wrodzonej: trwałe uszkodzenie mózgu i upośledzenie rozwoju, wodogłowie, ślepotą, głuchota, autyzm (dodatkowo wady serca)
wirus ospy wietrznej	chorzy ludzie	inwazja ( <i>koń trojański</i> )	ostre zapalenie mózdzku, zapalenie mózgu i opon mózgowych, zapalenie rdzenia	trwałe uszkodzenie mózgu, zgon, zapalenie mózdzku ustępuje	
		reaktywacja wirusa utajonego nerwach ( <i>uśpiiony agent</i> )	pólpasiec	silny nerwoból, uszkodzenie oka (gdy zlokalizowany w tej okolicy)	

Grupa mikrobów	Gatunek	Gdzie się ukrywa?	Taktyka ataku <sup>a</sup>	Choroba mózgu lub rdzenia	Istotne następstwa dla mózgu i rdzenia
wirusy			zakażenie ciężarnej (inwazja płodu przez łożysko, koń trojański)	zapalenie mózgu, zapalenia oka	zespół ospy wietrznej wrodzonej: trwałe uszkodzenie mózgu, uszkodzenie oka, inne wady wrodzone
bakterie	pałeczka krztusca	chorzy ludzie	zasiedlenie dróg oddechowych (produkcja toksyn)	u niemowląt i najmłodszych dzieci: obrzęk mózgu, uszkodzenie mózgu (encefalopatia), krwotok do mózgu	drgawki, trwałe uszkodzenie mózgu i upośledzenie umysłowe, padaczka, głuchota, zgon
	laseczka tężca	jelito koni i bydła	zanieczyszczenie ran przetrwalnikami z gleby (produkcja neurotoksyny)	uszkodzenie rdzenia kręgowego przez neurotoksynę (silne, napadowe skurcze mięśni), zachowana przytomność	zgon
	pneumokoki pałeczka hemofilna typu B (Hib) meningokoki	chorzy ludzie, zdrowi nosiciele	kolonizacja, nosicielstwo (potajemny desant, koń trojański), inwazja	ropne zapalenie opon mózgowo-rdzeniowych i mózgu, sepsa	trwałe uszkodzenie mózgu, wodogłowie, głuchota, upośledzenie rozwoju, zgon
	prątek gruźlicy	chorzy na gruźlicę	inwazja (koń trojański)	przewlekłe zapalenie opon mózgowo-rdzeniowych i mózgu (największe ryzyko u niemowląt w 1. rż.)	trwałe uszkodzenie mózgu, wodogłowie, głuchota, upośledzenie rozwoju, zgon

<sup>a</sup> objaśnienia – p. tekst

Dr med. Jacek Mrukowicz, lekarz pediatra. Dyrektor Polish Institute of Evidence Based Medicine w Krakowie. Redaktor Naczelny „Medycyny Praktycznej Pediatrii”, Wiceprzewodniczący Polskiego Towarzystwa Wakcynologii.

## A JEDNAK SIĘ SZCZEPIĆ !

Barbara Płytycz (Kraków)

W krótkim odstępie czasu ukazały się na łamach *Wszecławiat* dwa bardzo ciekawe i emocjonalnie napisane artykuły, w skrajnie odmienny sposób nawiązujące do problemu szczepień ochronnych. Autorka wcześniejszego z nich, zatytułowanego „Szczepienia, a epidemie chorób mózgu u dzieci” (*Wszecławiat*, 112, (1–3): 20–28; 2011), profesor n. med. Maria Dorota Czajkowska-Majewska, przytacza przykłady szkodliwych reakcji poszczepiennych i konkluduje, że masowe szczepienia niemowląt i małych dzieci mogą przynieść więcej szkód (np. w postaci rozwoju autyzmu), niż korzyści. Na zakończenie prof. Czajkowska-Majewska podkreśla, że „opinie wyrażone w tej publikacji są wyłącznie opiniami autorki”. W niniejszym zeszycie *Wszecławiat* znajduje się natomiast artykuł doktora medycyny, Jacka Mrukowicza „Mózg w siłach mikrobów, czyli czego nie widzimy dzięki szczepieniom ochronnym” (*Wszecławiat*, 112 (4–6): 84–93; 2011), po lekturze którego z pełnym przekonaniem będę nakłaniać bliskie mi osoby do zaszczepienia dzieci przeciwko polio, ospie wietrznej, odrze, śwince, różyczce czy tężcowi.

Pierwsze szczepienia przeciwko polio wprowadzono w Polsce gdy byłam uczennicą szkoły podstawowej. Na szczepienie musieli wyrazić zgodę rodzice. Nie przypominam sobie, by ktoś z rówieśników nie poddał się szczepieniu, zapewne dlatego, że każdy z nas widział w otoczeniu osoby z niedowładem mięśni, będącym skutkiem tej okrutnej choroby. W tamtych latach nie było szczepionek przeciwko ospie wietrznej, którą to chorobę traktowało się jako nieuniknioną w okresie dzieciństwa. Co więcej, panowało wówczas – słuszne zapewne – przekonanie, że im wcześniejsze zachorowanie, tym choroba łagodniejsza (jeden ze znajomych, po czterdziestym roku życia, przechodził tę chorobę bardzo ciężko). Teraz już wiemy, że odległym w czasie skutkiem zakażenia wirusem ospy wietrznej może być półpaśec. Miałam więc szczęście, że nie dotknęło mnie (jeszcze) to schorzenie, bo znam osoby cierpiące na nawracające epizody półpaśca. Znam też dzieci urodzone przez matki, które zetknęły się podczas ciąży z wirusem różyczki. Z tych powodów trudno mi się odnieść do problematyki szczepień bez emocji. Emocji

tych nie ukrywam podczas wykładów z immunologii dla studentów biologii i kierunków pokrewnych. Zwracam młodzieży uwagę na to, że dzięki masowym szczepieniom osób z pokolenia ich dziadków, ospę czarną znają tylko z literatury (choć – być może – będą się musieli zaszczepić w związku z zagrożeniem użycia wirusów jako broni biologicznej). W trakcie wykładów podkreślam, że – budząca niegdyś grozę – wścieklizna jest praktycznie wyeliminowana na wielu obszarach Europy zachodniej i północnej, dzięki szczepieniom zwierząt domowych oraz doustnym szczepionkom rozmieszczanym w terenie dla zwierząt dzikich. Opowiadam o konieczności szczepień przypominających przeciwko wirusowi wszczepienego zapalenia wątroby; zachęcam osoby pracujące w terenie do szczepienia przeciwko odkleszczowemu zapaleniu mózgu. Tłumaczę przyczyny kłopotów ze szczepionką przeciwko grypie, wirusowi HIV, boreliozie. Artykuł doktora J. Mrukiewicza dostarczył mi nowych argumentów do tego fragmentu wykładów. Na zajęciach seminaryjnych sprowokuję jednak dyskusję nad oboma omawianymi tu artykułami, aby ukazać studentom różne podejścia do zagadnienia i skłonić ich do wyrobienia sobie własnego poglądu. Podkreślam, że nie zamierzam się wypowiadać na tematy medyczne, skupię się na aspektach biologicznych i etycznych.

### Czy istnieje związek szczepień z autyzmem?

W roku 1998, w prestiżowym czasopiśmie medycznym *Lancet*, opublikowano wyniki badania 12 dzieci z wadami rozwojowymi prowadzącymi do autyzmu, które pojawiły się u nich po zastosowaniu szczepionki przeciwko odrze, śwince i różyczce (MMR, *measles-mumps-rubella*) (Wakefield et al., *Lancet*, 1998, 351: 637–641). Informacje te podchwyciły środki masowego przekazu, co spowodowało w Wielkiej Brytanii spadek szczepień przeciwko ospie z 92–95% do 60–80% (w zależności od regionu). Natychmiast podjęte badania większej liczby przypadków nie potwierdziły związku przyczynowego szczepionki MMR z autyzmem (Taylor et al., *Lancet*, 1999, 353: 2026–2029). Zapoczątkowało to trwający do dzisiaj spór na temat przyczyn tej choroby, której częstotliwość wzrasta w ogromnym tempie. Negatywnym skutkiem tych wydarzeń jest nieodpowiedzialne rozpowszechnianie nieudokumentowanych naukowo informacji, pozytywnym skutkiem są natomiast rzetelne badania naukowe nad istotą i przyczynami autyzmu. Chorobę tę opisał po raz pierwszy Leo Kanner w roku 1943. W tym okresie szacowano, że występuje ona u czworga lub pięciorga spośród 10 000 dzieci. Obecnie

dotyczy to jednego spośród 110 dzieci w USA i jednego spośród 64 w Wielkiej Brytanii. Diagnoza autyzmu opiera się głównie na subiektywnej ocenie zachowania pacjenta, poszukuje się jednak obiektywnych biomarkerów tej choroby i przyczyn, prowadzących do obecnie panującej epidemii. Uważa się, że autyzm ma wiele przyczyn, w tym genetyczne mutacje i delecje, infekcje wirusowe, a także stany zapalne mózgu. Te ostatnie mogą być związane z nieprawidłowym rozwojem łożyska, niedojrzałą barierą krew-mózg, reakcjami immunologicznymi w organizmie ciężarnej matki, wcześniactwem, zapaleniem mózgu u noworodka, skażeniem środowiska, w tym też składnikami szczepionek (Ratajczak, *Journal of Immunotoxicology*, 2011, 8: 68–79; 80–94).

### Bezpieczeństwo szczepionek będących w użyciu

Baza danych VAERS (*Vaccine Adverse Event Reporting System*), na którą powołuje się Pani Profesor Czajkowska-Majewska, jest zbiorem informacji o niepożądanych wydarzeniach po szczepieniu, które mogą (lecz nie muszą) być spowodowane przez szczepionkę. Jest to bardzo wyraźnie zaznaczone na stronie internetowej systemu (<http://vaers.hhs.gov/data>): „Dane VAERS zawierają zarówno wydarzenia przypadkowo zbieżne jak i te rzeczywiście spowodowane przez szczepionkę”. „Przy ocenie danych z VAERS należy pamiętać, że (...) raporty o niepożądanych wydarzeniach dostarczone do VAERS nie dowodzą, że szczepienie spowodowało te wydarzenia”. Dane dotyczące przykrych objawów po szczepieniu może wprowadzić do systemu VAERS ktokolwiek: pracownik służby zdrowia, pacjent, rodzina pacjenta. Taki zbiór informacji musi być potem fachowo „przefiltrowany” pod kątem wiarygodności, po czym wybrane przypadki muszą być analizowane pod kątem medycznym, z zastosowaniem specjalistycznych technik laboratoryjnych. Dopiero takie dane mogą podlegać analizie statystycznej, której rezultaty mogą być użyte albo do siania paniki (co jest działaniem nieodpowiedzialnym), albo do podjęcia dalszych skrupulatnych badań naukowych.

Pani profesor Czajkowska-Majewska zwraca uwagę na toksyczność thimerosalu (pochodnej rtęci), używanego jako środek konserwujący w starszej generacji szczepionek i podaje bardzo prawdopodobny mechanizm działania tego związku na organizmy dzieci o genetycznie spowolnionym metabolizmie rtęci w organizmie. Powiązanie tego rtęciowego konserwanta szczepionek z rozwojem autyzmu zasugerowano już w roku 2004 (Waly et al., *Molecular Psychiatry*, 2004, 9: 358–370). Jeśli choćby niewielka



część pacjentów źle reaguje na ten związek – szczepionki z jego zawartością powinny być wycofane z użytku i zastąpione przez ich odpowiedniki z nowej generacji. Jako pacjenci, lub – co ważniejsze – rodzice albo dziadkowie małych pacjentów, mamy prawo domagać się szczepionek bezpiecznych nie tylko pod względem antygenów warunkujących ich swoistość, lecz też środków konserwujących oraz adiuwantów przedłużających ich działanie.

W artykule doktora Jacka Mrukowicza, z którego wymową w pełni się zgadzam, zaniepokoiło mnie sformułowanie „...chorują głównie osoby nieszczepione lub nieprawidłowo zaszczepione”. Nie jestem pracownikiem służby zdrowia, zadam więc naiwne pytanie: co to takiego „niekompletne zaszczepienie”? Jak tego uniknąć?

**Moim zdaniem – szczepić się trzeba koniecznie, mamy jednak prawo do rzetelnej informacji na temat szczepionek, mamy też obowiązek zabiegać o ich jakość.**

Prof. zw. dr hab. Barbara Płytycz jest biologiem, twórcą Zakładu Immunobiologii Ewolucyjnej w Instytucie Zoologii Wydziału Biologii i Nauk o Ziemi UJ

## POSZUKIWANIE PRZEZ ZWIERZĘTA

(kartka ze słownika etologicznego)

Jerzy Andrzej Chmurzyński (Warszawa)

### Część I. Wyszukiwanie przez zwierzęta

Nawet przypadkowy obserwator musi zauważyć zwierzęta czegoś poszukujące. Szukają one wody, pokarmu, drapieżcy – ofiar, pasożyty – żywicieli, rozdzielnopłciowe – osobnika przeciwnej płci, rodzice – czasem własnych dzieci, dzieci – rodziców, gniazdowniki – swego gniazda, ptaki wędrowne – zimowiska. Stąd widać, że termin ‘poszukiwanie’ (‘szukanie’) ma wiele znaczeń, a przede wszystkim dwa zupełnie odmienne: (1) ‘wyszukiwanie czegoś [lub kogoś]’: nieznanego miejsca lub obiektu o nieznanym lokalizacji, albo (2) ‘odszukiwanie’ (odnajdywanie) czyli staranie się odnaleźć jakieś znane z doświadczenia miejsce lub obiekt o wiadomym miejscu pobytu. Nie może więc dziwić, że w poszukiwaniach mogą brać udział różne mechanizmy, a zjawiska bywają nieraz złożone.

### Czy *Wszechświat* jest odpowiednim miejscem do dyskusji nad zaletami i wadami szczepień ochronnych?

Oczywiście TAK. Pełna nazwa kwartalnika to „Wszechświat. Pismo przyrodnicze”. Adresujemy je zatem do ludzi zainteresowanych naukami przyrodniczymi i szukających informacji podawanych w sposób przystępny, lecz kompetentny. Nie wyklucza to, że autorzy artykułów mają różny stosunek do opisywanych zjawisk. Wśród lekarzy i biologów są osoby przestrzegające przed szczepieniami, są też ich bezkrytyczni entuzjaści, a prawda leży zapewne pośrodku i naszym zadaniem jest wspólne wypracowanie optymalnego stanowiska. Odmawianie prawa publikacji we *Wszechświecie* osobom o poglądach niezgodnych z naszymi byłoby cenzurą.

Wyszukiwanie bywa często efektem zachowania instynktowego w rozumieniu N. Tinbergena (rozbudowanego przez G.P. Baerendsa). Ponieważ współczesne biologiczne nauki behawioralne albo zarzuciły korzystanie z tego terminu, albo – co gorsza – pod wpływem amerykańskich porównawczych psychologów niefortunnie powróciły niejako do *status quo* z początku XX w., w którym instynkt nie miał jasnego sensu. Uznają oni, że jest to zachowanie stereotypowe, charakterystyczne dla danego gatunku, widoczne u zwierzęcia wychowywanego od urodzenia w izolacji i ujawniające się w pełni rozwinięte u zwierząt, które nie miały okazji go ćwiczyć.<sup>1</sup> Przypomnijmy pokrótce jego istotne rysy (por. *Wszechświat*, 1950 Nr 7 (1799), ss. 199–203). Instynkt jest mianowicie dziedziczną zdolnością zwierząt i ludzi do wykonywania łańcucha różnych rodzajów zachowania się, napędzanych przez popędy i sterowanych przez

<sup>1</sup> Można się o tym przekonać zarówno z komentarzy do zoologicznych filmów prezentowanych w telewizji, jak i z Encyclopedia Britannica...

odpowiednie bodźce zewnętrzne, prowadzących do skutków koniecznych dla przeżycia osobnika lub utrzymania gatunku, a więc – biologicznie celowych. W przeciwieństwie do innych zachowań popędowych, *zachowanie się instynktowe* składa się zawsze z *dwóch etapów*: (1) przygotowawczego, często łańcuchowego, zwanego *fazą apetycyjną* (poszczególne jej składniki nazywamy zachowaniami apetycyjnymi) – i (2) *działania spełniającego*, niejako zaspakajającego potrzebę. Należy dodać, że zrealizowanie każdego ogniwa z łańcucha działań instynktowych redukuje odpowiednią, sterującą nim motywację (w etologii jest ona synonimiczna do popędu). Prócz początkowego zachowania apetycyjnego, stanowiącego pierwsze ogniwo łańcucha fazy apetycyjnej, a które jest czysto popędowe – każde następne zachowanie instynktowe jest *wyzwalane* przez adekwatny zewnętrzny bodziec wyzwalający: bodziec kluczowy (który pełni funkcję sygnałową ubocznie) wzgl. wyzwalacz (który się ukształtował właśnie w celu przekazu informacji). Jest on rozpoznawany przez właściwy dla danego poziomu organizacji instynktu mechanizm wyzwalający odbiorcy – co znaczy, że taki bodziec zwiększa prawdopodobieństwo wystąpienia działania instynktowego, którego właściwym źródłem jest przyporządkowany mu ośrodek motywacyjny (popędowy), a ten z kolei czyni ośrodek sterujący zachowaniem się. (Pod tym względem instynkty nie różnią się od innych popędowych zachowań, jak np. ucieczka przed wrogiem pod wpływem strachu. Natomiast proste reakcje odruchowe są *wywoływane* przez bodźce zewnętrzne, a realizowane przez łuk odruchowy). Zgodnie z lorenzowską tzw. zasadą podwójnej kwantyfikacji – przy silnym pobudzeniu danego ośrodka motywacyjnego zarządzone przezeń działania instynktowe może się pojawić nawet bez właściwego bodźca wyzwalającego, jako tzw. *działanie upustowe* (np. pogoń bardzo głodnego ptaka za nieistniejącym owadem) – co już jest wyłączną właściwością instynktów. Także tylko w zachowaniach instynktowych, w konflikcie motywacji (np. jednoczesnej tendencji do ataku i ucieczki) pojawiać się mogą sztywne wzorce zachowania z innego repertuaru zachowań instynktowych (często pielęgnacji ciała; tak też jest i u ludzi); są to tzw. *działania przerzutowe*. Dlatego też jako *kryteria* instynktu wykorzystuje się co najmniej jeden z faktów:

- 1 czy dane zachowanie jest poprzedzone przez inne o charakterze apetycyjnym, czy też samo w konsekwencji prowadzi do działania spełniającego,
- 2 czy zachowanie to może przejawiać się „w próżni” (*in vacuo*) jako działanie upustowe – i wreszcie
- 3 czy występuje ono jako działanie przerzutowe?

Na tej podstawie wyróżnia się kilka instynktów, jak pokarmowy, pobierania wody i elektrolitów (jonów), oddychania (zauważalny u zwierząt wtórnie wodnych), rozrodczy (wraz z wędrówkami, terytorializmem i budową gniazda), instynkt opieki nad potomstwem, snu i pielęgnacji ciała. Inne formy społecznego życia zwierząt (np. tworzenie stada, wzajemne karmienie się itp.) nie są przez Tinbergena uważane za instynktowe; podobnie etologia (w przeciwieństwie do psychologii) nie uznaje też istnienia „instynktu samozachowawczego”, a ucieczka przed wrogiem, tak jak zachowania się związane z hierarchią biologiczną – choć też mają charakter popędowy (są wyzwalane przez bodźce kluczowe!), nie mają jednak charakteru działań instynktowych. Istotną cechą etologicznej teorii instynktu jest to, że nie uważa ona wszystkich zachowań instynktowych za wrodzone, stereotypowe: taki charakter mają tylko sztywne wzorce zachowania działań spełniających i działania „zrytualizowane” odgrywające rolę w porozumiewaniu się zwierząt, np. w zalotach. Natomiast zachowania apetycyjne są mniej lub bardziej podatne na różne rodzaje uczenia się, a zwłaszcza warunkowania instrumentalne), przy czym np. poszukiwanie łupu przez drapieżce może być modyfikowane dzięki myśleniu konkretnemu (co znów w sytuacji powtarzającej się może prowadzić do uczenia się przez wgląd lub na drodze prób i błędów). Jeśli uwzględnić fakt, że w ramach zachowania apety-

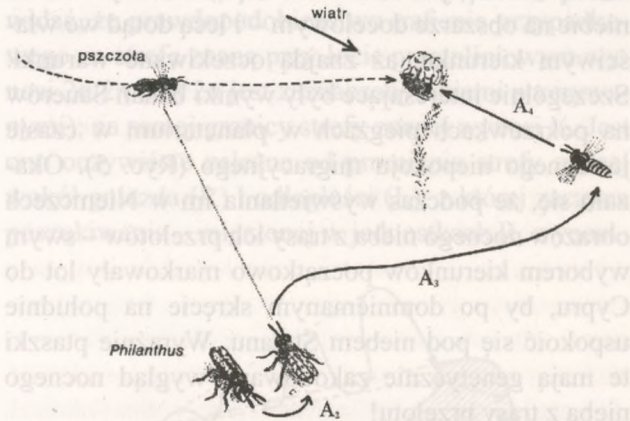


Ryc. 1. Lot zawisający pustulki jako przykład biernego wyszukiwania łupu (wg Heinzel et al. 1972, zmienione).

cyjnego mogą być wykorzystywane różne formy elementarnych rodzajów zachowania się odruchowego (np. kinez lub taksji) – przez podporządkowanie ich popędowi. instynkt może być zatem uznany za kanwę, wokół której osnuwają się różne formy zachowania się i zdolności psychiczne osobnika.

Charakter tak rozumianego zachowania się instynktowego ma oczywiście zarówno wyszukiwanie pokarmu roślinnego, zwierzęcego łupu, wynajdywanie

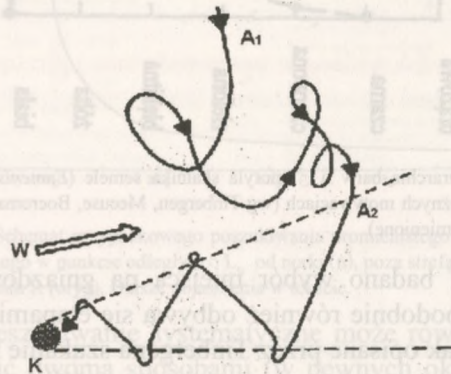
gospodarza przez pasożyta, odpowiedniego miejsca dla złożenia jaj (dotyczy to również parazytoidów), jak wody pitnej, lizawki soli, znajdowanie partnera seksualnego czy miejsca na gniazdo. Wszystkie te działania zaczynają się od popędowego, często chaotycznego „rozglądania się” (przy czym mogą w nim brać udział



Ryc. 2. Kilka z etapów zachowania się łowieckiego samicy taszczyzna (*Philanthus triangulum*) wg N. Tinbergena, (zmienione). Zob. w tekście.

różne zmysły), by każdy następny etap zachowania apetycyjnego uwzględniał inne aspekty i – zwykle – opierał się na innych mechanizmach. Najprostszym przykładem może służyć pustułka (*Falco tinnunculus*), która wybiera w terenie miejsce na czatowanie i tam – w locie zawisającym (Ryc. 1) – czeka na pojawienie się potencjalnego łupu. Przykładu bardziej rozwiniętego zachowania łowieckiego dostarczają ptaki owadożerne, które chodzą i szukają ofiar; podobnie postępują dzięcioły opukujące gałęzie i pnie drzew. Jeszcze bardziej rozwinięte na etapy jest zachowanie łowieckie samicy niewielkiej osy grzebaczowatej, taszczyzna (*Philanthus triangulum*), polującej na pszczoły miodne stanowiące pokarm dla jej larw (Ryc. 2). Zaczyna je zachowanie się apetycyjne (A), którego pierwsze ogniwo  $A_1$ , stanowi nieukierunkowany lot wyszukiwawczy zakończony odwróceniem się siedzącej na ziemi samiczki w kierunku zauważonego lecącego owada, po czym następuje lot równoległy po zawietrznej ze wzrokowym śledzeniem potencjalnego łupu ( $A_2$ ), aż do momentu, gdy ten usiądzie na kwiecie ( $A_3$ ). Wtedy taszczyzn zwraca się natychmiast głową w jego stronę, zajmuje pozycję w odległości ok. 10–15 cm po tej samej stronie i zawisa w powietrzu tak jak mucha z rodziny bzygowatych (*Syrphidae*), po czym odbywa ( $A_4$ ) poszukiwawczy podlot do pszczoły kierowany węchem (przy owadzie niepachnącym pszczołą – taszczyzn traci zainteresowanie). Dalsze etapy – należą już do działania spełniającego (C):  $C_1$  – błyskawiczny doskok i pochwylenie pszczoły (atak), po czym następuje ( $C_2$ ) bezpośrednie

rozpoznanie gatunku łupu – przypuszczalnie dotykowe – i sparaliżowanie łupu żądłem, a następnie ( $C_3$ ) zanieśenie go w locie do gniazda. Warto przy tym sobie uświadomić szczególne wymagania, jakie stoją przed (niedrapieżnymi) żądłówkami polującymi dla swych larw. Tu wzorując się na R. Minkiewiczzu można wyróżnić gatunki stenoagryczne (gr. *stenós* ‘wąski’, *ágra* ‘zwierzyna łowna’), których gospodarze polują na przedstawicieli nielicznych, bliskich sobie gatunków (rodzajów), jak nastecznik podróżnik (*Psammochares fuscus*, dawniej zwany *Pompilus viaticus* – a współcześnie jako śwędosz pajęczarz, *Anoplius fuscus*), który łowi wyłącznie pająki z rodzaju pogoniec (*Lycosa*), lub na przedstawicieli jednego gatunku, jak wspomniany już taszczyzn. Podobnie jest z monoi oligofagami (przez ekologów behawioralnych określanych mianem specjalistów pokarmowych). U tych zwierząt mechanizmy wyzwalające dane zachowanie instynktowe jest genetycznie „nastawione” na pewne sygnałowe bodźce wyzwalające: kształt, deseń, sposób ruchu, woń lub tp. Tak na przykład zapach indolu

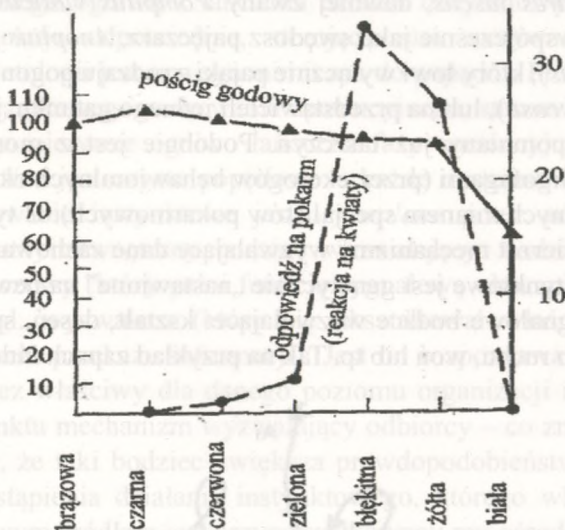


Ryc. 3. Lot wyszukiwawczy żuka gnojowego (*Geotrupes stercorarius*):  $A_1$  – faza bezkierunkowa,  $A_2$  – faza ukierunkowana wonią kału (K) lotem pod wiatr (W) (wg Burkhardta, zmienione).

i skatolu przywabia koprofagi (skatofagi), jak krówki (*Geotrupes spp.*) – Ryc. 3, poświętniki (*Scarabaeus spp.*) i plugi (*Aphodius spp.*).

Analogicznie odbywa się wyszukiwanie osobnika przeciwnej płci, przy czym, jak się wydaje, u niektórych gatunków zwierząt sprawa zaczyna się od wyodrębnienia przedstawiciela własnego gatunku (tak koty wyraźnie więcej zwracają uwagi na inne koty niż na inne ssaki); u innych zaś – jak u wardzanki (*Bembix rostrata*) – samiec reaguje niewielkim podlotem na wszystko „niewielkie”, co przelatuje, a dopiero bardziej zbliża się do owadów właściwie ubarwionych; przeważnie też u żądłówek (np. pszczoł) dużą rolę odgrywają feromony. Przy tym interesujące jest to, co nazwałem hierarchią barw: oto owady wielu gatunków mają wrodzone preferencje do pewnych barw, „lekceważąc inne – przy czym może być tak,

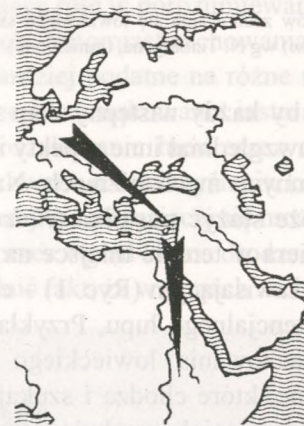
że odmienna jest hierarchia barw w motywacji pokarmowej, a inna przy składaniu jaj (np. na liściach, przez motyle typu *Pieris* i *Vanessa*) albo w motywacji seksualnej (jak u *Eumenis semele*) – Ryc. 4. Ciekawą sytuację odkryłem u samca wspomnianej wardzanki, który żeruje na fiołkowych lub liliowych kwiatach, a szuka samicy, ubarwionej w zielonobiałe i czarne paski, to jednak w eksperymentach wołał modele czarno-fiołkowe: tu hierarchia pokarmowa jakby promieniuje na inne sytuacje.



Ryc. 4. Hierarchia barw u ♂ motyla skalnika semele (*Eumenis semele*) w dwóch różnych motywacjach (wg Tinbergen, Meeuse, Boerema i Varosieu 1942, zmienione).

Mniej badano wybór miejsca na gniazdowanie. Prawdopodobnie również odbywa się etapami – podobnie jak opisane przez Tinbergena szukanie i obejmowanie terytorium przez ciernika trójkolczastego (*Gasterosteus aculeatus*). Natomiast zaskakuje niezwykłością odnajdywanie zimowiska przez wędrowne ptaki. Zwrócimy tu tylko uwagę na kilka szczegółowych przykładów, gdyż temat jest bardzo obszerny i wchodzi w zakres nawigacji – szczególnie bogato rozwiniętej w tej grupie kręgowców. Przede wszystkim należy zauważyć, iż mamy na uwadze tylko takie przypadki wędrowek „odśrodkowych” (a nie powrotnych), gdy niedoświadczone, młode ptaki same, bez przewodników udają się „w ciepłe kraje”. Tak u niektórych wróblowatych, łuszczaków, sikor i pokrzewek młode rozpoczynają lot na południe wcześniej niż osobniki dorosłe. Zwykle można doświadczalnie dość prosto wykazać, w jaką stronę świata ptak ma tendencję się kierować pod wpływem niepokoju migracyjnego. Często dużo trudniejszym zadaniem jest stwierdzenie, jaki jest mechanizm orientacji; w grę tu może wchodzić położenie słońca na niebie (nie wyłączając jego wysokości i kierunku pozornego ruchu), kierunek dominującego wiatru, czy wykorzystanie

poła magnetycznego Ziemi, Ba, nawet brano pod uwagę siłę Coriolisa; podczas przelotu południowego. Roman Wojtusiak dopuszczał też percepcję nocą swoistej łuny podczerwieni na południu – co jednak u stałocieplnych ptaków wydaje się nieprawdopodobne. Wiele ptaków migrujących dniem ma wrodzoną wiedzę, jak słońce ma się „zachowywać” na niebie na obszarze docelowym – i lecą dotąd we właściwym kierunku, aż znajdą oczekiwane warunki. Szczególnie interesujące były wyniki badań Sauerów na pokrzewkach piegżach w planetarium w czasie jesiennego niepokoju migracyjnego (Ryc. 5). Okazało się, że podczas wyświetlania im w Niemczech obrazów nocnego nieba z trasy ich przelotów – swym wyborem kierunków początkowo markowały lot do Cypru, by po domniemanym skręceniu na południe uspokoić się pod niebem Sudanu. Wyraźnie ptaszki te mają genetycznie zakodowany wygląd nocnego nieba z trasy przelotu!

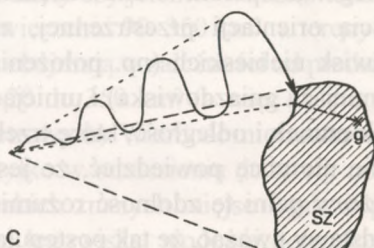


Ryc. 5. Trasa jesiennego wędrowania piegży (*Sylvia curruca*) zrekonstruowana przez Sauerów z doświadczeń w planetarium (wg V.B. Dröschera, zmienione). Objasnienia w tekście.

Z wyszukiwaniem znanego terenu mamy do czynienia wówczas, gdy zwierzę filopatryczne, przywiązane do pewnego terenu sobie znanego, zostanie z niego nagle wyrzucone przez jakąś siłę wyższą, jak powódź, huragan czy... eksperymentator. Wtedy ma do dyspozycji trzy strategie: dwie mające cechy wyszukiwania – (1) poszukiwanie przypadkowe lub (2) przeszukiwanie systematyczne – i jedną należącą do odzukiwania, do której przejdziemy na końcu.

Poszukiwanie przypadkowe ma różne warianty. Do nich należą zwłaszcza dwa bardziej znane: (a) poszukiwanie promieniste i (b) rozszerzone poszukiwanie promieniste – to drugie znane raczej teoretycznie (Ryc. 6). Pierwsze – o ile nie zostało udokumentowane teledetekcją z indywidualnych nadajników przyczepionych do osobników badanego gatunku zwierząt i radiopelengacją – można przyjąć teoretycznie, że gdy wiele osobników badanych, wziętych z gniazd

położonych w jednej i tej samej strefie znanej (FA), wypuszczonych poza nią startuje w różne strony świata z jednakowym prawdopodobieństwem, wracają one niedługo potem, a efektywność takiego poszukiwania dramatycznie spada ze wzrostem odległości punktu wypuszczenia od granicy strefy znanej (SZ) – zob. Ryc. 7, wykres dolny. Z rysunku górnego widać, że prawdopodobieństwo trafienia przypadkowego na strefę znaną przy locie prostoliniowym wynosi  $2\alpha/2\pi$  (kąt  $2\alpha$  jest zaznaczony liniami przerywanymi); na samej granicy strefy znanej wynosi  $1/2$ . Jest ono oczywiście zależne od promienia strefy znanej wokół gniazda (R) i odległości (L), z której zaczyna poszukiwania – mierzonej w jednostkach R, wynosi



Ryc. 6. Model przypadkowego poszukiwania strefy znanej (SZ), na której znajduje się gniazdo (g), rozszerzonego o rozwijającą się sinusoidę (oryg.).

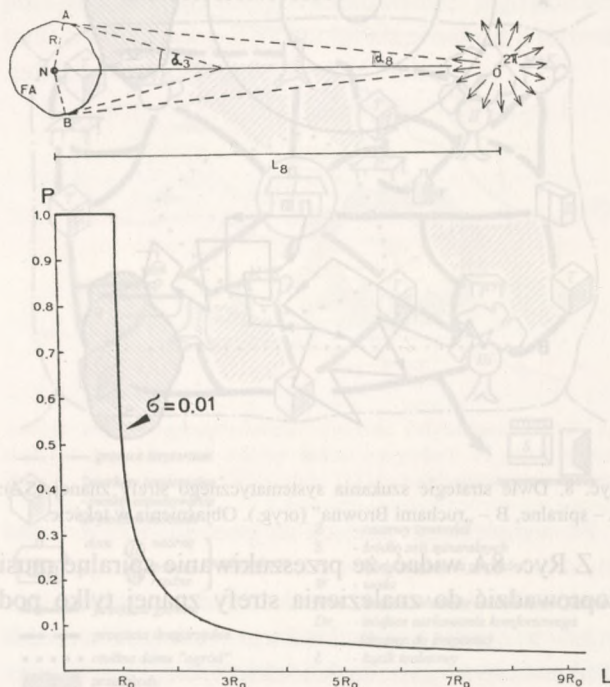
$P = \text{arc sin } \frac{R/L}{\pi}$  lub w mierze kątowej:  $\text{arc sin } \frac{R/L}{180^\circ}$ ; (warto zauważyć, że w większości kalkulatorów wartość  $\text{arc sin}$  otrzymuje się za pomocą klawiszów INV sin).

Znaczy to zarazem, że przy jednakowym promieniu strefy znanej w populacji – proporcja  $P$  zwierząt wypuszczonych w punkcie  $O$  odległym o  $L$  od gniazda /gniazdowiska trafi z powrotem. Ponieważ w praktyce zawsze jest zmienność tych promieni u różnych osobników w populacji, zatem trzeba szacować ich odchylenie standardowe (na dolnym wykresie, na Ryc. 7 przedstawiono krzywą dla  $\sigma = 0,01$ ; dla pojedynczego osobnika jest to funkcja nieciągła: w obrębie  $R_0$  wynosi 1, by w odległości  $R_0$  równać się  $1/2$ , dalej spadając do zera).

Wzór ten, po przekształceniu, może mieć ciekawe i ważne zastosowanie – nawet praktyczne. W oparciu o bardzo dokładnie przeprowadzoną pracę T. Uchidy i M. Kuwabary (1961) nad powrotem robotnic pszczoły miodnej do ula, nabrałem przekonania, że znaczna ich część posługuje się omawianą strategią powrotu. Ze wzoru

$R_0 = L \sin(P \cdot 180^\circ)$ , a w mierze łukowej  $L \sin(P \cdot \frac{\pi}{2})$ . obliczyłem więc ich średni promień strefy znanej, który w 1943 r. wyniósł  $1,14 \pm 1,14$  km, a w 1945 r.  $1,18 \pm 0,35$  km. Jak widać model ten pozwala na doświadczone szacowanie różnic średniego promienia

strefy znanej (R) oblatywanej przez pszczoły zbieraczki z danego ula w różnych warunkach. Wraz z moim przyjacielem, wybitnym statystykiem, Robertem Bartoszyńskim, opracowaliśmy komputerowy program „OSY” pozwalający z danych proporcji powrotów z różnych odległości obliczać te wartości (mogę go udostępnić zainteresowanym).



Ryc. 7. Schemat przypadkowego poszukiwania promienistego owada wypuszczonego w punkcie odległym o  $L_B$  od norki (n), poza strefą znaną (FA) o promieniu R (oryg.). Dalsze objaśnienia w tekście.

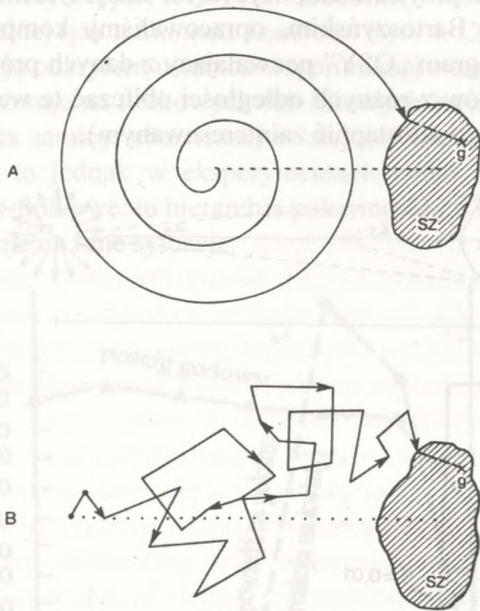
Przeszukiwanie systematyczne może również zachodzić dwoma sposobami (w pewnych okolicznościach mają one charakter poszukiwania przypadkowego) – Ryc. 8.

Jeden sposób, to przeszukiwanie terenu po spiralnej trasie. Jeśli weźmiemy pod uwagę spiralę Archimedeusza, tzn. toru ruchu odpowiadającego płaskiej krzywej zakreślonej przez zwierzę odsuwające się równomiernie ze stałą prędkością od stałego punktu początkowego, podczas gdy wektor promienisty ( $r$ ) obraca się wokół tegoż stałego punktu ze stałą prędkością kątową, to równanie spirali Archimedeusza jest  $r = a\theta$ , gdzie  $a$  jest *constans*,  $r$  jest długością promienia mierzonym z punktu wyjścia  $O$ , zaś  $\theta$  jest kątową pozycją (liczbą obrotów) we współrzędnych biegunowych. Długość linii spiralnej ( $S$ ) rośnie wraz z kwadratem oddalenia się ( $L$ ) od punktu wyjścia i jest odwrotnie proporcjonalna do skoku spirali  $a$ ; gdy długość linii jednego obrotu rośnie liniowo z jego promieniem ( $r$ ), średnia długość obrotu spirali

$$S_{\text{obr}} = 2 \pi (L / 2) = \pi L;$$

liczba obrotów wynosi ok.  $L/a$ ,

wobec czego całkowita długość ( $S$ ) spirali wynosi około  $S = \pi L/a$ .



Ryc. 8. Dwie strategie szukania systematycznej strefy znanej (SZ): A – spiralne, B – „ruchami Browna” (oryg.). Objasnienia w tekście.

Z Ryc. 8A widać, że przeszukiwanie spiralne musi doprowadzić do znalezienia strefy znanej tylko pod

warunkiem, że jej promień nie będzie mniejszy od skoku spirali  $a$ ; w przeciwnym razie umożliwia ono przypadkowe trafienie na strefę znaną. Ponieważ ruch po spirali jest bardzo nieekonomiczny ( $S$  dramatycznie rośnie wraz z obrotami), zwierzę może zaniechać dalszego szukania. Zatem ta strategia, jak i następna, przeszukiwanie terenu „ruchami Browna”, daje najlepsze rezultaty na ograniczonym terenie, np. na wyspie na tyle niedużej, że motywacja zwierzęcia do szukania gniazda nie wygaśnie przed jego odnalezieniem.

Wreszcie ptaki dysponujące zdolnością do prawdziwej nawigacji astronomicznej, o których była mowa przy okazji badań Sauerów, mogą używać tych samych metod do odnajdywania gniazda po wywiezieniu z niego. „Po prostu” – one wszędzie dysponują możliwością orientacji przestrzennej, znając parametry zjawisk niebieskich (np. położenia słońca na niebie w miejscu gniazdowiska) i umiając wyprowadzić stąd kierunek i odległość, które trzeba pokonać. Oczywiście nie chcę powiedzieć, że jest to proste, a nawet, że w pełni tę zdolność rozumiemy, ale że mamy podstawy uważać, że tak postępują.

Odszukiwanie miejsca, łupu lub tpu w obrębie strefy znanej albo tzw. pola orientacji zostanie omówione w drugiej części artykułu.

## Część II. Odnajdywanie przez zwierzęta.

Zwierzęta większości gatunków żyją w świecie sobie znanym – w przeciwieństwie do zwierząt planktonowych i stanowiących aeroplankton, zapewne także mieszkańców toni wodnej (pelagialu) oraz pierwotniaków (które już od dość dawna wyodrębniane są w osobne królestwo i nie należą do świata zwierząt).

Cóż to znaczy „znany świat”? Chodzi przede wszystkim o takie elementy świata otaczającego, których zwierzę już doświadczyło i pamięta je gorzej lub lepiej. Znajomość zakłada więc naukę i pamięć – przede wszystkim topograficzną, choć niektórzy ludzie i zwierzęta niektórych gatunków „znają się” też na niebie – dziennym lub nocnym, a niekiedy nawet na obu. W świecie zwierząt może też zachodzić przedustawna, wrodzona „znajomość” pewnych elementów świata, czym górują one nad człowiekiem. Tak np. pszczoła miodna kierując się tzw. kompasem

słonecznym może przez cały dzień odwiedzać źródło pożytku i zanosić wziętek do ula mimo, że rano słońce świeciło na wschodzie, w południe – na południu, a wieczorem na zachodzie. Co więcej, wykazano doświadczalnie, że pszczoła „wie”, że nocą Słońce<sup>1</sup> przechodzi dalej pod północnym horyzontem ku wschodowi! Małeńki skorupiak, zmierzaczek plażowy (*Talitrus saltator*) wykazuje nocą kompasową orientację według księżyca – a kto z nie-astronomów umie powiedzieć, jak Księżyc „zachowuje się” w czasie tej doby? (Czyż czasem nie widzi się rysunków, na których księżyc jest zwrócony rogami do słońca?)

Nabyta znajomość otoczenia zaczyna się z przyjściem na świat osobnika – bardzo często dzięki tzw. wpajaniu topograficznemu. A wpajanie (ang. *imprinting*) jest szczególnym rodzajem bardzo szybko zachodzącego, nieodwracalnego uczenia się, w którym osobnik zapamiętuje cechy i nawiązuje więzi emocjonalne z przedmiotem wpajania, którym

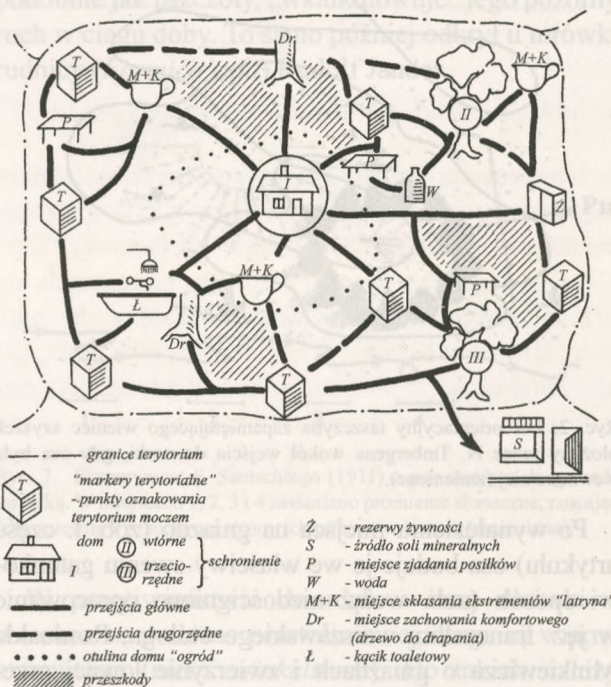
<sup>1</sup> Słońce i Księżyc jako ciała niebieskie piszę z dużej litery, zaś jako zjawiska na niebie – małą.

tutaj jest topografia środowiska życia, wygląd ojczy-  
stego terenu. Na wpajaniu opiera się przywiązanie do  
niego u gatunków zwierząt filopatrycznych – tzw. fi-  
lopatryczność (przywiązanie do miejsca, niem. *Orts-  
gebundtheit*), wyrażające się w „wierności” dla niego  
(niem. *Ortstreue*). Obserwuje się to zwłaszcza u ga-  
tunków zwierząt mających mieszkania, z reguły oto-  
czone ‘strefą mieszkalną’ (ang. *home range*; ekolodzy  
behawioralni nazywają ją ‘arealem osobniczym’) – za-  
równo terytorialnych, jak i nie – np. u wielu gnieźdzą-  
cych się owadów. (Terytorium albo rewirem nazywa  
się każdą strefę bronioną; niebronionej – taka nazwa  
nie przysługuje). Filopatryczność obserwuje się także  
u gatunków zwierząt niemających mieszkań, np. u ko-  
pytnych jak sarny czy jelenie. Wilcza wataha wymaga  
arealu o powierzchni 90–350 km<sup>2</sup>, a tereny łowieckie  
samca rysia obejmują w zależności od produktywności  
łowiska od 20 do 350 km<sup>2</sup> (a więc koła o promieniu  
10,5-kilometrowym). Wierność miejscu może się prze-  
jawiać nie tylko w odniesieniu do strefy mieszkalnej,  
ale też do takich znanych miejsc – jak wypoczynko-  
we, czasowe legowiska, wodopój, teren łowiecki lub  
ulubione żerowisko, kąpielisko (wodne, słoneczne czy  
piaskowe), kąciki toaletowe, czy refugia (wtedy więc  
wytwarza się pod wpływem warunkowania i zapewne  
jest bliższa przyzwyczajeniu). Te składniki środowi-  
ska życia zwierzęcia – wraz z drogami – wchodzi  
w skład tzw. systemu przestrzenno-czasowego, czyli  
zbioru punktów w przestrzeni, w których osobnik  
w określonym czasie wykonuje określone działania  
(wliczając w nie naturalnie odpoczynek i sen). Do po-  
wszechnie znanych zwierząt o rozwiniętym systemacie  
przestrzenno-czasowym i uporządkowanej, bronionej  
strefie mieszkalnej (a więc stanowiącej terytorium) na-  
leży kot domowy (Ryc. 1; por. *Wszczęświat* 1968 Nr 3  
(1996) ss. 73–76).

Z wyjątkiem zwierząt przytwierdzonych do pod-  
łoża (*epizoa*) – te ruchliwe muszą się przemieszczać  
czynnie między elementami swego świata otaczają-  
cego, a to wymaga ich zdolności do orientacji prze-  
strzennej drugorzędowej i nawigacji. Przez tę orien-  
tację rozumie się zdolność lub fakt skierowania ruchu  
lokomocyjnego organizmu względem wewnętrznych  
lub/i zewnętrznych bodźców mające na celu odnaj-  
dywanie i rozpoznawanie miejsca. Natomiast nawi-  
gacją u zwierząt nazywamy proces ustalania prze-  
biegu (kursu) ruchu lokomocyjnego, zwłaszcza jego  
kierunku i – albo długości trasy – albo też określenia,  
gdzie ową lokomocję należy przerwać, gdy cel został  
osiągnięty.

Najwcześniej zaczęto badać zdolność powrotu  
zwierząt do gniazda (ang. *homing*) – i to u owadów,  
w czym szczególnie zasłużył się wybitny francuski

entomolog Jean-Henri Fabre (1823–1915); nieco  
później zajęto się ptakami. Jeszcze wcześniej zaczęto  
badać sposób orientacji w przestrzeni u nietoperzy  
owadożernych: Pierwszym był Lazzaro Spallanzani,  
który w doświadczeniach z 1793 i 1794 kazał latać  
oślepionym nietoperzom pośród porozciąganych nici –  
i tak stwierdził, że nie kierują się wzrokiem.

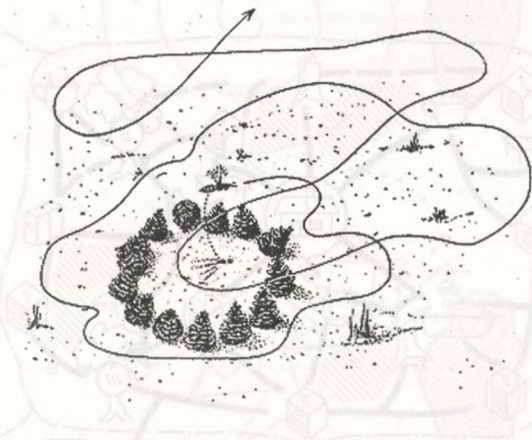


Ryc. 1. Dobrze rozwinięta strefa mieszkalna wiejskiego kota domowego. Zauważ, że kot ma tendencję do chodzenia tylko po swoich drogach, a nie po bezdrożach! (wg A. Urbańczyka, zmienione).

Pierwsi badacze powrotu do gniazda ptaków różnili dwa etapy orientacji przestrzennej: orientację daleką (ang. *distant orientation*, niem. *Fernorientierung*) i orientację bliską (ang. *proximate orientation*, niem. *Nahorientierung*), w której ptak kieruje się do gniazda pod wpływem bodźców dochodzących bezpośrednio z niego. Mechanizm orientacji dalekiej ptaków jest wciąż wzbogacany w wyniku nowych badań. W ogóle nawigacja ptaków okazuje się ciągle bardzo tajemnicza, tak że zainteresowanego tym tematem polskiego czytelnika muszę odesłać do szerszego (choć też niezbyt obszernego) tekstu D.R. Griffina: *Wędrowki ptaków* [„Nowości Nauki i Techniki”]. Warszawa 1967. Jest on niestety mocno nieaktualny: nie ma w nim jeszcze mowy o roli węchu w rozpoznawaniu terenów, nad którymi ptak przelatuje. Z braku miejsca pomijam też nawigację migrujących ryb i żółwi – jak *Chelone mydas*.

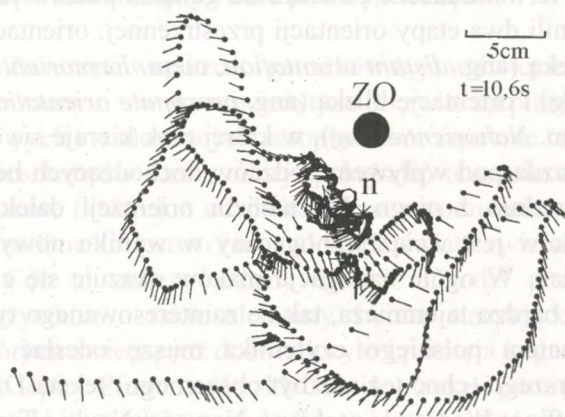
Zajmę się prostszą orientacją mających gniazda owadów, jak żądłowki (*Hymenoptera-Aculeata*) latające: osy grzebaczowate (*Sphegidae s. Sphecidae*), nastecznikowate (*Pompilidae vel Psammocharidae*),

osy społeczne (*Vespidae*), pszczoły (*Apidae*), a wśród nich trzmiele (*Bombinae*), czy chodzące, jak mrówki (*Formicidae*). Jest ona w dużej mierze niezłe poznana. Omówię to na przykładzie przedstawicieli grzebaczowatych (które będę określał potocznie, choć nie w pełni poprawnym mianem ‘os’) – i mrówek.



Ryc. 2. Lot orientacyjny taszczyzna zapamiętującego wieńiec szyszek ułożony przez N. Tinbergena wokół wejścia do norki, gdy osa była wewnątrz niej (zmienione).

Po wynalezieniu miejsca na gniazdo (zob. I. część artykułu) osa buduje je we właściwy swemu gatunkowi sposób (zob. wciąż niedoścignione opracowanie w jęz. francuskim warszawskiego etologa, Romualda Minkiewicza o gniazdach i zwierzyńce łownej grzebaczowatych w Polsce: *Polsk. Pismo Ent.*, 10, 1931, z. 3-4, 11, 1932, z. 1-4, 12, 1933, z. 1-4). Osmyki (*Cerceris sp. sp.*), badany przez N. Tinbergena taszczyzn (*Philanthus triangulum*) i mój ulubiony obiekt



Ryc. 3. Lot orientacyjny typu OSP osmyka (*Cerceris sp.*) przed norką (n), za którą umieszczono znak orientacyjny (ZO) (wg J. Zeila, zmienione).

badań, wardzanka (*Bembix rostrata*), kopia norki w piaszczystej glebie. Wszystkie należą do owadów nektarozernych, których samiczki aprowidują norki upolowanymi i sparaliżowanymi przez ukłucie żądłem owadami – osmyk pszczeli (*Cerceris rybyensis*) samotnymi pszczołami, osmyk okazały (*Cerceris*

*arenaria*) ryjkowcami, taszczyzn pszczołami (na ogół miodnymi), wardzanka muchami. Podczas kopania owad od czasu do czasu niewysoko podlatuje w prostym locie orientacyjnym, co pozwala mu na zapamiętanie sytuacji przy samej norce. Jednak lecąc na żerowanie czy polowanie owad stanie przed koniecznością znania szerszego obszaru terenu. Dlatego wtedy wykonuje bardziej rozwinięty lot orientacyjny (po ang. często *locality study*). Przy norkach w ziemi lot orientacyjny często polega na rozwijaniu coraz to wyższej spirali (u osmyków, u taszczyzna – Ryc. 2), choć może też być przyglądanie się od jednej strony (Ryc. 3). Gdy wejście do gniazda jest z boku, jak do barci czy ula, lot orientacyjny w formie rozwiniętej (pierwszy lub późniejszy, tzw. reorientacyjny) zawsze zawiera fazę, w której owad odwraca się głową do gniazda (wylotku ula) i przygląda się mu (Ryc. 4), dlatego bywa zwany – odwróć się i patrz (OSP; ang. *turn back and look*, *TBL*), a dopiero po którymś razie odlot przybiera mniej lub bardziej prostoliniową postać, bez odwracania się i krzywych orientacyjnych. Nieco podobne do tych lotów są odbywane pieszo przez mrówki krzywe orientacyjne.



Ryc. 4. Wylot trzmiele z gniazda skrzynkowego z elementem OSP – widok z góry (wg W. Wagnera, zmienione).

Niejako odwrotny charakter (tyle, że bez odwracania się) ma zachodzący przy powrocie do gniazda lot rozpoznawczy (Ryc. 5). Również – początkowo trwający długo i rozwinięty – z czasem redukuje się do prostego dolotu. Wykonując doświadczenia – tak jak to przedstawione na Ryc. 2 i 5 z umieszczonym wokół norki wieńcem szyszek – można się było dowiedzieć wielu rzeczy. A więc – że najlepiej takich zmian dokonywać, gdy gospodyni jest w norce; bo wtedy prowokuje się ją do rozwiniętego lotu orientacyjnego. Gdy wszakże osa „wyskoczy” szybko, trzeba szyszki zabrać i w podobny sposób ułożyć je na nowo. Niemniej takie zakłócenie – nawet po zabranu

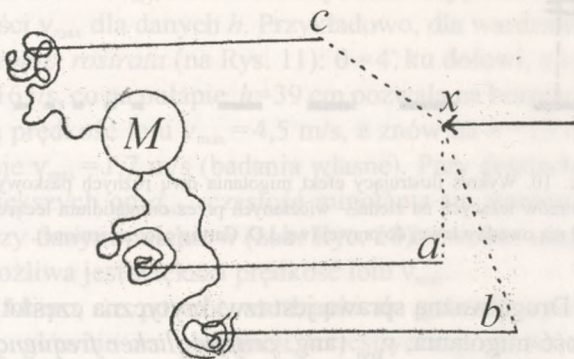


szyszek – spowoduje powracającą do rozwiniętego lotu rozpoznawczego. Wardzanka, która przeciwnie niż osmyki i taszczyń, odlatując dokładnie zamyka i zamaskowuje wejście do norki piaskiem, zarówno zakopując norkę, jak i odkopując ją co jakiś czas robi niewysokie (do 5 cm) podloty – czasem połączone z oblotem najbliższej okolicy (np. wieńca lub poszczególnych szyszek).



Ryc. 5. Lot rozpoznawczy powracającego do norki taszczyńa z lupem (wg N. Tinbergena, zmienione).

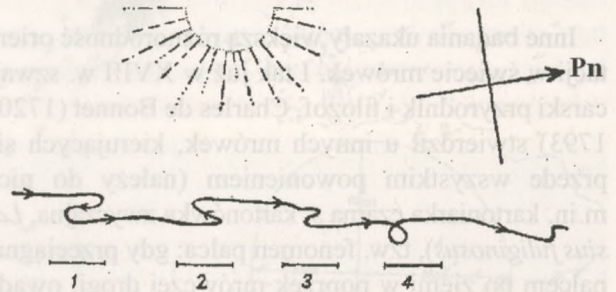
Charles Henry Turner opisał w 1907 roku analogon lotu rozpoznawczego u mrówek, w postaci chodu o kształcie nieregularnej spirali, służącego do odnalezienia po powrocie wejścia do gniazda lub opuszczonego obiektu (np. źródła pokarmu). Te, tak zwane następnie ‘krzywe Turnera’, są szczególnie widoczne, gdy nastąpi zakłócenie orientacji wracającej mrówki – jak w przedstawionym na Rys. 6 doświadczeniu francuskiego myrmekologa, Victora Cornetza (1914).



Ryc. 6. Powracająca do mrowiska (M) mrówka zostaje pochwycona w punkcie  $x$  i przeniesiona do  $a$ ,  $b$  lub  $c$ . Odległość tych punktów do końca odcinków prostoliniowych jest ta sama – równa drodze  $x - M$ . Później zdeorientowane mrówki zataczają poszukiwawcze ‘krzywe Turnera’. (wg Cornetza 1914; zmienione).

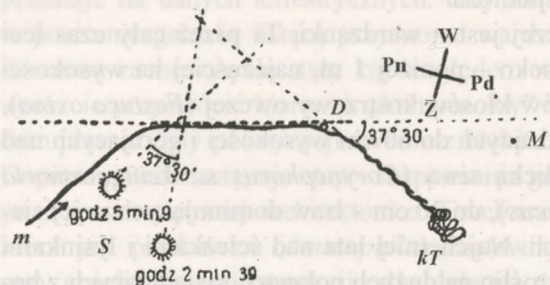
Przenosząc w inne miejsca osobniki pustynnego rodzaju *Cataglyphis* powracające prostoliniowo do

mrowiska, wykazał, że idą one w tym samym kierunku na tak samo długiej trasie, by nie znajdując wejścia do mrowiska zaczynać poszukiwania zataczając krzywe Turnera. Felix Santschi wykazał (1911) w doświadczeniu z lustrem, że *Cataglyphis* na prostoliniowym odcinku drogi orientuje się według położenia słońca na niebie (Rys. 7). Okazało się przy tym, że podobnie jak pszczoły, „wkalkulowuje” jego pozorny ruch w ciągu doby. To samo później odkrył u mrówki rudnicy (*Formica rufa*) Rudolf Jander.



Ryc. 7. Eksperyment F. Santschiego (1911) z powracającą do gniazda mrówką. W miejscach 1, 2, 3 i 4 zasłaniano promienie słoneczne, rzucając jednocześnie z przeciwnej strony ich odbicie w lustrze (zmienione).

W przeciwieństwie do nich – inne mrówki – wzrokowce podczas prostoliniowej drogi są wierne azymutowi (niem. *winkeltreue*). Do takich należy hurtnica pospolita cz. czerniec (*Lasius niger*). Stwierdził to Rudolf Brun (1914), gdy przetrzymał w ciemności jedną robotnicę od godziny 16.00 do 17.30 – kiedy to Słońce przesunęło się po łuku równym  $22,5^\circ$ . Po uwolnieniu mrówka poruszała się pod takim kątem do Słońca, pod jakim postępowała poprzednio – i w rezultacie zboczyła ze swej początkowej, właściwej drogi o taki sam kąt  $22,5^\circ$ , o jaki w tym czasie przesunęło się Słońce (Rys. 8).



Ryc. 8. Eksperyment Bruna (1914). S – słońce, m – kierunek drogi powracającej do mrowiska (M), D – miejsce, w którym mrówka została zamknięta w ciemnym pudełku, kT – krzywe Turnera (zmienione).

W opisywanych przypadkach nawigacja podczas orientacji dalekiej owadów ma charakter tzw. nawigacji zliczeniowej (ang. *dead reckoning*), wykorzystującej jako składową kierunkową tzw. astrotaksję

(gdy uwzględnia pozorny ruch słońca na niebie), albo menotaksję (reakcję kompasową) – jak w doświadczeniu Bruna. Drugim składnikiem jest orientacja odległościowa.



Ryc. 9. Fenomen palca – doświadczenie Ch. de Bonneta (zmienione).

Inne badania ukazały większą różnorodność orientacji w świecie mrówek. I tak już w XVIII w. szwajcarski przyrodnik i filozof, Charles de Bonnet (1720–1793) stwierdził u innych mrówek, kierujących się przede wszystkim powonieniem (należy do nich m.in. kartoniarka czarna s. kartonówka zwyczajna, *Lasius fuliginosus*), tzw. fenomen palca: gdy przeciągnął palcem po ziemi w poprzek mrówczej drogi, owady te, które poprzednio szły tą drogą bez żadnych wahań, raptem zatrzymywały się przed ledwo widocznym śladem palca. Wobec tego, że ruch mrówek na drodze odbywa się w obu kierunkach, wkrótce po obu stronach tej niewidzialnej granicy powstały skupienia tych owadów (Ryc. 9). Tak orientacja węchowa, jak i wzrokowa, obserwowalna podczas krzywych Turnera, jest przejawem najprostszej nawigacji terestrycznej (ang. *piloting*). U niektórych gatunków latających żądłówek, jak osmyki, osy i pszczoły zachodzi ona w końcowej fazie odnajdywania gniazda, w orientacji bliskiej. Na dalszych trasach, odbywanych często (np. do tego samego źródła wziętku) zwykle bywa u nich zastąpiona przez nawigację zliczeniową. Pozwala ona na lot na wyższym pułapie (np. ok. 3 m), podczas którego owad nie dostrzega drobnych szczegółów podłoża.

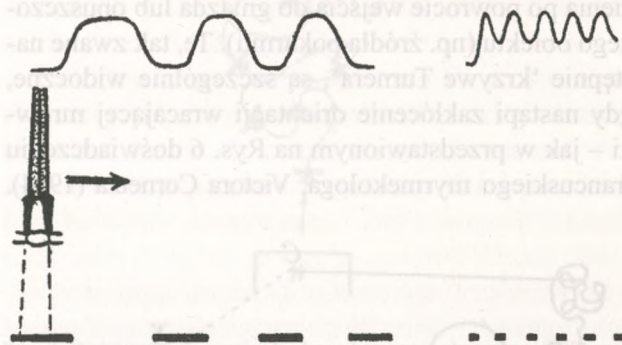
Inaczej jest u wardzanki. Ta przez cały czas leci niewysoko – poniżej 1 m, najczęściej na wysokości czubków kłosów kostrzewy owczej (*Festuca ovina*), dochodzących do 60 cm wysokości i górujących nad szczotlichą siwą (*Corynephorus s. Weingaertneria canescens*), do 30 cm – traw dominujących w jej siedliskach. Najchętniej lata nad ścieżkami i łysinkami wśród roślin na dużych polanach sąsiadujących z borami suchymi i świeżymi, gdzie łatwo znaleźć macierzankę (*Thymus serpyllum*), świerzbnicę (*Knautia arvensis*) i jasioniec (*Jasione montana*), a w sierpniu czasem zdarzają się nawet kwiaty wrzosu (*Calluna vulgaris*), których niebieskie i liliowe kwiaty stanowią ulubione źródło nektaru, zaś baldaszkowate (*Umbelliferae*) dostarczają pod dostatkiem much do zaopatrywania głodnej larwy.

Warto tu sobie uświadomić zależności między pułapem lotu owada i właściwościami jego wzroku. Żeby jego oko złożone rozróżniło dwa punkty położone bardzo blisko siebie, musi mieć dużą zdolność rozdzielczą (ang. *resolving power*, niem. *Auflösungsvermögen*,  $\theta$ , czyli kąt minimalny ( $\alpha_{\min}$ ), pod którym oko jeszcze rozróżnia dwa punkty bardzo mało oddalone od siebie:  $\theta = \alpha_{\min}$ ). Ta zdolność rozdzielcza oka (*oculus*) zależy od ( $1^\circ$ ) wielkości oka (a więc i liczby elementów receptorowych); zależy też od ( $2^\circ$ ) kąтового zagęszczenia ommatiów,  $n$ :

$$n = \frac{\alpha}{\theta}$$

(gdzie  $\alpha$  jest kątem widzenia obejmowanym przez  $n$  ommatidiów) – wynosi mianowicie:  $\theta = 2\varphi$ ,

(gdzie  $\varphi$  stanowi kąt dywergencji sąsiednich ommatidiów), co oznacza, że jedno niepodrażnione ommatidium musi leżeć między oboma pobudzonymi. Upraszczając, można powiedzieć, że – jeśli oko ma w danym miejscu jednorodną budowę – kąty dywergencji ommatidiów ( $\varphi$ ) równają się też aperturom kątowym – ‘kątom rozwarcia’ (niem. *Öffnungswinkel*) ommatidiów ( $\psi$ ), a więc  $\theta = 2\psi$ . Zatem w oczach złożonych większą zdolność rozdzielczą daje a) mniejsza średnica (apertura kątowa,  $\psi$ ) ommatidiów i b) mniejsza ich dywergencja ( $\varphi$ ).



Ryc. 10. Wykres ilustrujący efekt migotania dwu różnych paskowych wzorców leżących na ziemi – widzianych przez ommatidium lecącego nad nią owada z lewej do prawej (wg J.D. Carthy'ego; zmienione).

Drugą ważną sprawą jest tzw. krytyczna częstotliwość migotania,  $\nu_{\text{kryt}}$  (ang. *critical flicker frequency*; rzadziej: [*flicker*] *fusion frequency*), *cff*, niem. [*Flimmer*] *Verschmelzungsfrequenz*) czyli maksymalna częstotliwość regularnie padających na tę samą część siatkówki (lub ommatidium) migających błysków świetlnych lub obrazów (np. kadrów filmowych), które jeszcze są rozróżniane jako pojedyncze, następujące po sobie, albo – przeciwnie – najniższa częstość takich mignięć, przy której układ wzrokowy już nie

rozdziela poszczególne impulsy, a odbiera je jako obraz ciągły.



Ryc. 11. Wardzanka unosząca się nad gniazdem (oryg.).

Lecący nad ziemią owad na ogół „chce” widzieć, nad czym przelatuje (por. Ryc. 10.). W tym celu musi on dopasować pułap lotu ( $h_{\min}$ ), wielkość ( $d_{\min}$ , tzw. *minimum separabile*) dostrzeganych szczegółów podłoża i prędkość lotu ( $v_{\max}$ ) do krytycznej częstotliwości migotania ( $v_{\text{kryt}}$ ) swych oczu. Ilustruje to Ryc. 11.

Odpowiednia zależność wynosi

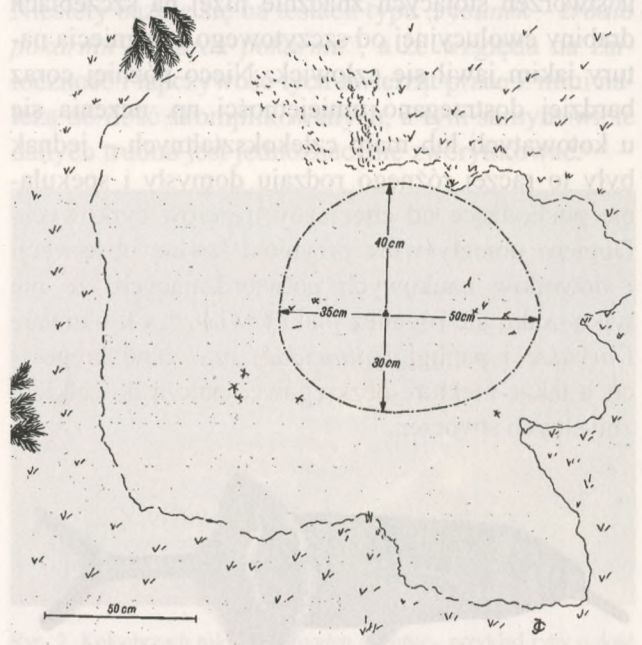
$$v_{\max} = v_{\text{kryt}} \times d_{\min}$$

przy czym  $d_{\min} = h_{\min} \times \text{tg } \theta$ ;

z tych równań, znając dane dla gatunku [i osobnika] wartości  $\theta$  i  $v_{\text{kryt}}$  można obliczyć interesujące nas wartości  $v_{\max}$  dla danych  $h$ . Przykładowo, dla wardzanki, *Bembix rostrata* (na Rys. 11):  $\theta = 4^\circ$  ku dołowi, a  $v_{\text{kryt}} = 165/\text{s}$ , co na pułapie  $h = 39$  cm pozwala na bezpieczną prędkość lotu  $v_{\max} = 4,5$  m/s, a znów na  $h = 15$  cm daje  $v_{\max} = 1,7$  m/s (badania własne). Przy detalach  $d$  większych od  $d_{\min}$ , częstość migotania się zmniejsza przy danym pułapie  $h$  (zob. Ryc. 10) – wobec czego możliwa jest większa prędkość lotu  $v_{\max}$ .

Mimo, że powrót wardzanki do gniazda opiera się głównie na nawigacji terestrycznej, udało mi się wyróżnić kilka etapów na podstawie wyraźnych różnic w zachowaniu się, a także w mechanizmach odszukiwania. Pierwszy etap, orientacji dalekiej

odznacza się szybszym lotem na stosunkowo wysokim pułapie (0,5–0,7 m); owad rozgląda się za znanymi sobie krzewami i większymi kępami traw, kamieniami itp. Zapewne kompas słoneczny też odgrywa tu rolę. W efekcie osa dociera do pola orientacji bliskiej. O ile pole orientacji dalekiej miewa promień w granicach 0,8–1,8 km i więcej, pole orientacji bliskiej jest ok. 1000 razy mniejsze (Ryc. 12). W jego obrębie zawiera się pole orientacji najbliższej – poznawane



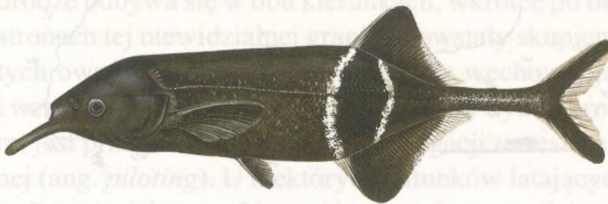
Ryc. 12. Pole orientacji bliskiej samicy  $B_{221}$  wardzanki (*Bembix rostrata*) po usunięciu dość licznych naturalnych znaków orientacyjnych w promieniu ok. 60 cm od norki (punkt na przecięciu współrzędnych); przedtem pole to było mniejsze (oryg.). W tym polu osa szuka wejścia do gniazda.

po trawkach, kamieniach, szyszkach – w którym owad odnajduje zamaskowane piaskiem wejście do norki – dotykowo i powonieniem. A jednak i tu owad nie porzeka na dane terestryczne. Gdy obracałem w poziomie gałązkę leżącą przy norcie wardzanki – do czasu zachowywała stały kąt względem niej, by wreszcie przywrócić kierunek „kompasowy” względem płaszczyzny polaryzacji światła z błękitu nieba. Dopiero potem następuje etap – rozpoznania gniazda, po jego wewnętrznej architektonice. Grzebaczowate, które jak piaskówka (*Ammophila*) zostawiają łup przy gnieździe – po inspekcji odnajdują go w oparciu o obraz poszukiwawczy (tak jak to czyni pies myśliwski).

# INTELIGENTNE RYBY

Zbigniew Strzelecki (Toruń)

Już od dość dawna niektóre zwierzęta, zwłaszcza ssaki, podejrzewano o jakieś szczególne zdolności psychiczne, ale żaden z ówczesnych przyrodników nie śmiał nawet „wpaść na pomysł” o inteligencji u stworzeń stojących znacznie niżej na szczeblach drabiny ewolucyjnej od szczytowego osiągnięcia natury jakim jawił się człowiek. Nieco później coraz bardziej dostrzegano umiejętności np. uczenia się u kotowatych lub małą człekokształtnych – jednak były to raczej różnego rodzaju domysły i spekulacje pochodzące od chociażby treserów cyrkowych. Dopiero ubiegły wiek przyniósł lawinę obserwacji i dowodów naukowych potwierdzających, że nie tylko ssaki, ale również ptaki (zwłaszcza krukowate *Corvidae* i papugi *Psittacidae*) oraz inne kręgowce, a także niektóre bezkręgowce należą do całkiem zmyślnych stworzeń.



Ryc. 1. Mruk nilowy *Gnathonemus petersii*.

Jak problematyka inteligencji ma się do ryb kostnoszkieletowych, które przecież ulokowane są dość nisko w układzie taksonomicznym kręgowców? W wydanej w 2005 książce „*The Genesis of Animal Play: Testing the Limits*” Gordon M. Burghardt przytacza m.in. zaobserwowane przez Charlesa Holdera zachowanie osobnika belony *Belone sp.*, który to u wybrzeży Florydy kilkadziesiąt razy przeskakiwał przez odpoczywającego młodego żółwia szylkretowego unoszącego się na łagodnej fali. Innym przykładem jest opis ‘ćwiczeń gimnastycznych’ ateryny z gatunku *Atherina harringtonensis* wykonującej salta. Podpływała ona do kawałka drewna i opierając się nań dolną szczęką brała energiczny rozmach. W efekcie przelatowała nad patykiem do góry ogonem i lądowała bokiem do lustra wody tuż za przeszkodą. Czy jednak rzeczywiście są to przykłady zabaw w takim sensie jak my (ludzie) ją postrzegamy? I co zabawa, na pierwszy rzut oka, ma wspólnego z pojęciem inteligencji? Ale wystarczy chociażby przyjrzeć się małemu dziecku lub kocięciu, aby to sobie

uzmysłowić. Poprzez zabawę można tak wiele się dowiedzieć i nauczyć, ba, często jest ona jedyną drogą ku pozyskaniu takich czy innych umiejętności nierzadko pozwalających przetrwać. Praktycznie wszyscy behawiorysty i fizjologowie zgodnie twierdzą, iż zabawa należy do największych przejawów inteligencji. Na potrzeby artykułu (dla uproszczenia) można wyróżnić dwa zasadnicze cele i rodzaje zabaw: (1) typowo edukacyjne i (2) uprzyjemniające czas.

Spopularyzowane przez różne programy telewizyjne i czasopisma o tematyce przyrodniczej zdolności kotów, psów, papug, wron lub ośmiornic są dość dobrze zakorzenione w świadomości większości ludzi. Znacznie gorzej sprawa miałaby się w trakcie zapytania o inne grupy zwierząt. Z własnego doświadczenia wiem, że nawet duży procent studentów biologii jest raczej zaskoczona hasłem typu „*inteligencja u wybranych gatunków ryb*”. Z kolei, od pewnego już czasu, wśród akwarystów i pracowników ogrodów zoologicznych krążyły ustne przekazy na temat swego rodzaju przejawów inteligencji u ich podopiecznych. Dotyczyło to zwłaszcza dużych pielęgnic *Cichlidae*. Wielu hodowców utrzymywało, iż są to ryby o wielu obliczach, własnej osobowości, mające własne „humory”. I w istocie tak jest. Praktycznie większość osobników pielęgnic rozpoznaje po pewnym czasie swego opiekuna, a pielęgnice pawiookie *Astronotus ocellatus* pozwalają się karmić z ręki i głaskać po grzbiecie. Przejdźmy do bardziej konkretnych przykładów. Otóż ryby dają się tresować chociażby na tzw. testy optyczne (koło – kwadrat; krzyż – trójkąt; linia prosta – zygzak; itp.). Łososie *Salmo sp.* potrafią rozróżnić do 2 do 8 różnych kształtów. Dużo to czy mało? Jeśli dla porównania podamy, że myszy wyróżniają do 7, szczury do 8, a zebry do 10 form, to wynik pstrągów należy uznać za całkiem niezły (tym bardziej, iż zwierzęta porównawcze należą do ssaków).

Również ryby z innych grup systematycznych wyraźnie odznaczają się pewnymi zdolnościami psychicznymi. Kolcobruchowate *Tetraodontidae* (bliscy krewniacy najeżkowatych) w chwilach zagrożenia potrafią znacznie zwiększać swe rozmiary poprzez wypełnienie wodą lub powietrzem specjalnego rozciągliwego uchyłka żołądka. Tak też postępują w momencie nagłego wyciągnięcia z wody. Jednakże ryba wyjmowana z wody kilka razy z rzędu, zaprzestaje

tęgo manewru, co świadczy o tym, że nie jest to proces automatyczny. W akwariach o rybach tych można dowiedzieć się znacznie więcej np. po pewnym czasie doskonale rozpoznają stałego opiekuna. Potrafią szybko się uczyć na zasadzie prób i błędów, a nawet naśladownictwa. U młodych osobników kolcobrzuca cętkowanego *Tetraodon nigroviridis* trzymany w grupie można dostrzec, że jedne podpatrują inne w postępowaniu ze zdobyczą. Oczywiście sam popęd i zdolność pochycenia pokarmu jest jak najbardziej wrodzony (instynktowny), ale już same szczegóły „techniczne” co do potraktowania konkretnej ofiary np. ślimaka, są bardzo często umiejętnością indywidualną. U bardzo młodych ryb przetrzymywanych w grupach uwidacznia się wiele innych pomysłów chociażby w stosunku do pożywienia, którego nie udało się skosztować ze względu na zbyt krótki czas wynikający z presji współplemieńców. Fakt ucieczki ze zdobyczą w pyszczku w odosobnionym miejscu przed innymi konkurentami to tylko mały figiel. Niektóre okazy stosują np. formę aktywnej obrony porcji pokarmu. Kolcobrzuca taki zostawia zdobycę w samym rogu akwarium i zasłania ją ciałem jednocześnie widząc co dzieje się przed nim i trzymając potencjalnych napastników na dystans. Kiedy „zagrożenie” mija osobnik ów może spokojnie posilić się obronioną zdobyczą. W przypadku nadmiernej ilości pokarmu niektóre rybki ukrywają zdobycę w charakterystycznym miejscu – pod korzeniem, między wyróżniającymi się kamieniami, itp. Miejsce takie nie jest przypadkowe, ale wybrane pod względem pewnych cech umożliwiających późniejsze odnalezienie schowka.

Należy dodać, że poszczególne osobniki różnią się między sobą dość znacznie temperamentem, ruchliwością i pomysłowością. Niektóre w ogóle nie stosują sztuczek z ukrywaniem pokarmu. Słabsze i uległe względem pobratymców wcale nie są pozbawione pomysłowości w ucieczce i chowaniu pożywienia (inteligencja nie idzie w parze z siłą i dominacją) – wręcz przeciwnie chętnie – korzystają z różnych forteli. Podobnych zachowań u dojrzałych osobników nie da się odnotować. Praktycznie cała rodzina odznacza się wybitnym terytorializmem, a więc o trzymaniu ich w grupie nie może być mowy.

Testy na dojrzałych i wyrosniętych osobnikach dwóch gatunków *T. nigroviridis* i *T. fluviatilis* również potwierdzają ich znaczną inteligencję. Nie tylko umiejętność szybkiego obejścia przeszkody (płytko szklana, przezroczysty pojemnik) odgraniczającego rybę od jej ulubionego przysmaku, ale również zachowania „towarzyszące” sugerują swego rodzaju zdolności kojarzeniowe. Jeden z osobników zwany

„W” (od charakterystycznej plamy na boku ciała), po zdobyciu ślimaka znajdującego się po drugiej stronie bezbarwnej płytki, zawsze z uwagą i bez pośpiechu wodził końcem pyszczka po brzegach płytki dotykając jej co chwila. Był, więc w pełni świadomy swoistej bariery mimo, że przecież jej nie dostrzegał wzrokiem. Również testy z odróżnianiem kształtów stanowiły cenne źródło informacji. Okazuje się, że wstępnie można oszacować, iż kolcobrzuca zielona i cętkowana są w stanie rozróżnić do 10 kształtów. Niestety bazuje się na testach typu „rysunek – źródło pokarmu lub brak pokarmu”, a ze względu na żarłoczność i łapczywość tych zwierząt prace z nimi należą do dość skomplikowanych, a tym samym wiele danych trudno jest jednoznacznie zweryfikować.



Ryc. 2. Kolcobrzuca nilowy *Tetraodon lineatus* - przykład ryby o dość wysokiej i skomplikowanej inteligencji.

Kolcobrzuca z gatunku *Carinotetraodon travancoricus* należą do wyjątku w rodzinie, gdyż preferują towarzystwo pobratymców i tworzą niewielkie grupy (10–20 sztuk). Prawdopodobnie stadne życie stało się u nich koniecznością ewolucyjną z powodu rozmiarów ciała – dorosłe osobniki nie przekraczają 2,6 cm długości. W trakcie obserwacji tych ryb w hodowli akwaryjnej łatwo dostrzec zachowania typowo stadne np. hierarchię, ale dość swoistą, subtelną i nie opartą na dominacji silniejszych nad słabszymi. Rybki często razem poszukują pożywienia, a nawet bronią się nawzajem. Oczywiście w trakcie pozyskiwania pokarmu dochodzi także do rywalizacji, ale jest to zachowanie bardzo naturalne. Jednakże, co nie często zdarza się w świecie zwierząt, w grupie o silnie zarysowanych więzach (np. osobniki trzymane w akwarium przez 2 lata) można dostrzec przykłady zachowań altruistycznych! W jednym ze stad pewien osobnik, po przebyciu wypadku, stracił płetwę ogonową i grzbietową tym samym stając się dość niesprawnym chociażby w polowaniu. Okazało się, że nie tylko nie został porzucony przez współplemieńców, ale wręcz był dokarmiany przez nich. Odbywało

się to w sposób bardzo prosty – osobniki najedzone zabijały np. krewetki i pozostawiały w miejscu dogodnym dla tegoż niepełnosprawnego towarzysza. Rzecz jasna – może być to przypadek odosobniony i w naturze nie spotykany, nie mniej jednak świadczą o pewnych rodzajach zachowań tych zwierząt.

U poszczególnych osobników kolcobrzuchowatych obserwuje się ponadto całą gamę przeróżnych technik traktowania zdobyczy w celu łatwiejszego dostania się do miękkiego ciała mięczaków: podrzucanie, przewracanie na dogodniejszą stronę, obracanie, itp. Nie należą one do umiejętności instynktownych, lecz nabywanych w trakcie rozwoju osobniczego w wyniku nauki na zasadzie prób i błędów. Bardzo wiele osobników, zwłaszcza bardzo młodych (kiedy jeszcze trzymają się razem), podpatrują takie czy inne zachowania u swoich towarzyszy – uczących się ich przez to od siebie nawzajem.



Ryc. 3. Młodziutki kolcobrzuch cętkowany *T. nigroviridis* uchwycony w momencie ukrywania zdobyczy za skałką.

W kwestii wspomnianych wcześniej zabaw, również można podać więcej przykładów niż te przedstawione w książce Gordona M. Burghardt'a. Chociażby swoiste pościgi za bąbelkami powietrza wydostającymi się z filtrów zaobserwowane u niektórych osobników kolcobrzuchów trzymany w niewoli. A chyba najbardziej spektakularny przykład stanowią zabawy piłeczkami u mruków nilowych *Gnathonemus petersii*. Mruki obecnie postrzegane są jako najinteligentniejsze spośród ryb. Ich mózg osiągnął proporcje porównywalne z ludzkim – stanowi +/- 50. część masy ciała. Szczególnie mózdzek jest silnie rozwinięty,

który odpowiada za koordynację ruchową i kontrolę przekazywanych impulsów elektrycznych. Mruki posługują się niezwykle wysublimowaną formą orientacji w środowisku za pomocą impulsów (wyładowań) elektrycznych. Zdolność ta prawdopodobnie przekracza nasze możliwości poznawcze, gdyż ryby te nie tylko posługują się tym zmysłem do wyszukiwania pokarmu lub odnajdywania drogi w zamulonych wodach, ale także mogą rozpoznawać współplemieńców, strukturę powierzchni dna, skał, itp. Najprawdopodobniej to właśnie ilość przekazywanych informacji ze zmysłów elektrycznych, a następnie przetwarzanych w mózgu sprawiła z niego, w toku ewolucji, narząd niemal doskonały i jednocześnie „pchnęła” w kierunku stworzenia swoistej inteligencji. Mruki hodowane w akwariach bardzo szybko się uczą i choć nie jest to jeszcze udowodnione, ale możliwe, że przekazują pewne zdobycze



Ryc. 4. Przykład specyficznego podchodzenia do zdobyczy – każdy osobnik kolcobrzucha ma w swoim arsenale wiele „technik” umożliwiających dostanie się do miękkiego ciała ślimaka.

wiedzy między sobą. Być może większość stad w naturze tworzy coś na wzór kultury tzn. korzysta z pewnych doświadczeń znanych tylko danemu stadu, które nie wynikają z cech typowych dla całego gatunku (np. instynkt), lecz stanowią potencjał umysłowy tej lub innej grupy.

Oczywiście nieodzownym atrybutem inteligencji jest także pamięć i szybkość uczenia się. Również bardzo intrygującą problematykę stanowi teoria „pojawienia” się inteligencji w trakcie ewolucji, ale tematyka ta będzie podjęta jako osobne zagadnienia.

# JAK „TYKA” ZEGAR BIOLOGICZNY

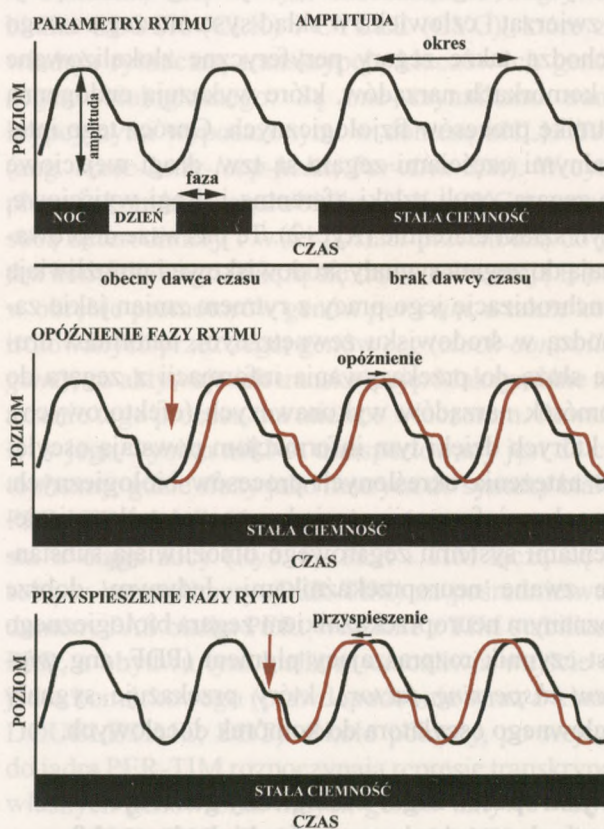
Jolanta Górską-Andrzejak (Kraków)

Środowisko naturalne na Ziemi charakteryzuje się dużą zmiennością o charakterze cyklicznym. Obieg Ziemi wokół Słońca wywołuje zmiany pór roku, a obrót Ziemi wokół własnej osi następstwo dnia i nocy. Sezonowe i dobowe oscylacje temperatury, natężenia światła oraz innych parametrów fizyko-chemicznych środowiska istotnie wpływają na procesy życiowe organizmów. Nic dziwnego, że wytworzyły one odpowiednie adaptacje. Przejawem ewolucyjnego przystosowania się organizmów żywych do rytmiki zdarzeń zachodzących w ich naturalnym środowisku są rytmy biologiczne, czyli oscylacje natężenia procesów biologicznych w czasie.

W chronobiologii, nauce o rytmach biologicznych, najczęściej badanymi rytmami są rytmy okołodobowe (ang. *circadian*, z łac. *circa* – około, *dies* – dzień), czyli oscylacje o 24-godzinny okres rytmu (Ryc. 1). Zostały one wykazane u organizmów prokariotycznych i eukariotycznych. Występują w procesach biochemicznych, fizjologicznych i behawioralnych, a więc na różnych poziomach złożoności; od zachowania zwierzęcia do cyklicznych zmian ekspresji w jego tkankach odpowiednich genów. Rytmy okołodobowe powstają w wyniku działania wewnętrznego (endogennego) mechanizmu, który organizmy żywe wykształciły w toku ewolucji – tak zwanego zegara biologicznego.

Zegar, także biologiczny, byłby bezużyteczny gdyby nie można go było „nastawić”. Tempo pracy mechanizmu zegarowego generującego rytmikę organizmu jest więc synchronizowane z 24-godzinny rytmem zmian zewnętrznych czynników środowiska zwanych dawcami czasu (niem. *Zeitgebers*, ang. *Time Givers*). Czynniki takimi są oświetlenie, temperatura, dostępność pokarmu lub interakcje społeczne. Synchronizacja zegara z rytmem dawcy czasu umożliwia organizmom dopasowanie ich własnych rytmów biologicznych do rytmiki zamieszkiwanego przez nie środowiska. Gdy brak jest synchronizującego działania dawcy czasu, a więc gdy organizm przebywa w środowisku, które nie wykazuje zmian cyklicznych, ujawnia się endogenne charakter rytmu (Ryc. 1). Zegar biologiczny nadal „chodzi”, ale w nieco innym, charakterystycznym dla siebie tempie. W takich warunkach generowany jest tzw. rytm spontaniczny, swobodnie biegnący (ang. *free-running rhythm*), którego okres może być dłuższy lub krótszy

od 24 godzin. Na przykład okres rytmu snu i czuwania człowieka zamkniętego w bunkrze, a więc pozbawionego jakichkolwiek wskaźników czasu wynosi 25 godzin. Wynika z tego, że właśnie tyle czasu trwa pełny obrót „wskaźówek” zegara biologicznego człowieka, gdy nie jest on „nastawiany” przez środowisko.



Ryc. 1. Krzywa przedstawiająca dobową rytmikę procesu biologicznego. Rytm ten opisuje szereg parametrów (panel górny). Okres rytmu, czyli okres czasu między kolejnymi wartościami maksymalnymi jego przebiegu jest równy 24 godzinom, a zatem jest to rytm dobowy. Charakteryzuje się on także określoną amplitudą, która opisuje maksymalne natężenie danego procesu. Każdy z punktów krzywej stanowi charakterystyczną fazę rytmu. Na rysunku zaznaczono strzałkami początek fazy ciemnej, czyli początek nocy. To, czy dany rytm jest rytmem endogennym można sprawdzić w stałych warunkach laboratoryjnych np. w stałej ciemności (DD, ang. constant darkness). Jeśli obserwowane oscylacje utrzymują się w DD oznacza to, że rytm ten jest generowany wewnątrz organizmu przez zegar biologiczny. Sygnały środowiskowe mogą przestawiać „wskaźówki” zegara biologicznego (panel drugi i trzeci). Zastosowanie w DD krótkiego pulsu światła powoduje przestawienie zegara biologicznego. W zależności od tego, w której fazie rytmu ma miejsce ekspozycja zwierzęcia na bodziec świetlny (czerwona strzałka), dochodzi do opóźnienia lub przyspieszenia fazy rytmu (zmienione za Vitaterna i wsp., 2001).

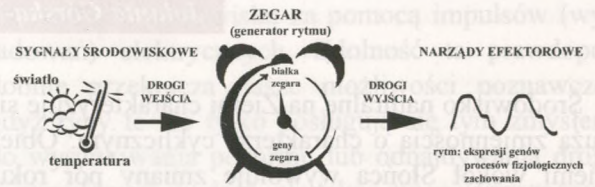
## Jak jest zbudowany i gdzie się znajduje zegar biologiczny?

Główny mechanizm generujący rytmikę może być zlokalizowany w różnych strukturach organizmu. U ssaków znajduje się w jądrach nadskrzyżowaniowych podwzgórza mózgu (SCN, ang. *suprachiasmatic nuclei*), u ptaków, gadów i ryb jest w szyszynce, u mięczaków w oku, natomiast u owadów w płatach wzrokowych (świerszcze i karaczany) lub środkowej części mózgu (muchówki i motyle). Jednak zegar biologiczny organizmu to nie tylko główny generator rytmu (ang. *pacemaker*), czyli zegar nadrzędny. U zwierząt i człowieka w skład systemu zegarowego wchodzi także zegary peryferyczne zlokalizowane w komórkach narządów, które wykazują endogenną rytmikę procesów fizjologicznych. Oprócz tego integralnymi częściami zegara są tzw. drogi wejściowe do zegara, czyli szlaki aferentne i drogi wyjściowe, czyli szlaki eferentne (Ryc. 2). Te pierwsze doprowadzają do zegara sygnały środowiskowe i umożliwiają synchronizację jego pracy z rytmem zmian jakie zachodzą w środowisku zewnętrznym, natomiast drugie służą do przekazywania informacji z zegara do komórek narządów wykonawczych (efektorowych), w których dzięki tym informacjom powstają oscylacje natężenia określonych procesów biologicznych. Przepływ informacji pomiędzy poszczególnymi elementami systemu zegarowego umożliwiają substancje zwane neuroprzekaznikami. Jedynym, dobrze poznanym neuroprzekaznikiem zegara biologicznego jest czynnik rozpraszający pigment (PDF, ang. *pigment dispersing factor*), który przekazuje sygnały z głównego oscylatora do komórek docelowych.

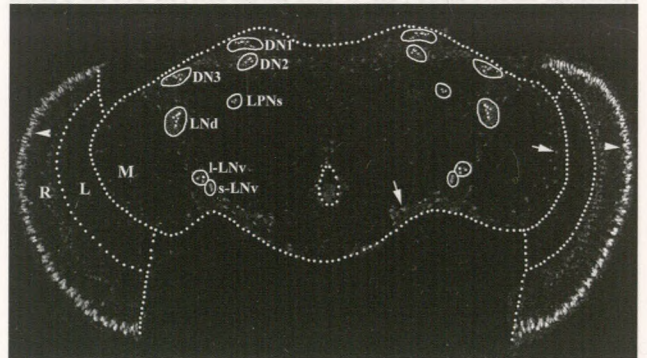
## W jaki sposób zegar biologiczny generuje oscylacje natężenia procesów biologicznych?

Mechanizm działania zegara biologicznego został poznany dzięki badaniom na mutantach zegara, najpierw muszki owocowej (*Drosophila melanogaster*) a potem gryzoni. Badania te rozpoczęły się wraz z odkryciem w 1971 roku u *D. melanogaster* genu *period (per)*, czyli jednego z genów (obok genów takich jak *timeless*, *Clock* i *cycle*) sprawujących bezpośrednią kontrolę nad rytmiką okołodobową. Eksperymenty na mutantach *per* wykazały wpływ mutacji tego genu na długość okresu rytmu wychodzenia z poczwerek owada dojrzałego (formy imago) i rytmu aktywności lokomotorycznej muszek, natomiast badania nad jego ekspresją w tkankach – okołodobowe zmiany w poziomie tej ekspresji. Właśnie dobowe oscylacje poziomu ekspresji genów zegara stanowią

podstawę działania molekularnego oscylatora, który generuje rytmikę zarówno u owadów jak i u ssaków.



Ryc. 2. Budowa i zasada działania zegara biologicznego. Środkową pozycję zajmuje generator rytmu. Podstawę działania jego mechanizmu stanowią dobowe zmiany w ekspresji tzw. genów zegara w komórkach jego struktur. Transkrypcja tych genów jest regulowana na zasadzie sprzężenia zwrotnego przez białka, które geny te kodują. Zegar synchronizuje swoje działanie z rytmem zmian środowiskowych dzięki sygnałom, które docierają do niego drogami wejściowymi, sam zaś wysyła drogami wyjściowymi informacje do narządów efektorowych, generujących na bazie tych informacji odpowiednie oscylacje procesów biologicznych.



Ryc. 3. Schemat przedstawiający lokalizację neuronów zegara w mózgu *D. melanogaster*. Każdą z grup tych neuronów obrysowano. W ich jądrach komórkowych występuje białko PER, na co wskazuje PER-specyficzny sygnał fluorescencyjny, wynik reakcji immunohistochemicznej ukierunkowanej na PER. Sygnał ten występuje także w jądrach komórkowych fotoreceptorów oka złożonego (groty strzałek) i jądrach komórek glicyowych mózgu (strzałki). DN1, DN2, DN3 - jądra komórkowe trzech grup neuronów grzbietowych, LPNs- boczne neurony tylne, LNd - grzbietowe neurony boczne, l-LNv- duże brzuszne neurony boczne, s-LNv- małe brzuszne neurony boczne, R- siatkówka, L- pierwszy neuropil wzrokowy, czyli płytka lamina, M- drugi neuropil wzrokowy, czyli płytka medula.

## *Drosophila melanogaster*

U muszki owocowej główny oscylator okołodobowy znajduje się w mózgu. Stanowi go 100–150 neuronów. Ich ciała komórkowe skupione są w grupach, przy czym po każdej stronie mózgu występuje siedem takich grup (Ryc. 3). Ze względu na położenie neurony te dzieli się na neurony grzbietowe i neurony boczne. Wśród neuronów grzbietowych wyróżniono trzy grupy, które oznacza się skrótami DN1, DN2 i DN3 (ang. *dorsal neurons*). Z kolei wśród neuronów bocznych opisano tzw. boczne neurony tylne (LPNs, ang. *lateral posterior neurons*) oraz neurony boczne (LNs, ang. *lateral neurons*), przy czym w przypadku tych drugich jedna grupa znajduje się w grzbietowej części mózgu, są to tzw. grzbietowe neurony boczne (LN<sub>d</sub>, ang. *dorsal lateral neurons*), natomiast





geny *cwo* jest aktywowana przez CLK-CYC, a hamowana przez PER, poziom mRNA tego genu wykazuje oscylacje o podobnej fazie i amplitudzie, co inne geny aktywowane przez CLK-CYC (*per*, *tim*).

### Pętla dodatniego sprzężenia zwrotnego – zwiększenie poziomu transkrypcji genu *Clk*

Heterodimery CLK- CYC są także głównym elementem pętli dodatniego sprzężenia zwrotnego (Ryc.4), jednak w tym przypadku aktywują transkrypcję genów *vri* (*vri*) i *PAR domain protein 1ε* (ang. *Proline and Acidic Rich domain, Pdp1ε*). Są to geny kodujące czynniki transkrypcyjne genu *Clk*, przy czym *VRI* jest represorem, a *PDP1* aktywatorem transkrypcji *Clk*. Czynniki transkrypcyjne *VRI* i *PDP1* działają o innej porze doby. W przypadku *vri*, wkrótce po transkrypcji następuje translacja. Białko *VRI* szybko akumuluje się w cytoplazmie (osiągając najwyższy poziom o zmierzchu), po czym wchodzi do jądra komórkowego, gdzie hamuje transkrypcję *Clk* po przyłączeniu się do sekwencji V/P-box (*VRI/PDP1ε* box) jego promotora. Z kolei w przypadku *Pdp1*, w cytoplazmie gromadzi się mRNA. Białko *PDP1* jest transportowane do jądra komórkowego dopiero późną nocą. Gdy tam dotrze aktywuje transkrypcję *Clk*.

Badania na hodowlach komórkowych *in vitro* wykazały, że *VRI* antagonizuje proces aktywacji promotora *Clk* przez *PDP1*, gdyż wiąże się do tego samego miejsca na jego promotorze. Współzawodnictwo między *VRI* a *PDP1* o miejsce wiązania na promotorze *Clk* może więc determinować tempo transkrypcji *Clk*. U muszek, które utraciły jedną kopię genu *vri* wzrasta ekspresja *Clk*, natomiast u muszek z nadekspresją tego genu ekspresja *Clk* się obniża.

### Synchronizacja zegara biologicznego do warunków dnia i nocy

Jak wcześniej wspomniano, zegar biologiczny synchronizuje rytm endogenny z rytmem zmian warunków środowiska dzięki temu, że otrzymuje informacje o zmianie czynników zewnętrznych. Rolę synchronizatorów odgrywiają temperatura, pokarm lub interakcje społeczne, jednak najsilniejszym synchronizatorem zegara biologicznego są bodźce świetlne, które odbierane są przez różnego typu fotoreceptory. U muszki owocowej oprócz komórek wzrokowych w oku złożonym występują też komórki, w których fotoreceptorem, aktywowanym pod wpływem niebieskiego światła, jest należące do flawoprotein białko kryptochromu (*CRY*, ang. *CRYPTOCHROME*). Tego typu komórkami są także niektóre neurony zegara.

*CRY* gromadzi się w nich w ciemności, natomiast jego ilość zmniejsza się pod wpływem światła. Okazało się, że fotoreceptor *CRY* odgrywa główną rolę w reakcjach fotycznych związanych z rytмами biologicznymi, gdyż bierze udział w zależnej od światła degradacji *TIM*. Rytmika molekularna *PER* jest więc synchronizowana z czasem lokalnym poprzez *TIM*, które jest degradowane po aktywacji fotoreceptora *CRY* przez światło.

Jak to się dzieje? Otóż, pod wpływem zaabsorbowanego fotonu niebieskiego światła domena karboksylowa *CRY* zmienia swoją konformację odsłaniając miejsca wiązania dla *TIM*. *CRY* i *TIM* tworzą heterodimery, zarówno wolne białko *TIM*, jak i *TIM* występujące w kompleksach. Wiążąc się z *TIM* (Ryc. 4), *CRY* przyczynia się do jego fosforylacji przy udziale kinazy tyrozynowej, a następnie ufosforylowane białko *TIM* jest ubikwitylizowane przez E3 ligazę *JETLAG* (*JET*) i poddane szybkiej degradacji w proteasomach (gdy światło działa odpowiednio długo, *JET* indukuje także degradację w proteasomach *CRY*). Wynikiem dimeryzacji *TIM* i *CRY* jest więc spadek ilości *TIM*, a w konsekwencji także spadek ilości *PER*, które w postaci monomeru jest niestabilne i również ulega szybkiej degradacji w proteasomach. Transkrypcja genów *per* i *tim* jest wtedy odblokowana. Następuje zapoczątkowanie nowego cyklu.

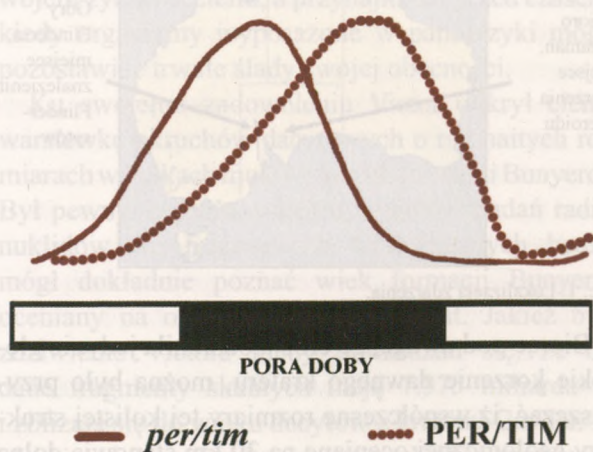
### Ssaki

U ssaków, nadrzędny (główny) zegar biologiczny jest umiejscowiony w jądrach nadskrzyżowaniowych (*SCN*, ang. *suprachiasmatic nuclei*), które położone są w przedniej części podwzgórza nad skrzyżowaniem nerwów wzrokowych, po obu stronach trzeciej komory mózgu. Jest to stosunkowo mała struktura, u człowieka zbudowana z około 20 tysięcy neuronów. Podobnie jak u *D. melanogaster* rytmy okołodobowe generowane są w neuronach *SCN*. Obecność okołodobowych oscylacji w neuronie ujawnia komórko-wo-autonomiczny mechanizm generowania rytmiki, przy czym poszczególne komórki *SCN* komunikują się ze sobą, przez co rytmika całej sieci neuronów zegara jest o wiele silniejsza i wyraźniejsza niż rytm pojedynczej komórki. Zlokalizowany w *SCN* zegar kieruje pracą lokalnych zegarów znajdujących się w komórkach różnych tkanek i narządów, na przykład wątroby, serca, układu pokarmowego czy siatkówki oka. *SCN* wchodzi także w interakcje z układem hormonalnym. Rytmika organizmu jest nieustannie regulowana przez cykliczne uwalnianie wielu hormonów.

Molekularny mechanizm zegara myszy, tak jak mechanizm zegara muszki owocowej, opiera się na

rytmicznej (24-godzinnej) ekspresji genów zegara. Kodowane przez geny zegara białka hamują ich transkrypcję o określonej porze doby wchodząc w interakcje z aktywatorami tej transkrypcji. Zasada działania mechanizmu zegarowego (transkrypcyjno-translacyjna pętla sprzężenia zwrotnego) jest więc jednakowa. Nie oznacza to jednak, że nie różni się on w szczegółach.

U ssaków, centralnymi elementami mechanizmu zegarowego są dwie rodziny genów: *Period* (*Per1*, *Per2*, *Per3*) i *Cryptochrome* (*Cry1*, *Cry2*). Ich transkrypcja jest aktywowana na początku dnia przez kompleksy białek CLOCK i BMAL1 (homolog CYCLE u *Drosophila*), gdy łączą się domeną bHLH do sekwencji E-box na promotorach tych genów. Powstający mRNA ulega akumulacji w SCN w ciągu dnia, natomiast białka PER i CRY akumulują się z kilkugodzinnym opóźnieniem w stosunku do mRNA. Gdy poziom białek w neuronach SCN osiąga maksimum, poziom mRNA zaczyna się obniżać. Dzieje się tak dlatego, że wiązanie się PER 1, 2, 3 z CRY1 i CRY2 prowadzi do inhibicji transkrypcji aktywowanej przez heterodimery BMAL1-CLK. Pełniąc taką rolę, CRY staje się głównym elementem mechanizmu zegara biologicznego ssaków. Zmiana roli tego białka ze stymulatora transkrypcji genów *per* i *tim* u muszki owocowej na jej represor u myszy, stanowi zagadkowy i fascynujący zwrot w ewolucji molekularnego mechanizmu zegara biologicznego. Jednocześnie dotychczasowe badania zdają się wskazywać na to, że u myszy białko to straciło funkcję fotoreceptora, chociaż pełni ją u organizmów tak różnych jak rośliny i owady.



Ryc. 5. Dobowy wzór ekspresji genów *per* i *tim* u *D. melanogaster*. Linia ciągła oznacza dobowe zmiany w ilości transkryptów (mRNA), natomiast linia kropkowana zmiany ilości białek. Najwyższy poziom transkryptów występuje na początku nocy, natomiast najwyższy poziom białek pod koniec nocy. Faza okołodobowego rytmu białka jest znacznie przesunięta w stosunku do fazy rytmu odpowiedniego mRNA, co sugeruje występowanie pętli sprzężenia zwrotnego między procesem transkrypcji a translacji.

Choć wiadomo, że CRY łączy się z CLOCK i BMAL1, szczegóły tego hamowania zwrotnego nadal nie są jasne. Wydaje się, że kluczową rolę w procesie aktywacji lub represji transkrypcji pełni koniec C białka BMAL1. Być może jest więc przełącznikiem między tymi dwoma procesami. Z pewnością sprzężenie to jest kluczowe w procesie generowania oscylacji, gdyż u myszy mutanty *Clock* i *Bmal1*, u których nie działa sprzężenie zwrotne, nie podtrzymują okołodobowych oscylacji w ekspresji genów.

Cechą charakterystyczną molekularnego mechanizmu zegara biologicznego ssaków, tak jak i *D. melanogaster*, jest obecność zachodzących na siebie pętli sprzężeń zwrotnych. Wydaje się, że w molekularnym mechanizmie zegara ssaków, podobnie jak u muszki, występuje dodatkowa pętla ujemnego hamowania zwrotnego. Głównymi elementami tej pętli są geny *Dec1* i *Dec2*, - ortologi genu *cwo* u *D. melanogaster*. Kodują one białka typu bHLH, które mogą tworzyć ze sobą dimery i jako takie wiązać się z DNA, aby wpływać na ekspresję genów.

Pętla sprzężenia ujemnego jest także u ssaków dodatkowo stabilizowana przez pętlę sprzężenia dodatniego, która kontroluje ekspresję genu *Bmal1*. W pętli tej rolę analogiczną do roli VRI u muszki pełni receptor jądrowy REV-ERB $\alpha$ , który hamuje transkrypcję *Bmal1* poprzez łączenie się z elementami regulatorowymi RORE (REV-ERB $\alpha$ /ROR responsive elements) w obrębie jego promotora.

Rytmy okołodobowe są także ściśle regulowane poprzez zachodzącą po translacji modyfikację białek (ang. *post-translational modifications*). Wiele spośród mutacji genetycznych wywołujących zmiany w potranslacyjnej modyfikacji białek zegara wywołuje także zmiany w rytmie zachowania organizmów.

Aby poprawnie funkcjonować jako chronometr czasu środowiskowego SCN musi reagować na światło, które jest wiarygodnym wskaźnikiem cyklicznych zmian dnia i nocy. Informacje świetlne ze środowiska docierają do SCN bezpośrednio z siatkówki oka, a kluczową rolę w tym procesie odgrywa grupa wyspecjalizowanych, światłoczułych komórek zwojowych siatkówki (ang. *ipRGCs* – *intrinsically photosensitive retinal ganglion cells*; 1–3% wszystkich komórek zwojowych siatkówki), zawierających pigment melanopsynę.

### Czy istnieją także inne rodzaje oscylatorów?

W przedstawionym powyżej molekularnym mechanizmie zegara biologicznego kluczową rolę odgrywają dobowe zmiany w poziomie transkrypcji genów. Najnowsze badania, które opublikowano

w styczniu tego roku wskazują na to, że powstawanie dobowych fluktuacji molekularnych procesów komórkowych jest także możliwe bez oscylacji w natężeniu procesu transkrypcji. Zegar, w którym transkrypcja nie jest kluczowym elementem mechanizmu generującego oscylacje znaleziono w czerwonych krwinkach człowieka. W ludzkich erytrocytach (które jak wiadomo pozbawione są jądra komórkowego) obserwuje się okołodobową rytmikę procesów komórkowych pomimo tego, że w komórkach tych w ogóle nie zachodzi proces transkrypcji. Wykazano, że w 24-godzinnym rytmie ulegają utlenianiu

i redukcji enzymy zwane peroksyredoksynami (PRX, ang. *peroxiredoxins*), które regulują poziom reaktywnych form tlenu (ang. *reactive oxygen species*, ROS). Rytm ten jest rytmem endogennym, gdyż występuje także w stałych warunkach środowiska.

Co ciekawe, niezależny od transkrypcji oscylator znaleziono także u glonów. Może to oznaczać, że tego typu zegary są powszechne u organizmów żywych. Dalsze badania pozwolą wyjaśnić jaki jest ich dokładny mechanizm, czy oksydacja PRX jest elementem mechanizmu zegara erytrocytów, a czy może jest tylko „wskazówkami” tego zegara.

Dr Jolanta Górską-Andrzejak jest adiunktem w Zakład Biologii i Obrazowania Komórki Instytutu Zoologii UJ w Krakowie.  
E-mail: j.gorska-andrzejak@uj.edu.pl

## TAJEMNICA JEZIORA ACRAMAN

Marek S. Żbik (Australia)

### Odkrycie

Wszystko zaczęło się w 1979 r. kiedy pracownik koncernu BHP Minerals, George Williams studiował fotografie z satelity Landsat jako zakrojoną na dużą skalę kampanię poszukiwania nowych złóż surowców mineralnych w trudno dostępnych częściach Australii. Przeglądając zestaw fotografii pochodzących z wulkanicznego masywu Gawler położonego w centralnej części półwyspu Erie w Australii Południowej uwagę jego przykuła dziwna geologiczna struktura kolista w miejscu w którym położone jest słone jezioro Acraman. George, przywykły do interpretacji zdjęć satelitarnych zrozumiał natychmiast, że może to być ślad dawnej katastrofy kosmicznej i postanowił czym prędzej wyruszyć w ten rejon, by pobrać próbki skał dla badań mineralogicznych. Niestety we wrześniu 1979 r. w związku z intensywnymi opadami deszczu teren ten nie był dostępny dla eksploracji. Udało mu się jednak dotrzeć tam w maju 1980 r. Na miejscu, badając skały wulkaniczne, których wychodnie w wielu miejscach przebijały się poprzez białą jak śnieg taflę soli, stwierdził że skały są niezwykle silnie spękane i w wielu miejscach widoczne są tak zwane stożki uderzeniowe, świadectwo ogromnej katastrofy jaka się tu wydarzyła przed milionami lat.

Pobrane próbki skał Roger przekazał do laboratorium gdzie stwierdzono, że w ziarnach kwarcu widoczne są siateczki równoległych linii. Takie linie stwierdzono wcześniej jako wywołane metamorfizmem

uderzeniowym powstałym jako efekt zderzenia się ciała kosmicznego o olbrzymiej energii kinetycznej z Ziemią i znane jako linie PDF (ang. *planar deformation features*). Wyniki badań mikroskopowych oraz makroskopowo widoczne stożki uderzeniowe prowadziły do jedynej konkluzji, jezioro Acraman jest pozostałością po ogromnej katastrofie kosmicznej jaka wydarzyła się tu w dawnych epokach geologicznych.



Ryc. 1. Lokalizacja zdarzenia.

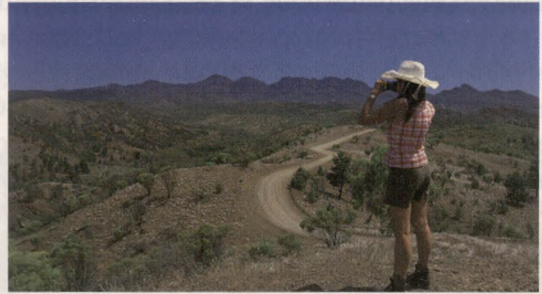
Biorąc pod uwagę, że erozja odsłoniła jedynie głębokie korzenie dawnego krateru, można było przypuszczać, iż współczesne rozmiary tej kolistej struktury geologicznej oceniane na 30 km stanowią dolną granicę średnicy pierwotnego krateru. Rozmiary te postawiły Acraman jako największy krater meteorytowy znaleziony kiedykolwiek w Australii. Pozostało pytanie kiedy wydarzyła się katastrofa kosmiczna w miejscu jeziora Acraman. Na to z pozoru proste pytanie nie było jednak jasnej odpowiedzi. Wiek skał

wulkanicznych (dacytów) datowany przy pomocy radionuklidów dał datę powstania kratonu Gawler na około 1.59 miliardów lat (Ga). Wtedy utworzyły się ogromne przestrzenie grubych pokryw tych skał wulkanicznych. Było to zatem w okresie ery proterozoicznej w prekambrze i stanowi dolną granicę czasową dla katastrofy. Katastrofa zatem nie nastąpiła wcześniej, niż półtora miliarda lat temu. Dokładniejszą datę tego wydarzenia uzyskano w wyniku badań innego pioniera geologii australijskiej, Viktora Gostina z Uniwersytetu w Adelajdzie (University of Adelaide).

Victor urodził się w Szanghaju jako syn uchodźców rosyjskich opuszczających Rosję po Rewolucji Październikowej. Jako 9 letni chłopiec wraz z rodzicami wyemigrował do Australii, gdzie ukończył studia geologiczne zakończone doktoratem na National University w Canberze. Pracując na uniwersytecie w Adelajdzie, Victor, jako młody asystent zajmował się geologią skał osadowych w paśmie fałdowym Adelajdy, które stanowią jedno z piękniejszych masywów górskich, zwanych Górami Flindersa. Pasma Gór Flindersa rozciąga się od Adelajdy w kierunku północnym na odległość ponad 600 km. Są to silnie zerodowane góry fałdowe orogenezy dolomeryjskiej, która miała miejsce około pół miliarda lat temu. Viktor poszukiwał w warstwach osadowych Gór Flindersa odłamków skał wulkanicznych w celu przeprowadzenia dokładnych badań wieku tych skał metodą radionuklidów. Dokładny wiek wyznaczony tą metodą dałby mu dokładne dane o wieku poszczególnych warstw skalnych, które trudno było datować w oparciu o skamieniałości, jako że skały, z których zbudowane są Góry Flindersa powstały przed bujnym rozwojem życia na Ziemi, a przynajmniej przed czasem, kiedy organizmy wyposażone w pancerzyki mogły pozostawiać trwałe ślady swojej obecności.

Ku swojemu zadowoleniu Victor odkrył cienką warstewkę okruchów dacytowych o rozmaitych rozmiarach w łupkach mułowcowych formacji Bunyeroo. Był pewny, że po uzyskaniu wyników badań radionuklidów we fragmentach wulkanicznych będzie mógł dokładnie poznać wiek formacji Bunyeroo oceniany na około 590 milionów lat. Jakież było zdziwienie Victora kiedy dowiedział się, że badane fragmenty skalnych mają 1.575 miliarda lat i zbliżają się do wieku dacytów z kratonu Gawler. Po okresie chwilowej dezorientacji, Viktor zrozumiał, że natrafił na ślad niecodziennego wydarzenia i podzielił się swoimi odkryciami z kolegami Lemonem i Hainesem. Lemon jako geolog kompanii BHP Minerals znał Georga Williama i wyniki jego prac. Powiedział Victorowi, że przypuszcza, iż odnalezione przez Victora fragmenty skał wulkanicznych mogą pochodzić

ze skał wyrzuconych z krateru meteorytowego Acraman w masywie Gawler gdzie mieści się jezioro Acraman. Idea ta przyjęta została z entuzjazmem i wkrótce potem Haines odnalazł siateczki PDF w ziarnach kwarcu w szlifach mikroskopowych przygotowanych z próbek dostarczonych przez Victora. Zaczyły one ślady metamorfizmu uderzeniowego podobnego do tych odkrytych w skałach jeziora Acraman.



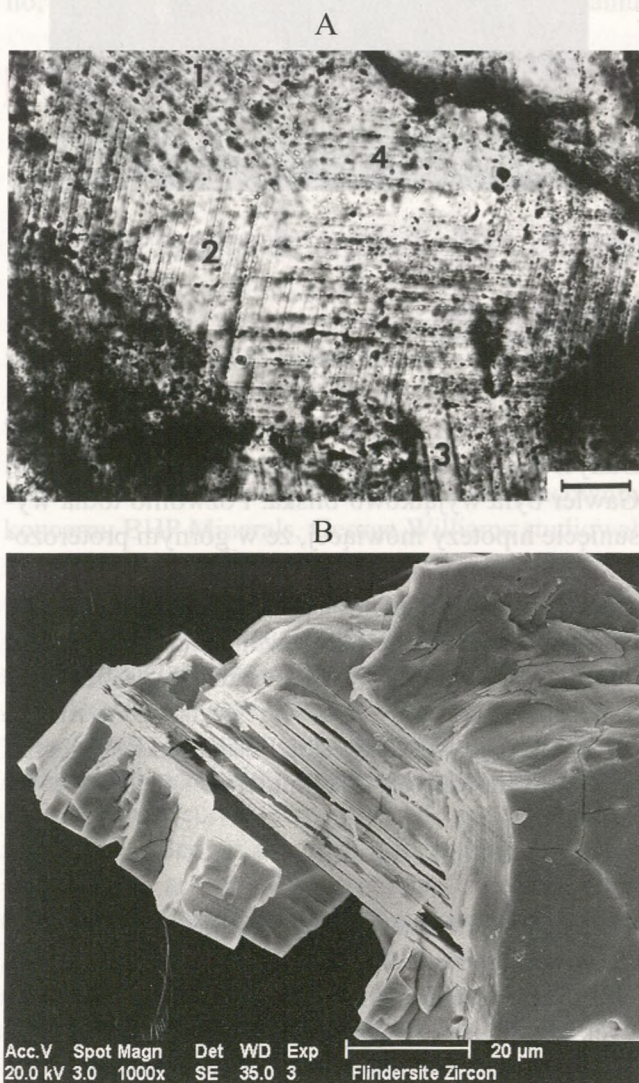
Ryc. 2. Droga gruntowa prowadząca do parowu Bunyeroo (South Australian Tourist Commission).

Wkrótce potem Victor spotkał się z Georgiem i przekazał mu wyniki badań, jakich dokonali wraz z kolegami. Zbieżność wieku, litologii i metamorficznych cech próbek dacytów odnalezionych w formacji Bunyeroo w Górach Flindersa z dacytami kratonu Gawler była wyjątkowo bliska. Pozwoliło to na wysunięcie hipotezy mówiącej, że w górnym proterozoiku na kratonie Gawler w rejonie współczesnego jeziora Acraman miała miejsce olbrzymich rozmiarów katastrofa kosmiczna. Skały wulkaniczne w wyniku ogromnego wybuchu wyrzucone zostały na odległość 350 km i wylądowały w basenie płytkiego morza na wschód, gdzie weszły w skład osadów klastycznych nowo uformowanych Gór Flindersa.

### W parowie Bonyeroo

Piękna słoneczna pogoda, ciepło, nieprzerwany turkot motoru samochodu pomieszany z hałasem roztrzęsionych blach nadwozia i niezliczonej ilości innych części, które mogą drzeć przy ciągłych wstrząsach na wyboistej polnej drodze, nie pozwala zasnąć za kierownicą. Samochód Toyota z napędem na cztery koła, to „Drynda”, nasz przyjaciel, który bezpiecznie woził nas latami po bezdrożach Australii. Tutaj nie buduje się wiaduktów ponad okresowymi rzeczками płynącymi jedynie po większych deszczach, ale po prostu puszcza się je w poprzek drogi stawiając jedynie wodowskazy, by kierowca mógł zdawać sobie sprawę z głębokości wody w danym miejscu i z ryzyka jakie podejmuje przekraczając rwącą strugę. Dziś nie ma wody w strumieniu i drynda przetacza się po kamienistym dnie i wtacza się do głębokiego

parowu Bunyeroo. Południe, niebo szafirowo błękitne, skały bo bokach głębokiej kotliny rdzawo-czerwone, poszarpane, roślinność głównie eukaliptusy zielonymi liśćmi przesłaniają białe pnie pozbawione kory, kolorowe papugi drą się w niebogłasy, powietrze wydaje się nieruchome i bardzo suche. Podłoże wnętrza parowu wystlane jest miękkimi łupkami koloru brązowego. Dzięki tym miękkim łupkom kształty morfologii dna parowu nie są tak kańciste i strome, jak na kwarcytowych, poszarpanych zboczach. Po dnie parowu majestatycznie płynie potok.



Ryc. 3. Ślady metamorfizmu uderzeniowego w ziarnach kwarcu (A, skala 0.1 mm) i w kryształach cyrkonu (B) wyseparowanych z Flindersytów.

Zatrzymujemy samochód, idę za Victorem do zbocza kotliny koło potoku. Tu pośród brązowych łupków Victor wskazuje mi szarej barwy warstewkę ciągnącą się wzdłuż strumienia. Warstewka ciągnie się na znacznej przestrzeni, czasem wchodzi na dno potoku, dalej przekracza go, by ukazać się na przeciwległej ścianie parowu. Przyglądam się bliżej temu miejscu. Wewnątrz tej szarej warstewki

widnieją ziarenka piasku i fragmenty żwiru o różowym kolorze. Momentami występują tu większe kamienie, to flindersyty, swojego rodzaju ziemskie meteoryty, których nazwa wzięta została od pasma Gór Flindersa, gdzie zostały odkryte. Nieopodal w strumieniu leży głaz o wadze 25 kilogramów, widocznie wymyty został z tej warstwy w czasie, kiedy po deszczach strumień z dużą siłą rzeźbił dno i pobocza parowu. Obłamuję młotkiem fragment głazu i przyglądam się świeżo rozłupanej skale. To dacyt, skała wulkaniczna, pochodzi z pewnością z katastrofy w Acraman.

To łupki formacji Bunyeroo, mówi Viktor wskazując na czerwone pofoliowane skały dna potoku. Formacja o tej samej nazwie co i nazwa kotliny, w której się znajdujemy. Formacja ta uformowała się w prekambryze około 600 milionów lat temu na dnie płytkiego morza, w miejscu którego 100 milionów lat po utworzeniu się tych łupków, wypiętrzyły się wysokie góry. Góry te po zerodowaniu i tektonicznym odnowieniu możemy dziś podziwiać jako pasmo Gór Flindersa ciągnące się około 600 kilometrów od Adelajdy na północ w głąb tego suchego, wypróżnzonego słońcem kontynentu.

W jaki sposób rozpoznałeś, że te z pozoru normalne skały wulkaniczne nie pochodzą z erupcji lokalnego wulkanu, ale są świadectwem dalekiej katastrofy? – ciągnę z niedowierzaniem spoglądając na różowego koloru głaz.

W tym problem – odpowiada Victor – jako młody asystent na uniwersytecie podjąłem próbę przesłania tej formacji na przestrzeni całego masywu Gór Flindersa i nie znalazłem śladu wulkanów. Nie mogłem sobie wytłumaczyć, w jaki sposób te skały wyraźnie wulkanicznego pochodzenia mogły tu się znaleźć. Viktor następnie wyjaśnił, iż podobne skały występują w masywie wzgórz Gawler, jakieś 350 km stąd, ale są o miliard lat starsze – dodał Victor – zatem nie mogłyby zostać wyrzucone do przyszłości. Długo zastanawiałem się nad możliwymi rozwiązaniami tej zagadki. Pozostała jedyna możliwość, ładolód. Oto ładolód sunący po skałach wulkanicznych masywu Gawler mógł porywać fragmenty skał, które wtapiając się w jego cielsko przewędrować mogły spore odległości, aż do brzegu wszechoceanu Panthalassa. Tu, ładolód powoli zsuwa się do płytkiego morza, dzieli się na góry lodowe, z których następnie materiał skalny wytapiając się powoli i opadając na dno mógł wejść w skład formacji widniejącej dziś na dnie parowu Bunyeroo. To jedynie prawdopodobna hipoteza, tyle, że po dokładnym przyjrzeniu się zmianom klimatycznym jakie miały miejsce w tym okresie czasu nie doszukaliśmy się śladu zlodowacenia. Sprawa pozostała zatem niewyjaśnioną przez

kilka lat aż do spotkania się z Georgiem Williamsem. Po przeprowadzeniu wspólnych badań na zebranych materiałach skalnym i potwierdzeniu anomalii geochemicznej wskazującej na silne wzbogacenie warstewki pokryw wyrzutowych z formacji Bunyeroo w materiał kosmogeniczny jak iryd, można było pokusić się o rekonstrukcję wydarzenia.

### Rekonstrukcja wydarzenia

Jak można przypuszczać, 580 milionów lat temu, w centrum masywu Gawler, będącym grubą pokrywą różowego koloru dacytowych skał pochodzenia magmowego utworzoną około półtora miliarda lat temu, uderzyła z kosmiczną prędkością, wielu kilometrów na sekundę olbrzymia góra z kosmosu. Dacytowy płaskowyż, fragment superkontynentu Gondwana, utworzony w czasie masywnych wylewów magmy, miał w tym czasie miliard lat i dawno już był termalnie i tektonicznie nieczynnym.

Trudno dziś rozstrzygnąć, jaka była wtedy pora dnia czy roku, dość, że w pewnym momencie w atmosferę Ziemi wtargnęła 4 km średnicy fragment planetoidy, kosmiczna góra, niczym góry lodowe przemierzające przestrzeń oceanów, ta góra kosmiczna od trzech miliardów lat przemierzała puste przestrzenie próżni systemu planetarnego. Powstała ona na początku formowania się planet cztery i pół miliarda lat temu i wchodziła zapewne w skład niewielkiej planetki 400 km średnicy. Ta mała planetka uległa jednak kompletnemu rozbiciu w wyniku wielokrotnych zderzeń z podobnymi jej obiektami, których orbity ulegały krzyżowaniu w wyniku sił perturbacyjnych Jowisza. Wydaje się zatem że już 500 milionów lat po uformowaniu się tej małej planetki, była już ona roztrzaskana na wielokilometrowej średnicy fragmenty, swojego rodzaju „góry lodowe przestrzeni międzyplanetarnej”. Od tego czasu przez następne dwa i pół miliarda lat, owa „góra” krążyła po nieco wydłużonej orbicie okołołonecznej, aż pewnego dnia, zderzyła się z Ziemią.

W pierwszym momencie, nastąpiło zetknięcie się ciała planetoidy z twardą powierzchnią wulkanicznych skał półwyspu Eyre. W punkcie zderzenia wytworzone zostało ogromne ciśnienie, rzędu kilkudziesięciu megapaskali. Wywołało ono falę uderzeniową, rozchodzącą się sferycznie zarówno w ciele uderzającego pocisku jak i w skałach powierzchni w miejscu zderzenia. W momencie zderzenia wyzwoliła się ogromna energia oceniana na  $5.2 \times 10^6$  Mt (TNT) i w wyniku zamiany energii kinetycznej hamującego raptownie meteoroidu na ciepło. Ciepło to, sięgające dziesiątków tysięcy stopni spowodowało natychmiastowe kruszenie, topienie i odparowanie skał

w miejscu zderzenia. Ocenia się, że całość materiału, z którego był zbudowany kosmiczny pocisk jak i równowartość jego masy w skałach podłoża, w które ten pocisk uderzył, zamieniła się momentalnie w masę gorących, zjonizowanych gazów. Gazy te rozgrzane i pod wysokim ciśnieniem, utworzyły nowy stan skupienia materii, plazmę.

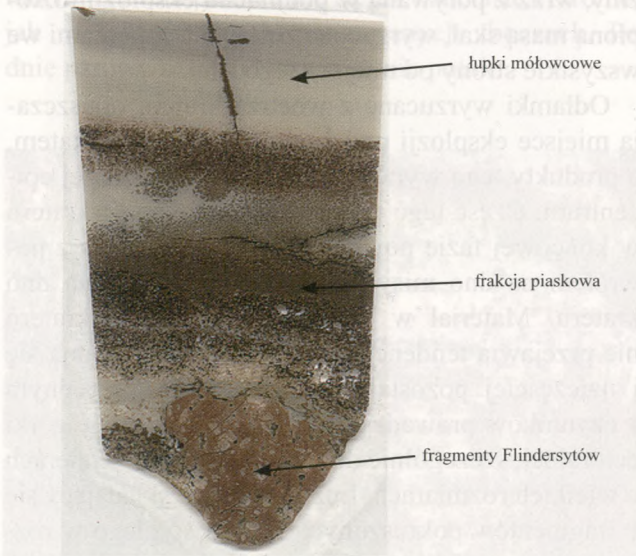
Natychmiast po tym etapie, strugi rozgrzanej plazmy, wraz z porywaną w podmuchu eksplozji roztopioną masą skał, wyrzucone zostały strumieniami we wszystkie strony od miejsca wybuchu.

Odłamki wyrzucane z wnętrza krateru opuszczają miejsce eksplozji pod coraz to mniejszym kątem, a produkty tego wyrzutu opadają coraz to bliżej epicentrum. Część tego materiału, wyrzucona z krateru w końcowej fazie powstawania krateru, spada z powrotem na dno misy uderzeniowej i wyściela dno krateru. Materiał w centralnej części dna krateru nie przejawia tendencji do bocznego rozsuwania się i najczęściej pozostaje na miejscu, będąc jednym z czynników prowadzących do utworzenia się góry centralnej, szczególnie dobrze widocznej w kraterach o wielkich rozmiarach. Luźny materiał składający się z fragmentów pokruszonych skał, zastygłego w rozmaite formy szkliwa i produktów powstałych w wyniku termicznej kondensacji par i gazów, tworzących się szczególnie obficie w czasie pierwszej fazy wybuchu, buduje charakterystyczne w swoim składzie i strukturze grunty zwane pokrywami wyrzutowymi. Pokrywy te, podobne są do produktów piroklastycznych znanych z wybuchów wulkanicznych.

Należy tu wspomnieć, że fala uderzeniowa przechodząca przez skały z prędkością około 7 km na sekundę, w znacznym stopniu wpłynęła na zmianę cech strukturalnych minerałów. Działo się to już poza obszarem totalnego topienia i parowania skał. Takie zmiany strukturalne minerałów nazywa się metamorfizmem uderzeniowym, bo powstającym jedynie w wyniku katastroficznych uderzeń kosmicznych. Ten ekstremalny metamorfizm łatwo można odróżnić od metamorfizmu termicznego czy tektonicznego.

Nie wszystkie jednak minerały uległy takiemu metamorfizmowi uderzeniowemu w tworzącym się kraterze meteorytowym na półwyspie Eyre. Otóż poza pewnym obszarem, energia fali uderzeniowej, rozpraszająca się we wciąż powiększającej się masie masywu skalnego słabnie i jest niewystarczająca dla zmiany struktury minerałów. W czasie tej eksplozji miało miejsce masowe kruszenie się skał, ich totalne mieszanie i wyrzut na bliskie i dalekie odległości. Rozkruszona skała w postaci gęstej chmury składającej się z wielkich głazów, piasków i ogromnej ilości pyłów, zmieszana z przegrzaną parą wodną

i innymi gazami powstałymi przy odparowaniu skał, rozprzestrzeniała się z ogromną prędkością we wszystkich kierunkach. Chmura ta utworzyła swojego rodzaju lawinę gęstego i gorącego medium, które podobne do chmury piroklastycznej, która zniszczyła Pompeje, unicestwiała wszystko na swojej drodze i włączała do swojej masy coraz to nowy materiał, toczyła się dalej, nabierając masy niczym tocząca się kula śnieżna.



Ryc. 4. Warstewka Flindersytów z parowu Bunyeroo w Górach Flindersa.

Obraz ten wyjaśnia zagadkę, dlaczego jedynie część materiału wyrzuconego z krateru nosi ślady metamorfizmu uderzeniowego. Większość materiału mineralnego powstałej lawiny, wymieszana została dokładnie ze stosunkowo niewielką ilością zmetamorfizowanych uderzeniowo fragmentów skał z bezpośredniej strefy uderzenia bolidu. Chmura ta, początkowo wystrzeliła na wiele dziesiątków kilometrów do góry. Jej strumienie początkowej fazy wybuchu, poszybowały prawdopodobnie w przestrzeń kosmiczną, część odłamków pozostała na wyższej i niższej orbicie okołoziemskiej i z czasem po latach spadały one na ziemię jako meteoryty. O dziwo ich skład będzie ziemski. Pył atmosferyczny przez długie lata utrzymywał się w górnych warstwach atmosferycznych wpływając brutalnie na zmiany klimatyczne i biologiczne na obszarze całej planety.

Radialnie rozprzestrzeniająca się chmura tej lawiny uderzeniowej po kilku minutach dotarła 350 km od miejsca wybuchu i rozchodzić się zaczęła ponad Oceanem Thalassa. Opadające na dno odłamki skalne przechodziły tu przez kolumnę wody i nie były już beładnie przemieszane. W czasie sedymentacji nastąpiło rozsortowanie materiału. Fragmenty największych rozmiarów opadły w wodzie szybciej, a za nimi podążał materiał wielkości ziarenek piasku i pyłu. Wiele z nich uniesione zostało prądami oceanicznymi na znaczne odległości,

jak również przemieszane w wyniku ogromnych fal tsunami wywołanych w efekcie katastrofy.

Utworzona warstewka przykryta została wielokilometrowej grubości osadem na wciąż obniżającym się dnie geosynkliny Adelajdy. Około 100 milionów lat później, po katastrofie, osady te zostały sfałdowane i wypiętrzone w czasie orogenezy delameryjskiej, kiedy to powstały pierwotne łańcuchy Gór Flindersa. Po tym, nastąpił długi okres erozji, kiedy to góry praktycznie przestały istnieć, zostały starte z powierzchni Ziemi przez długi okres penenienizacji. Dopiero niedawno bo około 60 milionów lat temu pasmo Gór Flindersa zostało częściowo odnowione w wyniku tektonicznego podźwignięcia części bloków skorupy, po którym to okresie czasu, znowu zaczęła działać erozja i okresowe rzeczki jak potok Bunyeroo rozcinać zaczęły pofałdowane skały w wielu miejscach. Tam gdzie została przecięta erozją warstewka formacji Bunyeroo, na powierzchnię wydostawała się warstewka zawierająca dacyty ze wzgórz Gawler i odwiedzającym turystom, jak i rzeszom geologów odwiedzających to unikalne miejsce, opowiada do dziś dziwną historię o wielkiej kosmicznej katastrofie jaka wydarzyła się w zamierzchłych czasach, czasach kiedy życie na Ziemi dopiero zaczęło nabierać rozmachu przed burzliwym jego rozwojem w okresie kambryjskim.

Jak wykazały analizy badań, początkowo krater meteorytowy tuż po jego uformowaniu w starym masywie wulkanicznym miał średnicę 75 do 90 kilometrów i głębokość 3 kilometrów. Jednak w wyniku postępującej erozji, po upływie półtora miliarda lat od katastrofy, to co obserwujemy dziś na powierzchni jeziora Acraman, to jedynie korzenie pierwotnej struktury krateru. Ocenia się, że w czasie trwania erozji usunięty został aż 3-kilometrowej miąższości fragment skorupy.

Obecnie wydarzenie Acraman-Bunyeroo stanowi unikalne na skalę światową zjawisko gdzie odległe pokrywy wyrzutowe zarejestrowane w odległości do 540 km od miejsca katastrofy korelowane są z ogromnej wielkości kraterem meteorytowym. Efekty środowiskowe tej katastrofy z zamierzchłych epok geologicznych mogą przekazać nam wiele informacji o istniejącym zagrożeniu katastrofami kosmicznymi i efektach środowiskowych jakich można oczekiwać w wyniku nastąpienia takiej katastrofy. Tajemnica jeziora Acraman po jej pełnym wyjaśnieniu będzie mogła pomóc nauczyć nas jak przygotować się powinniśmy na wypadek podobnej katastrofy w przyszłości. Nie jest bowiem uzasadnione pytanie czy podobna katastrofa wydarzy się ponownie, lecz kiedy się wydarzy i czy jesteśmy do niej właściwie przygotowani.



## EKOSin – Elektroniczny Klucz do Oznaczania Sinic

Program o nazwie „EKOSin” powstał w wyniku współpracy firmy Asseco Poland S.A. oraz Zakładu Biologii i Ekologii Morza Instytutu Oceanografii Uniwersytetu Gdańskiego, którego kierownikiem jest prof. dr hab. Marcin Pliński. Stanowi on komputerową implementację klucza opisanego przez prof. prof. Marcina Plińskiego i Jiriego Komarka w podręczniku „Sinice – Cyanobakterie (Cyanoprokaryota)” – Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego – 2007 r. Obecnie oprogramowanie EKOSin jest wdrożone w Zakładzie i zostało m.in. przetestowane jako narzędzie wspomagające pracę studentów I roku oceanografii podczas ćwiczeń laboratoryjnych z oznaczania sinic. Oprogramowanie jest opracowane w sposób maksymalnie przyjazny dla użytkownika. Nie wymaga od niego żadnego zaawansowanego przygotowania informatycznego, a posługiwanie się nim jest w znacznej mierze intuicyjne. W naszym przekonaniu może być przydatnym narzędziem zarówno w procesach dydaktycznych jak również i badawczych.

### Elektroniczny klucz oznaczania sinic – wprowadzenie

Intensyfikacja badań nad strukturą i funkcjonowaniem biocenoz wód przybrzeżnych naszego Bałtyku, a szczególnie Zatoki Gdańskiej stwarza potrzebę dokładnej charakterystyki glonów, gdyż odgrywają one bardzo ważną rolę jako producenci tak w strefie pelagicznej jak i w litoralu. Znajomość taksonomiczna glonów okazała się również nieodzowna w wielu innych, aktualnie rozwijanych kierunkach badań ekologicznych, zarówno podstawowych, jak i użytecznych.

Dostępne obecnie dane odnośnie flory glonów, jak i innych roślin z polskiego Bałtyku są bardzo skąpe i rozproszone, stąd też korzystanie z nich na co dzień jest niezmiernie uciążliwe. Ponadto, są to najczęściej tylko listy gatunkowe, bez chociażby skrótowego omówienia cech diagnostycznych. Zastąpiła więc konieczność zebrania tych danych, dokonania ich analizy oraz opracowania w formie klucza do oznaczania gatunków, **w tym należących do gromady sinic.**

Przy doborze materiału kierowano się listami gatunkowymi pochodzącymi z dostępnych opracowań fitoplanktonu Zatoki Gdańskiej, w tym Zatoki Puckiej jako części akwenu ograniczonej Półwyspem Helskim. Uwzględniono również gatunki notowane w Zalewach Wiślanym i Szczecińskim oraz w wysłodzonych rejonach Bałtyku.

Zostały także zamieszczone gatunki poroślowe, w tym notowane w basenach portowych Bałtyku Południowego. Włączone zostały także takie gatunki, które mogą potencjalnie występować w wodach Zatoki Gdańskiej i zostać odnalezione podczas dokładnych badań.

Uwzględniono w miarę pełny wykaz gatunków sinic dotychczas notowanych i tzw. potencjalnych dla wód Bałtyku Południowego, co sprawia, że klucz powinien być użyteczny dla wielu algologów i ekologów interesujących się sinicami, a dzięki swojej elektronicznej formie znacznie usprawnić procesy oznaczania gatunków.

### Wstęp

Dostępne obecnie dane odnośnie flory glonów, jak i innych roślin z polskiego Bałtyku są bardzo skąpe i rozproszone. Ponadto, dostępne są najczęściej tylko jako listy gatunkowe, bez, chociażby skrótowego, omówienia cech diagnostycznych. Wszystko to sprawia, że korzystanie z takich danych na co dzień, jest mocno uciążliwe. Pierwszym krokiem na drodze do poprawy tej sytuacji było wydanie wzmiankowanego podręcznika, który zapoczątkował serię wydawniczą „Flora Zatoki Gdańskiej i wód przyległych” (Bałtyk Południowy). Podręcznik ten zawiera klucz do oznaczania sinic z list gatunkowych z opracowań fitoplanktonu Zatoki Gdańskiej, w tym Zatoki Puckiej. Przedstawiono w nim także gatunki z wysłodzonych rejonów Bałtyku (w tym zalewów: Wiślanego i Szczecińskiego) oraz gatunki poroślowe zasiedlające konstrukcje hydrotechniczne w portach Bałtyku Południowego. Dodatkowo, w kluczu ujęto również gatunki potencjalne dla Zatoki Gdańskiej.

Istotnym ułatwieniem w korzystaniu z wiedzy nagromadzonej i usystematyzowanej w podręczniku jest aplikacja EKOSin. Stanowi ona komputerowe narzędzie wspomagające pracę osób specjalizujących się w oznaczaniu rodzimych gatunków sinic. W aktualnej wersji aplikacja bazuje całkowicie na materiale zawartym w podręczniku.

Aplikacja została skonstruowana w taki sposób, że prowadzi ona użytkownika „krok po kroku” przez wszystkie poziomy klucza aż do prezentacji końcowego rozwiązania. Jediną czynnością jaką wykonuje użytkownik jest wybór dokładnie jednej pozycji z listy wartości opisujących daną cechę identyfikacyjną. Cechy te przedstawiane są w ściśle określonej kolejności (sekwencji), która wynika ze struktury klucza:

hierarchicznej, bliskiej dychotomicznej (topologia drzewa). Wybór wartości następuje zgodnie z oceną przez użytkownika właściwości obserwowanych materiałów źródłowych (np. preparatów) i ewentualnie z jego wiedzą dodatkową np. o środowisku pochodzenia próbek, sposobie i czasie ich pozyskania. Końcowe rozwiązania uzyskane wg klucza wymaga jednak dokładnego porównania z danymi charakteryzującymi oznaczany materiał. Brak zgodności może oznaczać błąd w określeniu wartości cechy na jednym z pośrednich etapów identyfikacji lub próbę oznaczenia gatunku nieobjętego kluczem (gatunek jeszcze nieopisany lub spoza obszaru Zatoki Gdańskiej i wód przyległych).

### Zakres i cechy użytkowe EKOSin

W chwili obecnej, aplikacja EKOSin (ver. 1.02) udostępnia użytkownikom wyłącznie dane źródłowe (opisy, rysunki oraz fotografie) pochodzące z podręcznika: „Sinice – Cyanoprokaryota”. Składa się na to: **240 plików PDF** z opisami tekstowymi, **170 plików JPG** zawierających czarno-białe rysunki, **25 plików JPG** zawierających fotografie barwne. Przyjęta została jednolita rozdzielczość prezentacji rysunków i fotografii – 600x800pxl. Zasoby danych źródłowych aplikacji EKOSin w wersji wdrożonej w Zakładzie Biologii i Ekologii Morza IO UG wynoszą sumarycznie ok. 50 MB przy ogólnej liczbie ok. 170 identyfikowalnych pozycji.

Aplikacja EKOSin umożliwia: wybór gatunków **wg klucza**, czyli nawigowanie po hierarchicznej strukturze klasyfikacyjnej i wybór obiektów zgodnie z decyzją użytkownika; **oznaczanie gatunków wg cech** na podstawie wyboru przez użytkownika ich wartości z wyświetlanych list; **wybijanie mieszane** polegające na wstępnym wyborze obiektu w strukturze klasyfikacyjnej a następnie oznaczanie (w tej gałęzi) gatunku wg cech; **bezpośredni dostęp do obiektów klucza** poprzez listy indeksowe (na podstawie nazwy).

Interfejs użytkownika został maksymalnie uproszczony. Na poszczególnych etapach identyfikacji wyświetlany jest tylko jeden ekran z opcjami wyboru. Zawiera on niezbędne minimum informacyjne (jedna lista wyboru oraz przyciski funkcyjne). Takie rozwiązanie przyjęto celowo, aby ograniczyć w procesie decyzyjnym możliwość popełnienia przez użytkownika typowych błędów obsługi oraz zapewnić intuicyjną nawigację. W rezultacie proces oznaczania sinic sprowadza się do kolejnych operacji wyboru wartości wyświetlanych cech. Na każdym etapie tego procesu jest możliwość cofnięcia się do kroku poprzedzającego lub powrót do ekranu startowego.

Przydatną opcją jest tworzenie tzw. **raportu z przebiegu**. Pozwala ona na zarejestrowanie kompletnej

ścieżki oznaczania gatunku (ew. rodzaju) wraz z wybranymi wartościami cech opisujących badane preparaty, co ułatwia tworzenie dokumentacji wykonanych prac.

### Instalacja EKOSin, wymagania środowiskowe, technologie

Aplikacja EKOSin dostarczana jest użytkownikowi na nośniku instalacyjnym (płyta CD/DVD lub pen-drive USB). Zawiera on zawsze jeden plik instalatora o nazwie: EKOSin\_X.xx\_setup.exe (aktualna wersja ma oznaczenie 1.02) Po jego uruchomieniu na ekranie pojawiają się kolejno odpowiednie okna dialogowe, które prowadzą użytkownika przez cały proces instalacji. Po zakończeniu pracy instalatora oraz stwierdzeniu kompletności środowiska EKOSin jest w pełni gotowy do użytkowania. Z nośnikiem dostarczana jest również instrukcja użytkownika w postaci papierowej. Jest ona przydatna, zwłaszcza, na etapie pierwszego instalowania EKOSin. Po zakończeniu instalowania dokumentacja użytkownika jest dostępna w postaci elektronicznej. Zawiera ona m.in. opis środowiska informatycznego i technologii (wymagania na środowisko i wykaz zastosowanych technologii) oraz warunki licencyjne z wykazem praw autorskich i pokrewnych.

Aplikacja EKOSin została opracowana na platformę Windows jako system autonomiczny, informacyjnie samowystarczalny. W trakcie eksploatacji nie jest wymagany dostęp do Internetu – wszystkie niezbędne zasoby danych znajdują się na komputerze użytkownika. Oprócz systemu operacyjnego MS Windows (**2000, XP, Vista, 7**) aplikacja EKOSin wymaga zainstalowania dodatkowo: **Java Virtual Machine (JRE)** (ver.6 lub wyższa) oraz **Adobe Reader** (ver. 7 lub wyższa). W przypadku ich braku można przeprowadzić samodzielną instalację w oparciu o darmowe wersje programów zamieszczone w katalogu aplikacji EKOSin na komputerze użytkownika.

Istotną rolę w opracowaniu aplikacji EKOSin odgrywa Technologia Szybkiego Dostępu do Danych TSDD. Jest to oryginalne narzędzie opracowane przez Asseco Poland S.A. powstałe przy współfinansowaniu z funduszy UE (umowa z MNiSW nr WKP\_1/1.4.1/1/2006/166/166/723/2007/U). Umożliwia ono budowę dedykowanych struktur szybkiego wyszukiwania statycznych (rzadkozmennych) danych o wysokich parametrach wydajnościowych przy ograniczonych wymaganiach zasobowych. W skład danych przechowywanych w EKOSin wchodzi: nazwy obiektów taksonomicznych, dane o strukturze hierarchicznej klucza, nazwy cech, wartości

cech, dane pomocnicze zapewniające integralność danych źródłowych, adresy opisów tekstowych i plików graficznych, pliki z opisami obiektów klucza, pliki graficzne. Wszystkie te elementy, z wyjątkiem plików z opisami tekstowymi oraz plików graficznych, przechowywane są w zasobach TSDD i podlegają selekcji w czasie interaktywnej obsługi użytkownika.

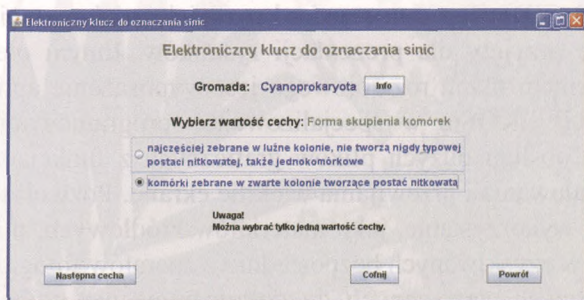
Dla aplikacji EKOSin w wersji 1.02 na jeden obiekt taksonomiczny przypada kilkadziesiąt rekordów TSDD. Sumarycznie przechowywanych jest ok. 13 tys. rekordów. Dla tej wielkości zasobów TSDD czasy odpowiedzi EKOSin są praktycznie niezauważalne dla użytkownika, nawet na sprzęcie klasy netbook.

### Przykładowy proces oznaczania

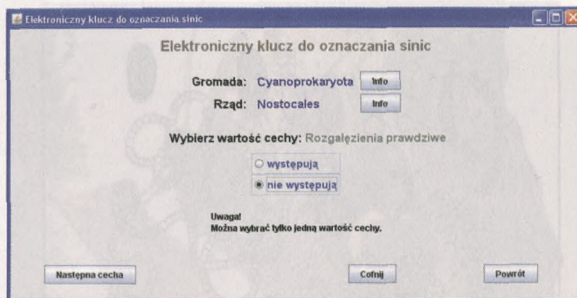
Poniżej przedstawiona jest ścieżka dojścia do oznaczanego gatunku w oparciu o ocenę preparatu gatunku objętego kluczem.



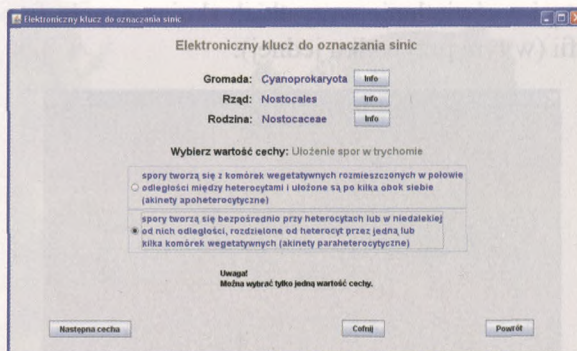
Po uruchomieniu klucza należy nacisnąć przycisk „Oznaczanie gatunków wg cech”:



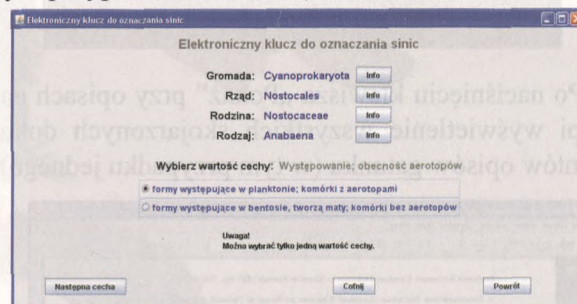
Poniżej nagłówek „Elektroniczny klucz do oznaczania sinic” pojawia się ścieżka dojścia do określonego obiektu. Na początku tym obiektem jest gromada **Cyanoprokaryota**. Wyświetlona zostaje nazwa cechy i możliwe wartości. Wybór jednej z tych wartości prowadzi do zawężenia listy podległych obiektów. Algorytm postępowania jest zgodny z algorytmem w kluczu książkowym. Może być konieczny wybór wartości kilku kolejnych cech. Po wyborze ostatniej cechy (która doprowadza do wskazania jednego obiektu) następuje powiększenie ścieżki dojścia o pozycję „rząd” (w danym przypadku – *Nostocales*).



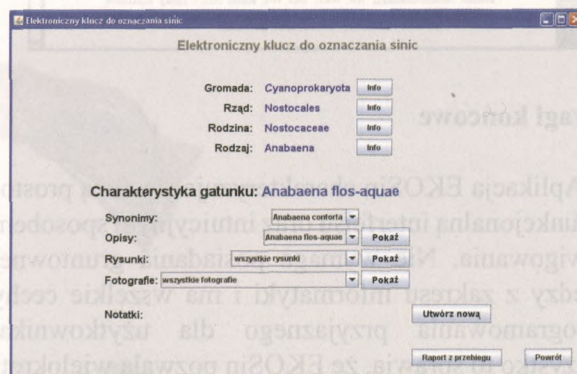
Kolejno wyświetlane cechy i interaktywne określanie przez użytkownika ich wartości prowadzi do oznaczenia rodziny, (w danym przypadku – *Nostocaceae*)



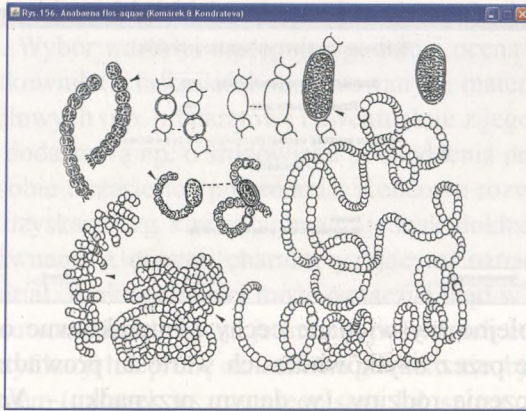
W kolejnych krokach oznaczany jest rodzaj (w danym przypadku *Anabaena*).



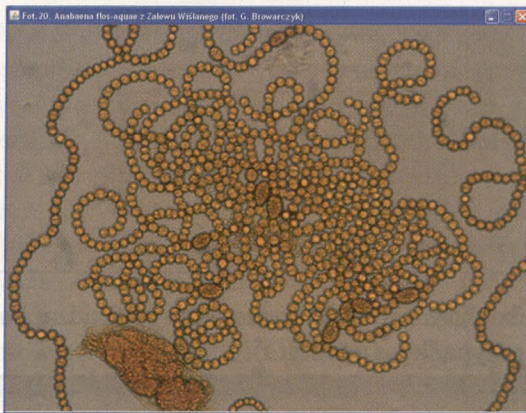
Kilka kolejnych kroków prowadzi do wyboru wartości ostatniej cechy klasyfikacyjnej i oznaczenia gatunku (w danym przypadku *Anabaena flos-aquae*).



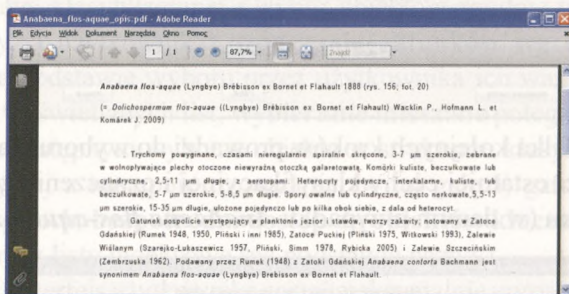
Po naciśnięciu klawisza „Pokaż” przy rysunkach nastąpi wyświetlenie wszystkich skojarzonych rysunków (w tym przypadku jednego):



Po naciśnięciu klawisza „Pokaż” przy fotografiach nastąpi wyświetlenie wszystkich skojarzonych fotografii (w tym przypadku jednej):



Po naciśnięciu klawisza „Pokaż” przy opisach nastąpi wyświetlenie wszystkich skojarzonych dokumentów opisów gatunku (w tym przypadku jednego).



## Uwagi końcowe

Aplikacja EKOSin charakteryzuje się dużą prostotą funkcjonalną interfejsu oraz intuicyjnym sposobem nawigowania. Nie wymaga posiadania gruntownej wiedzy z zakresu informatyki i ma wszelkie cechy oprogramowania przyjaznego dla użytkownika. Wszystko to sprawia, że EKOSin pozwala wielokrotnie przyspieszyć proces posługiwania się kluczem

w stosunku do jego referencyjnego pierwowzoru zawartego w podręczniku. Zapewnia też większe możliwości przeglądania i porównywania materiałów opisowych i ikonograficznych.

Aplikacja EKOSin została poddana testom w Zakładzie Biologii i Ekologii Morza UG. Przeprowadzono kilka prób oznaczenia preparatów sinic przez pracowników Zakładu oraz wykorzystano oprogramowanie w trakcie zajęć laboratoryjnych ze studentami I roku studiów stacjonarnych na kierunku Oceanografia. Przedmiot tych zajęć stanowiło oznaczanie sinic na podstawie znajomości klucza oraz obserwowalnych cech morfologicznych. Samodzielna praca studentów z mikroskopem oraz oprogramowaniem EKOSin była poprzedzona odpowiednią prezentacją wprowadzającą w temat, a następnie demonstracją wykorzystania oprogramowania EKOSin. Materiał poglądowy stanowiły, w tym przypadku, odpowiednio dobrane monochromatyczne wydruki zdjęć mikroskopowych wraz z opisem dodatkowych cech preparatu niezbędnych dla pełnego wykorzystania klucza.

W trakcie ćwiczeń, które objęły ponad stu studentów przeprowadzono w sumie około 100–110 oznaczeń wybranych gatunków sinic z wykorzystaniem oprogramowania EKOSin. Eksploatacja próbna oraz ćwiczenia ze studentami potwierdziły stabilną i poprawną pracę oprogramowania.

Aktualna wersja EKOSin została całkowicie oparta na materiałach pochodzących z podręcznika. Docelowo planowane jest jednak zilustrowanie każdej oznaczanej pozycji, przynajmniej jednym, barwnym zdjęciem o rozdzielczości, co najmniej 1920x1080 pxl (HD). Ten sam standard rozdzielczości zostanie też przyjęty dla prezentacji rysunków. Innym elementem planu rozwojowego jest wyposażenie aplikacji EKOSin w specjalizowane oprogramowanie do obsługi dużych plików graficznych z funkcjami skalowania i przewijania w oknie ekranu. Pozwoli to na wykorzystanie, jako materiałów źródłowych, plików uzyskiwanych bezpośrednio z aparatów fotograficznych stosowanych do dokumentowania próbek (np. zdjęć mikroskopowych). Realizacja tych zamierzeń jest jednak uwarunkowana dostępnością zasobów materiałów ilustracyjnych o wymaganej jakości i uzyskaniem praw do ich wykorzystania.

W zakresie rozwoju samego oprogramowania zakłada się powstanie wersji EKOSin na platformę LINUX, w tym również wersji boot'owalnej np. z nośnika USB.



*Caligo memnon*

**M**otyle z rodzaju *Caligo* uważane są za największe motyle Ameryki Południowej. Charakterystyczną ich cech jest ubarwienie i wzory na spodniej części skrzydeł. Widnieje na nich rysunek przypominający oczy sowy. Jest to taktyka obronna, która ma odstraszyć drapieżnika. Motyle *Caligo* należą do rodziny *Brassolidae*, która liczy ok. 80 gatunków.



**H**ebomoia to bielinki (Pieridae) o największej rozpiętości skrzydeł. Na zdjęciu widzimy motyla z gatunku *Hebomoia glaucippe*. To piękny motyl o biało pomarańczowych skrzydłach. Występują w Azji i Australii.



**K**allima paralecta to azjatycki motyl stosujący interesujący rodzaj ochrony przed potencjalnymi napastnikami. Ubarwienie spodnich części skrzydeł do złudzenia przypomina suche liście. W ten sposób drapieżnik nie jest w stanie zobaczyć motyla. Dodatkowo, ciekawostką jest to, że bardzo ciężko znaleźć dwa osobniki mające podobne, spodnie części skrzydeł.



**M**orphidae to rodzina motyli występująca w Środkowej i Południowej Ameryce. Ich cechą charakterystyczną są błyszczące, błękitne skrzydła u większości gatunków. Najmniejszym przedstawicielem tego rodzaju jest *M. adonis*, a największym *M. hecuba* o wyjątkowych, pomarańczowo czarnych skrzydłach. Jak do tej pory odkryto 80 gatunków motyli *Morpho*.

## *PARALONGIDORUS MAXIMUS* (BÜTSCHLI) (DORYLAIMIDA, LONGIDORIDAE) – INTERESUJĄCY GATUNEK NICIENIA Z FAUNY POLSKI

*Paralongidorus maximus* (Bütschli) (Dorylaimida, Longidoridae) jest jednym z największych nicieni-pasożytów roślin wyższych (osiąga długość 7–12 mm). Jest on polifagiem atakującym wiele gatunków roślin zielnych i zdrewniałych. Jego żerowanie niekiedy powoduje powstawanie na korzeniach niewielkich wyrosła, a w wyniku uszkodzenia systemu korzeniowego może dochodzić do deformacji i więdnienia nadziemnych części roślin i przenikania do tkanek roślinnych różnych patogenów.

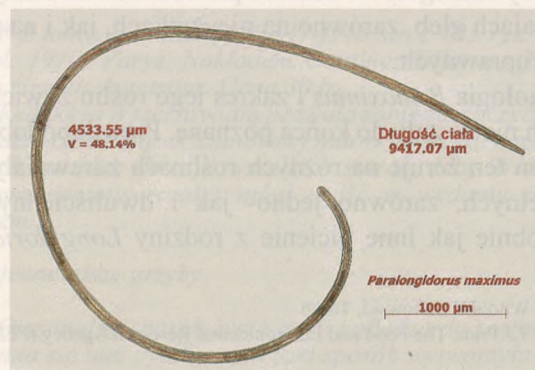
*P. maximus* jest szeroko rozprzestrzeniony w niektórych krajach europejskich. Zgodnie z danymi literaturowymi, w Polsce został on po raz pierwszy stwierdzony podczas badań przeprowadzonych przez Witkowską w latach 1954–1955 w Koniczynie koło Torunia, na terenie Ośrodka Biologii Stosowanej Uniwersytetu Mikołaja Kopernika. Osobniki tego gatunku znaleziono na poletkach gdzie uprawiano ziemniaki, koniczynę czerwoną i rzepak ozimy. Od tego czasu brak publikacji na temat występowania tego nicienia na innych stanowiskach na terytorium Polski.

W czerwcu 2006 populacja *P. maximus* została znaleziona przez autora w ogrodzie Zoobotanicznym w Toruniu. Nicienie występowały w glebie wokół systemu korzeniowego drzewek grabu tworzących żywopłot. Kolejne stanowisko występowania nicienia autor wykrył w październiku 2009 r. w uprawie pszenicy w Lisewie (powiat chełmiński, województwo kujawsko-pomorskie). Podczas badań prowadzonych przez mgr Franciszka Kornobisa z Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu wykryto kolejne stanowiska występowania nicienia, na terenie województwa wielkopolskiego. Świadczy to, że gatunek ten jest szerzej rozprzestrzeniony w Polsce, niż wskazują na to dane literaturowe.

W czasie analiz prób gleby pobranych z obu stanowisk na terenie województwa kujawsko-pomorskiego stwierdzono osobniki młodociane i samice nicieni, w niewielkiej liczbie. Samców nie stwierdzono, lecz w populacjach tego gatunku występują one bardzo rzadko, a rozmnażanie odbywa się na zasadzie partenogenezy.

Morfologia samic ma zasadnicze znaczenie przy identyfikacji gatunku. Ciało samic zabitych ciepłem jest po stronie brzusznej zwinięte w formie otwartej spirali (Ryc. 1). Głowa widziana z boku (Ryc. 2) jest silnie rozwinięta i wyraźnie oddzielona od reszty ciała

przez głębokie wcięcie. Podobnie jak inne nicienie z rodziny *Longidoridae*, gatunek ten zaopatrzony jest w sztylet w formie „igły od strzykawki” określony jako odontoszylet. Ma on długość 152–187  $\mu\text{m}$ , a jego przedłużenie (odontofor) – 42–71  $\mu\text{m}$ . Całkowita długość sztyletu wynosi 220–263  $\mu\text{m}$ . Sztylet służy do nakłuwania korzeni roślin, wprowadzania do „nakłucia” enzymów trawiennych (podobnie jak u innych nicieni występuje trawienie zewnętrzne), a ponadto pełni rolę filtra, dzięki któremu do przełyku trafiają tylko cząstki pokarmowe o określonej wielkości. U samic *P. maximus* rozwinięte są obie gałęzie układu rozrodczego. Zgodnie z danymi literaturowymi, odległość wulwy od początku ciała wynosi 36–40 % długości ciała ( $V=36\text{--}40\%$ ). Jakkolwiek, w badanej populacji obserwowano znacznie większą zmienność pozycji wulwy, gdyż wymiar  $V$  dochodził maksymalnie do 48.14 %. Pochwa jest silnie umięśniona i dochodzi do około dwóch trzecich szerokości ciała. Ogon jest krótki, tępo zaokrąglony.



Ryc. 1. Pokrój ciała samicy *P. maximus* o nietypowej pozycji wulwy. Fot. Thomas Prior.

Większość nicieni znajdowanych w analizowanych próbach stanowiły osobniki młodociane. Są one mniejsze od samic, lecz podobne do nich pod względem budowy. Podstawową cechą różnicującą jest brak u osobników młodocianych w pełni rozwiniętego układu rozrodczego. Proporcje ciała osobników młodocianych są nieco odmienne niż w przypadku samic. Zwłaszcza należy zwrócić uwagę na ogon, który jest stosunkowo długi u osobników młodocianych pierwszego stadium, a po każdej wylince staje się krótszy i bardziej zaokrąglony.



Z uwagi na brak opisu morfologicznego osobników *Paralongidorus maximus* stwierdzonych w latach 1954–1955 w Koniczynie koło Torunia, nie było możliwe dokonanie analiz porównawczej cech morfologicznych i wymiarów osobników dorosłych nicieni znalezionych w Koniczynie oraz Toruniu. Jakkolwiek, poza większą zmiennością pozycji wulwy, cechy i wymiary populacji znalezionej przez autorów niniejszej pracy są zgodne z podanymi w literaturze światowej.

Wiosną 2010 r. na stanowisku w Lisewie pobrano kolejne próbki gleby, lecz nie stwierdzono dalszych osobników nicieni z gatunku *P. maximus*. W lipcu 2010 r. i kwietniu 2011 r. ponownie pobrano glebę na stanowisku w Ogrodzie Zoobotanicznym w Toruniu. W próbkach pobranych w obu terminach stwierdzono obecność tylko pojedynczych larw *P. maximus*. Planowane jest kolejne pobranie prób na stanowisku w Lisewie latem 2011 r. Możliwe, że uda się pozyskać kolejne osobniki dorosłe do kontynuacji badań.

W chwili obecnej nie jest możliwa lokalizacja poletek, gdzie Witkowska stwierdziła *P. maximus*, w latach 1954–55. w celu wykonania studiów porównawczych. Jakkolwiek, nie można wykluczyć, że gatunek ten jest szerzej rozprzestrzeniony w Polsce, niż aktualnie można sądzić. W tym celu konieczne byłyby szczegółowe badania prowadzone na różnych rodzajach gleb, zarówno na nieużytkach, jak i na polach uprawnych.

Biologia *P. maximus* i zakres jego roślin żywicielskich nie zostały do końca poznane. Prawdopodobnie nicien ten żeruje na różnych roślinach zdrewniałych i zielnych, zarówno jedno- jak i dwuliściennych. Podobnie jak inne nicienie z rodziny *Longidoridae*

jest on ektopasożytem wędrownym. Nigdy nie przenika on do korzeni roślin, a odżywia się wprowadzając swój długi sztylet do tkanki korzeni roślin. Nicien ten jest znany jako wektor niektórych wirusów roślinnych. Badania prowadzone w warunkach laboratoryjnych wskazały, że może on przyczyniać się do



Ryc. 2. Głowa samicy *P. maximus*. Fot. Thomas Prior.

zamierania siewek sosny. W literaturze brak jednak szczegółowych danych nt. szkód wywoływanych przez tego nicienia. Na obu stanowiskach nie odnotowano żadnych objawów porażenia roślin przez szkodnika, stąd należy przyjąć, że nie stwarzał on tam żadnych szkód gospodarczych.

Gatunek *Paralongidorus maximus* z uwagi na swoje rzadkie występowania w Polsce jest na pewno gatunkiem godnym uwagi, który może stanowić przedmiot zainteresowania ze strony nie tylko nematologów, ale także generalnie przyrodników.

Witold Karnkowski, Toruń

T.J.Prior, The Food and Environmental Research Agency (FERA), Sand Hutton, York, Wielka Brytania

### KONKURS DLA DOKTORANTÓW O NAGRODĘ PREZESA POLSKIEGO TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA NA NAJLEPSZY ARTYKUŁ POPULARNO-NAUKOWY

Popularyzowanie nauki, wbrew pozorom, nie jest łatwym zajęciem, ponieważ wymaga umiejętności mówienia i pisania o rzeczach nowych i trudnych w sposób przystępny i zrozumiały. Zdobycie tej umiejętności wymaga odpowiedniego treningu. Konkurs ten stwarza taką okazję i ma na celu wyłonienie najlepszych, młodych popularyzatorów nauki. Uczestnikiem konkursu może być doktorant dowolnego kierunku studiów, który opublikuje w 2011 roku artykuł w czasopiśmie *Wszechświat*. Zostanie przyznana nagroda w wysokości 1000 PLN za pierwsze miejsce w konkursie. Wyniki konkursu zostaną ogłoszone w pierwszym zeszycie *Wszechświata* w marcu 2012.

Prof. dr hab. Elżbieta Pyza

## WSZECHŚWIAT PRZED 100 LATY

### Wiekopomne dzieło

Ukazanie się kapitalnego dzieła naszej znakomitej rodaczki, która tak bardzo powołana była do opracowania książki podstawowej w tej właśnie dziedzinie wiedzy, stanowi zdarzenie doniosłe i można przypuszczać, że będzie punktem wyjścia dla wielu dalszych studyów. Oprócz tego daje do ręki uczonym całkowity spis badań szczegółowych, dotychczas wykonanych we wszystkich krajach cywilizowanych\*.

Jest to najobszerniejszy wykład promieniotwórczości, jaki dotychczas wyszedł - co wobec niesłuchanego wprost rozrostu literatury przedmiotu było zadaniem tytanicznym. Wykład cechuje niezmierna jasność i ścisłość; korzystanie z niego utrudnia tylko brak skorowidza alfabetycznego.

Sądzę, że najłatwiej zdać sobie będzie można sprawę z planu tego dzieła w szczegółach, jeżeli przytoczę zasadniczą część przedmowy.

"Treść tej książki stanowią wykłady o promieniotwórczości, które miałam w ostatnich latach w Sorbonie. W opracowaniu ich do druku dodałam tylko niewiele szczegółów, które musiały być pominięte podczas nauczania.

Promieniotwórczość, ściśle związana z fizyką i chemią i korzystająca z metod badań tych nauk, przynosi im w zamian zdobycze nowe. Chemii przysparza nową metodę wykrywania, oddzielania i badania pierwiastków, oraz poznanie pewnej liczby nowych pierwiastków o niesłuchanych ciekawych własnościach (przedewszystkiem radu), wreszcie zasadnicze pojęcie możliwości przekształceń atomowych w warunkach dostępnych dla kontroli przez doświadczenie. Fizyce, a zwłaszcza nowoczesnym teoriom korpuskularnym, otwiera nowy świat zjawisk, których poznanie stanowi źródło postępu dla tych teorii.

Promieniotwórczość jest nową własnością materii, która została spostrzeżona dla pewnych ciał. Obecnie nic nie pozwala twierdzić, że jest to ogólna własność materii, mimo, że pogląd ten nie zawiera a priori nic nieprawdopodobnego, a nawet musi wydawać się naturalnym.

Ciała promieniotwórcze stanowią źródła energii, której wydzielanie uzewnętrznia się zapomocą różnych objawów: emisja promieni, ciepła i elektryczności. To wydzielanie energii jest wyłącznie związane z atomem ciała: - Stanowi zjawisko atomowe; pozatem jest samorzutne. Obie te własności są podstawowe.

Jeden z produktów rozpadu jest szczególnie interesujący. Jest to gaz hel, który jest wytwarzany bezustannie przez rad, aktyn, polon, uran i tor. Doświadczenie dowodzi, że wydzielone atomy helu należy rozpatrywać jako cząsteczki, które utraciły swój ładunek elektryczny. Z drugiej strony wydaje się, że te same cząsteczki materialne stanowią promienie a różnych ciał promieniotwórczych.

Wynika z tego, że atom helu według wszelkiego prawdopodobieństwa tworzy jeden ze składników wszystkich lub prawie wszystkich ciał promieniotwórczych, a może w ogóle składnik wszelkich utworów atomowych.

Promieniotwórczość wynika z rozpadu pewnych atomów; rozpad ten przedstawia się nam jako zjawisko samorzutne. Doświadczenie dowodzi także, że wszystko

odbywa się tak, jakby prawdopodobieństwo rozpadu było w każdej chwili jednakowe dla wszystkich atomów jednej substancji. Tak bowiem tłumaczy się prawo przebiegu rozpadu według funkcji wykładniczej i odchylenia od tegoż.

Pomimo tego wydaje się nieuniknionem założenie, że rozpad indywidualnego atomu w danej chwili spowodowany jest przez okoliczności szczególne, które wpływają na jego stan oraz przez wpływ czynników zewnętrznych. Zatem ostateczna przyczyna zjawisk promieniotwórczych dotychczas pozostaje nieznaną.

W dziele tem zjawiska promieniotwórczości właściwej poprzedza wykład teorii jonów w gazach, oraz streszczenie najważniejszych wiadomości o promieniach katodowych, promieniach dodatnich, promieniach Röntgena oraz własnościach cząstek naelektryzowanych w ruchu. Wiadomości to są niezbędne dla studyów nad przedmiotem, o który chodzi. Następny rozdział poświęcony jest opisowi metod mierniczych. Po szczegółowym opisie odkrycia i odosobnienia substancji promieniotwórczych następuje nauka o emanacjach promieniotwórczych, promieniotwórczości wzbudzonej, oraz promieniach wysyłanych przez ciała promieniotwórcze. Wreszcie ciała promieniotwórcze są rozklasyfikowane według rodzin i badane każde oddzielnie pod względem własności oraz charakteru przekształceń promieniotwórczych".

M. Or. (Orsetti) *Traité de radioactivité* przez Maryę Curie, Prof. Sorbony\* *Wszechświat* 1911, 30, 313 (14 V)

\* 2 tomy w 8, XIII-f426 i IV-f548 str. z 193 rys. i 7 tabl. 1910, Paryż. Nakładem Gauthier-Yillarsa. *Quai des Grands Augustins*. Cena 30 fr.

Redakcja *Wszechświata* pozwala sobie zaznaczyć, że uważa za obowiązek Szanownej Autorki oraz kół naukowych polskich dołożyć wszelkich starań, żeby *Traktat o promieniotwórczości* mógł wyjść w wydaniu polskim.

### Najcenniejsze grzyby

Oryginalny sposób życia trufli pobudza do zastanowienia się nad pytaniem, w jaki sposób wytworzyły się u nich podziemne zarodnie, któremi różnią się one tak wybitnie od większości grzybów.

Odpowiedź na to pytanie możemy otrzymać, jeżeli zwrócimy uwagę na miejsca wzrastania trufli. Znajdują się one mianowicie zwykle tam, gdzie dla innych grzybów warunki nie są wcale odpowiednie i gdzie wskutek tego nie bywa ich prawie wcale.

Większość naszych grzybów potrzebuje do życia wilgotnego powietrza i stanowiska, niezbyt oświetlonego słońcem i najlepiej zwróconego ku północy. Jeżeli nawet zdarzy się, że rosną na cieplejszych miejscach, to wówczas owocują jedynie wtedy, gdy czy to na wiosnę, w jesieni, czy też w lecie spadną obfite deszcze i odwilżą należycie powietrze. Zarodnie grzybów są tak delikatnym organem, że suche i gorące powietrze szkodzi im nad zwyczajnie, zwłaszcza w połączeniu z wiatrem.

Z tego powodu grzyby nadziemne rosną nadzwyczaj skąpo w bardziej południowych, suchych równinach, jak również i w krajach pagórkowatych, ale gorących i ubogich w deszcze, wreszcie w stepach podzwrotnikowych.

Zato występują nadzwyczaj obficie w lasach górskich, zimnych i wilgotnych oraz w górskich dolinach.

Każda jednak grupa roślin posiada dążność do rozszerzania obszaru swego rozmieszczenia, do osiedlania się w coraz to nowych miejscowościach, zmieniając nawet niejednokrotnie sposób życia, jeśli on nie odpowiada nowym warunkom.

Tak powstały trufle i w ogóle grzyby całkowicie podziemne, których zarodnie nie wyrastają nigdy ponad powierzchnię ziemi i są zawsze przykryte warstwą gleby wilgotną, a w każdym razie zabezpieczającą je od wysychania. Można o nich powiedzieć, iż przystosowały się one do szczególnych warunków miejscowości ciepłych i suchych tak dalece, że obecnie kraje o klimacie zimnym i wilgotnym są dla nich zupełnie nie odpowiednie.

To nam tłumaczy, dlaczego trufle rosną obficie przedewszystkiern na obszarze ciepłym i suchym, a i tam głównie na stanowiskach słonecznych. Dla naszej części świata Europa południowa, a mianowicie Francja południowa i Włochy są zawsze głównym źródłem, dostarczającym trufli.

W krajach gorących, np. w Syrii lub Afryce północnej powierzchniowe warstwy gruntu wysychają nieraz do głębokości 50 a nawet 70 cm, zamieniając się czasami omal że nie w sytki popiół.

W takiej glebie grzybnia nie mogłaby się za nie utrzymać sama przez się. Musi ona koniecznie zapewnić sobie jakieś źródło wilgoci, której potrzebuje nieodownie do wytworzenia swoich tkanek. Takie źródło trufle zdobyły sobie w ten sposób, że przytwierdzają się do korzeni drzew oraz krzewów, i wysysają z nich wilgoć, którą one ciągną z głębszych warstw.

Dla trufli stanowi to wielką dogodność, ale i dla drzewa nie jest bez korzyści: według wszelkiego bowiem prawdopodobieństwa, trufle za pobraną wodę odwdzięczają się drzewom i krzewom, dostarczając im w zamian związków azotowych, które same wytwarzają. W ten sposób zatem trufle przystosowały się nie tylko do suchego powietrza, ale i do suchej gleby, przystosowały się zaś tak dobrze, że już wszędzie potrzebują tych samych warunków.

W krajach Europy środkowej o obfitych opadach trufle osiedlają się zawsze w miejscowościach o glebie przepuszczalnej, a więc łatwo wysychającej. Klasyczne miejsca znajdowania się tych grzybów mają zazwyczaj podglebie wapienne, które jak wiadomo, jest przepuszczalne. Sztuczną hodowlę trufli urządza się również zwykle na takim podglebiu.

Każdy jednak grunt wysycha dobrze jedynie wtedy, jeśli nie jest zbyt zacieniony. W sztucznej hodowli plantację trufli zasadza się rzadka słonecznymi drzewami, lubiącymi otwarte stanowiska i nie dającym dużo cieniu. Jako jedno z najodpowiedniejszych do tego celu okazał się dąb (*Quercus pubescens*). I naturalne stanowiska trufli znajdują się również najczęściej w lasach, złożonych z tych drzew.

Alle te drzewa, z którymi trufle współżyją, nie mogą obejść się zupełnie bez wody; pewien stopień wilgoci w glebie jest zatem koniecznie potrzebny dla pomyślnego wzrastania trufli, inaczej bowiem nie mogłyby utrzymać się przy życiu drzewa, dostarczające im wody. Chodzi tylko o to, aby tej wody nie było za dużo.

Dlatego to deszcze letnie wpływają tak dodatnio na pomyślne rozwijanie się trufli, letnie ciepło bowiem nie pozwala nigdy glebie nasiąknąć zbyt wilgocią. Ale zato obfite opady jesienne działają na nie zawsze nadzwyczaj szkodliwie.

Wszystko to dowodzi, że trufle posiadają naturę zbliżoną do pewnego stopnia do roślin pustynnych i stepowych.

Odbiegłszy od innych grzybów umieszczeniem zarodni, trufle i nasiona rozsiewają w odmienny sposób.

Grzyby, których zarodnie znajdują się nad powierzchnią ziemi, korzystają z prądów powietrznych do rozsiewania swych zarodników, drobniotkich jak najdelikatniejszy pyłek. Dla trufli droga ta jest zupełnie niedostępna, ponieważ wiatr nie może się dostać do ich zarodni ukrytych w ziemi. Mimo to jednak rozsiewają się one znakomicie: nasiona ich wydostają się z głębi ziemi i bez pośrednictwa wiatru dostają się na nowe stanowiska. Rolę siewców trufli objęły zwierzęta, a pojętmy ich zapach i przyjemny smak, którymi tak rozkoszują się ludzie, służą właśnie do tego, żeby pobudzić różne zwierzęta do wygrzebywania trufli z ziemi i do zjadania ich zarodni. A przy tej sposobności rozsiewają one zarazem mniej lub więcej daleko ich zarodniki.

Trzeba jednak dodać, że i wiatr odgrywa w tem pewną rolę: nie mogąc rozsiewać samych zarodników ukrytych w ziemi, roznosi on jednak na dość znaczną odległość zapach trufli i w ten sposób ściąga na nie uwagę zwierząt obdarzonych ostrym węchem. A że trufle wydają najmocniejszy zapach w okresie dojrzewania, zwierzęta więc zjawiająca się właśnie w odpowiedniej chwili, kiedy i same znajdują smaczne kąski w ziemi i kiedy zarodniki są do rozsiewania się gotowe.

Siewcy trufli należą głównie do dwu działów: owadów i ssaków.

Z owadów skutecznia to mucha *Helomyza* oraz chrząszcze - *Anisotoma cinamonea* i rodzaj *Bolboce-ras*. Ten ostatni należy do żuków gnojowych, posiada trzy rogi (na głowie i tarczy szyjowej) i spokrewniony jest najbliższej z rodzajami: krówki (*Geotrupes*) i księżycoroga (*Capris*). We Francji w miejscowościach, obfitujących w trufle, żyje gatunek *Bolboce-ras gallicus* Muls., barwy czarnej, karmiący się wyłącznie trufkami, zarówno jako pędrak jak i w stanie dorosłym; wielkością przewyższa on powszechnie znanego księżycoroga (*Capris lunaris*).

Jeszcze większy od niego jest węgierski gatunek *B. unicornis* Schrank., okazały chrząszcz, barwy rdzawo-brunatnej. Należy on do owadów bardzo rzadkich, znaleźć go zaś można prawie wyłącznie w laskach dębowych, porastających słoneczne wzgórza o wapiennym podglebiu.

Gatunek ten wyróżnia się wśród swoich krewniaków tą właściwością, że umie wydawać głos ciekawący i że samiec i samiczka odnajdują się zapomocą słuchu, a nie węchu, jak inne chrząszcze i jak większość owadów. Pozostaje to prawdopodobnie w związku z ich pokarmem: silny zapach trufli przytłumia swoisty, zapach tych chrząszczy i zapomocą samego tylko węchu nie mogłyby się one odnaleźć; i dlatego muszą sobie pomagać ciekaniem.

Co dotyczy sposobu, w jaki owady roznoszą zarodniki trufli, to jest on zupełnie taki, jak roznoszenie pyłku roślin kwiatowych: odlatując lub odlatując stamtąd, unoszą na sobie pewną liczbę zarodników i rozsiewają je w ten sposób.

Ssaki robią to bodaj jeszcze skuteczniej: obdarzone ostrym węchem wykrywają obecność trufli w ziemi, wygrzebywają je stamtąd kopytami lub pazurami i zjadają ze smakiem; wycierając zaś następnie pysk, uwalnają trufkami, o własną sierść, albo o korę drzew i krzewów, zostawiają tam ich zarodniki i ułatwiają im w ten sposób rozsiewanie się.

Nie może ulegać wątpliwości, że człowiek od ssaków właśnie dowiedział się o jadalności trufli, że one zwróciły jego uwagę na możliwość karmienia się temi podziemnymi grzybami.

Dowodu na to dostarczają nam dwa fakty. Najpierw ten, że jeszcze i dzisiaj człowiek wyszukuje trufli z pomocą odpowiednio tresowanych zwierząt: we Francji używa się do tego świń; w Niemczech i Włoszech głównie psów; w Rosji używano dawniej podobno niedźwiedzi; w innych krajach lisów, a nawet jeleni. O zamalowaniu jeleni do wykopywania grzybów mówi między innymi i ta okoliczność, że pewien gatunek trufli, niejadalnych dla ludzi, nosi od nich nazwę (*Elaphomyces granulatus*).

Pewny dowód tego, że ludzie od zwierząt nauczyli się jadać trufle stanowi pochodzenie nazw tych grzybów od różnych zwierząt, co wskazuje, że ludzie zapoznali się z nimi za pośrednictwem tych zwierząt.

B. Dyakowski. Z historii trufli. *Wszecławiat* 1911. 30. 209 (2 IV)

### Największa doroczna polska impreza przyrodnicza

W tych dniach odbyło się posiedzenie Komitetu gospodarczego oraz Komitetów sekcji naukowych Zjazdu celem rozpatrzenia zamiaru urządzania Zjazdów przyrodn. i lek. pol. nie w lecie, ale w terminie jesiennym. W ciągu dyskusji wyszły na jaw trudności, na jakie natrafilyby czynności organizacyjne Zjazdów, gdyby Zjazdy miały odbywać się w jesieni; w tej bowiem porze są ferye uniwersyteckie, wskutek czego brak w mieście większej części właśnie tych, którzy Zjazd urządzają, będąc czynnymi czyto w Komitecie gospodarczym, czy też w sekcjach naukowych. Chociaż bowiem Zjazd musi być przygotowany znacznie wcześniej, jednak ostatnie trzy tygodnie, bezpośrednio przed Zjazdem, muszą być wypełnione wyteżoną pracą tak w Komitecie gospod., jak w Komitetach sekcji naukowych - a temu właśnie na przeszkodzie stoi podczas feryj uniwersyteckich brak na miejscu osób, które w tej pracy mają główny udział. Wobec tego przyjęto, że stała delegacja Zjazdów rozpatrzy na przyszłość ewentualność odbywania tych Zjazdów w innym niż dotychczas terminie, tegoroczny zaś zjazd, jak już zdecydowano i do publicznej wiadomości podano, odbędzie się w lipcu, od 18 do 22 włącznie. Dnia 18 lipca odbędzie się o g. 6 wieczorem uroczyste posiedzenie Tow. Lekarskiego Krakow. dla uczczenia 50-letniego jubileuszu "Przeglądu lekarskiego", jednego z najstarszych tygodników lekarskich polskich, poczem zebrać się towarzyskie w salach Grand-Hotelu. Dnia 19 lipca uroczyste, otwarcie XI Zjazdu i odczyt prof. E. Romera "Okrajobrazie". W następnych dniach, rano i popołudniu, posiedzenia sekcyjne. Dnia 22 lipca zamknięcie Zjazdu i odczyt d-ra H. Święcickiego z Poznania p. t. "Estetyka w medycynie". Potem odbędzie się wycieczka balneologiczna i wycieczka geologiczna oraz zwiedzanie salin wielkich. Program naukowy Zjazdu zostanie niebawem ogłoszony.

XI Zjazd Przyrodników i Lekarzy Polskich. *Wszecławiat* 1911. 30. 222 (2 IV)

### Bezużyteczna mimikra

W jednym z ostatnich zeszytów *Bulletin scientifique de la France et de la Belgique* Picada ogłosił ciekawe spostrzeżenia nad fauną Costa-Riki, dotyczące mimetyzmu. Otóż przytacza on przykłady, które świadczą, że podobieństwo ochronne w wielu razach nie daje żadnych korzyści zwierzęciu. Dotyczy to przede wszystkim homochromii kotów; niektóre gatunki mają ubarwienie, skutkiem którego zlewają się z ogólnym tłem gałęzi i drzew, na których wyczekują przybycia zdobyczy. W Costa-Rice są właśnie trzy takie

gatunki: *Felis concolor*, *F. jaguaroni*, *F. cyra*. Otóż, według Picada, pierwszy gatunek raczej naziemny, niż nadrzewny, nie osiąga wielkiej korzyści ze swej homochromii, drugi chociaż jest nadrzewnym, poluje jednak na zdobycz w polu otwartym. To samo można powiedzieć o homochromii Cervidae, których *Costa-Rica* ma dwa gatunki. Z gadów Picada przytacza małą jaszczurkę *Sceloporus malachiticus*, która przebywa na skałach pokrytych porostami lub na pniach drzew. Obdarzona jest homochromią zmienną. Jednak rola ochronna tego zmiennego ubarwienia, wydaje się wątpliwą, ponieważ nigdy nie odpowiada ono barwie tego miejsca, w którym zwierzę się znajduje. Częstokroć w obronie korzyści, jakie mimetyzm oddaje, uczeni przytaczają motyla z rodzaju *Caligo*, widząc uderzające podobieństwo między skrzydłami tego owada a głową sowy z dużymi otwartymi oczyma. Motyl ten zazwyczaj przesiaduje na bananach blisko ziemi lub na pniach drzew, na których nigdy niema sów, a co szczególniejsze, siedzi z podniesionymi w ten sposób skrzydłami, że widać tylko prawą lub lewą połowę dolnej powierzchni skrzydeł, co niweczy wszelkie podobieństwo do sowy. Podobnych przykładów dostarczają inne owady, przytoczone przez p. Picada. Pewien gatunek owadów prostoskrzydłych z rodzaju *Pterochroza* obdarzony jest w znacznym stopniu homotypią: duże jego skrzydła zielone lub brunatne mają środkową żyłkę, od której odchodzą żyłki boczne; podobieństwo przytem do liścia jest nadzwyczaj dokładne. Skrzydła naśladują w zupełności liście drzewa kawowego. Na szczególną uwagę zasługuje jednak ta okoliczność, że drzewo kawowe zostało przywieszone do Costa-Riki zaledwie kilka lat temu. Inny owad *Umbonia* orozimbo naśladuje kolce róży. Nigdy atoli nie przebywa na krzakach róży, lecz na rozmaitych roślinach strączkowych, nie mających ani jednego kolca. Obok tych przykładów, wykazujących słabe strony teorii o korzyściach mimetyzmu przystosowawczego, przytacza liczne przypadki, w których homochromia, homotypia i mimetyzm specyficzny, gdy zwierzę naśladuje inny gatunek lepiej uzbrojony, oddają istotne usługi.

Cz. St. (Statkiewicz) Celowość mimetyzmu, *Wszecławiat* 1911, 30, 238 (2 IV)

### Sekwoje naszym wzorem

Ameryka posiada obecnie 7 wielkich narodowych parków ochronnych, a między nimi park *Mariposa*, mieszczący w sobie sławne drzewa olbrzymie.

Na zachodnich zboczach łańcucha gór *Sierra Nevada*, pośród lasów śpilkowych na wysokości 1600–2000 m spotykamy sławne sekwoje (drzewa mamutowe), *Sequoia gigantea*, pojedynczo stojące. Olbrzymy te, tudzież pokrewny gatunek *Sequoia sempervirens* są przedstawicielami gatunku drzew, które w ubiegłych wiekach rosły na północnej półkuli, w krajach z klimatem umiarkowanym, w epokach lodowych jednak wyginęły z wyjątkiem okazów w *Sierra Nevada* pozostałych. Nazwę dzisiejszą dał im botanik *Endlicher* na cześć półkwi indyjanina *Sequoia*, który dla swego szczepu ułożył alfabet i język piśmienny. Sekwoje miały wiek złoty w okresie trzeciorzędowym, widziały powstanie i rozwój rodu ludzkiego, w cieniu swoim dawały schronienie mastodontom i dynoteryom; dzisiaj rosną jedynie w krainie Ameryki północnej powyżej wspomnianej. Są one jedynymi tworamizjącymi, pozostałymi z dawniejszych epok geologicznych, a wiekiem dorównują im lub je przewyższają jedynie porosty, pionierzy świata roślinnego. Postępując z południa na północ, podróżnik dostrzeżę, że sekwoje rosną tutaj coraz to w głębszych dolinach, tak, jakby

sobie dobierały na skłonach i w dolinach gór najlepsze i pod względem klimatycznym najodpowiedniejsze miejsce. Mimo tego jest zadziwiającym, że tak olbrzymie drzewa wytrzymały przez tysiące lat wszelkie kataklizmy i burze, gdyż wiek ich oceniają conajmniej na 2000 lat, a niektórzy przyrodnicy nawet na 6000 lat. Kiedy wędrówka ludów zniszczyła panowanie Rzymian, kiedy Amerykę odkryto i Europejczycy tam się osiedlać zaczęli, drzewa te już ozdabiały tamtejszą przyrodę. Sekwoje są poniekąd nieśmiertelne, gdyż nie podlegają chorobom, a w świecie roślinnym i zwierzęcym nie mają szkodników i wrogów. Zagroza im jedynie burza, upał, trzęsienie ziemi, pożar, lub chciwość człowieka, dzisiaj jednak i te niebezpieczeństwa są nie tak groźne, odkąd człowiek wziął sekwoje pod swą opiekę. Przytem faktem jest przez przyrodników stwierdzonym, że z bardzo małymi wyjątkami wszystkie drzewa utrzymały się znakomicie, olbrzymie ich pnie strzelają prostopadłe w górę, a korony mają śliczne ulścienie. Gdziekolwiek widzieć można ślady ognia, przyczem gąbczasta kora jest za głębiona i zwęglona. Ogień zresztą nie jest tak groźny, gdyż kora ma grubości do 40 cm, a gałęzie rozpoczynają się dopiero w tak znacznej wysokości nad ziemią, że ogień nie łatwo dosięgnąć je zdoła. Przed ogniem chroni je niezapalna żywica, a silna budowa pni elastycznych nie boi się nawet wielkich burz, które tylko w wierzchołkach zdołają stare gałązki odlamać, a młode natomiast wzmacniają i prostują.

Między cyprysami, sosnami i jodłami sekwoje już zdaleka rozpoznać można, gdyż, chociaż inne drzewa są niekiedy od nich wyższe, żadne jednak nie dorówna im grubością pni, które sprawiają wrażenie olbrzymich kolumn. Przy samej ziemi koło sękatych korzeni pień ma okrągłe zgrubienie, następnie do 1/3 wysokości drzewa zupełnie jest gładki, a stąd dopiero rozrastają się grube gałęzie i gałązki; pień jednak ma taką samą grubość aż do połowy wysokości drzewa, potem zaś zmniejsza się nagle i zakończy krótkim wierzchołkiem. Młodsze drzewa mają wierzchołki smukłe i regularnie piramidalne, starsze tracą tę symetrię przyjemną dla oka, gdyż z wierzchołka i z boków odpadło wiele gałęzi, przez co drzewo wywiera już wrażenie ruiny. Ten wygląd świadczy o starości drzewa, które tylko grubieje, lecz w górę niewiele przyrasta. To też grubość pnia i jego wzrost pionowy najwięcej imponuje i świadczy o sędziwym wieku.

Kora barwy cynamonowej, pionowo rowkowana, jest porowata i jakby łuskami pokryta, drzewo samo barwy jasno-czerwonej, lekkie i niewiele warte; używają go na budulec, do wyrobu gontów i do fabrykacji ołówków.

Gra barw, kiedy słońce oświetli pnie i niebieskawo-zielone liście, jest wspaniała o przeważającym tonie złotawo-czerwonym i niebieskawo-zielonym.

O rozmiarach olbrzymich sekwoi można sobie zrobić dobre pojęcie przez porównanie z innymi przedmiotami. Jeden olbrzym np. ma 90 m wysokości, 29 m obwodu i 9 m średnicy pnia; jeden pień jest w środku przelupany i przez tę wielką szparę wiedzie droga, mogąca obok siebie prawie dwa wozy zmieścić.

Widok tych drzew olbrzymich napawa widza ufnością i wytrzymałością w walkach i przeciwnościach życiowych, i daje nam żywy przykład, że odważne stawianie czoła przeciwnościom i wytrzymałość zdoła utrwalić byt, przedłużyć go i przed zniszczeniem obronić.

Sekwoje są żywym obrazem przeszłości, teraźniejszości i przyszłości, nic bowiem nie wskazuje, aby niezadługo miały zniszczyć; wzbudzają cześć i poszanowanie

i wyjaśniają nam, dlaczego ludy pierwotne cześć niemal boską oddawały wielkim i wspaniałym drzewom. F.W. (Wilkoosz) Mariposa, park drzew olbrzymich. *Wszechświat* 1911, 30, 296 (7 V)

### Patyczak jak kameleon

W niedawno ogłoszonej rozprawie Waldemar Schleip podaje ciekawe spostrzeżenia i doświadczenia nad owadem z rodziny Phasmidae, *Dixippus morosus*. Owad ten, jak wszystkie wogóle Phasmidae, pozostaje bez ruchu w ciągu całego dnia, dopiero z rozpoczęciem się nocy ożywia się i wychodzi na żer. W ciągu dnia *Dixippus* przybiera charakterystyczną postawę obronną, a raczej ochronną, która czyni go podobnym do suchej gałęzi; w nocy, w chwilach spoczynku, wygląd owada zmienia się zupełnie. Na światło jest bardzo czuły, skutkiem czego wszelkie zmiany w oświetleniu wywołują odmienny jego wygląd. Jeżeli w ciągu dnia zaciemnimy skrzynkę, w której owad się znajduje, zaczyna on biegać, jeżeli zaś w nocy rzucimy na niego światło, pozostaje bez ruchu, jakby sparaliżowany, a po 2-3 godzinach przybiera charakterystyczny wygląd dzienny. To peryodyczne przechodzenie od spoczynku do czynności zależy od peryodycznych zmian w oświetleniu, a więc od dnia i nocy, przyczem zmiany te owad odczuwa nie specjalnymi organami, lecz całą powierzchnią skóry, ponieważ usunięcie oczu prawie zupełnie nie wpływa na okresowość działalności życiowej owada. Najciekawsze spostrzeżenia Schleipa dotyczą zmian w ubarwieniu *Dixippusa*. Panuje wogóle pogląd, że owady nie posiadają zdolności zmieniania ubarwienia zależnie od środowiska, jak to czynią skorupiaki, glonowogi a nawet kręgowce. W świecie owadów fakty takie należą do wyjątków, a *Dixippus* jest właśnie jednym z tych wyjątkowych owadów. Barwa jego ma źródło w małych ziarnkach barwnikowych, zielonych, szarych, żółtych, czerwonych i brunatnych, które leżą w komórkach podskórnych. Otóż wspomniane ziarna mogą zmieniać swe położenie w komórce, albo w kierunku poziomym, albo pionowym; w pewnych chwilach ziarna szare układają się ponad innymi, tworząc jakby ekran. Osobniki tego gatunku posiadają różne odcienie: jedne są zielone, inne brunatne, jeszcze inne centkowane, lecz bez względu na to wszystkie w ciągu dnia mają ubarwienie jaśniejsze, niż w nocy; zmienia się ono peryodycznie. Wobec tego, co powiedziano wyżej, o peryodycznych powtarzających się zmianach w działalności życiowej owada, możnaby przypuszczać, że ubarwienie jego pozostaje w bezpośredniej zależności: od oświetlenia. Tak jednak nie jest. Okresowość ubarwienia nie zależy, przynajmniej w pewnych granicach, od działającego oświetlenia. Schleip trzymał w ciągu 40-70 dni badane owady w zupełnej ciemności, a pomimo to peryodyczne zmiany w ubarwieniu odbywały się, jakkolwiek z coraz mniejszą wyrazistością. W stałym oświetleniu zachodziły one znacznie krócej. Cz. St. (Statkiewicz) Zmiany peryodyczne w ubarwieniu owada, *Wszechświat* 1911, 30, 287 (30 IV).

### Człowiek mądry a Neandertalczyk – my od orangutana, oni od goryla

W szeregu różnorodnych teorii usiłujących wyjaśnić sprawę pochodzenia człowieka i zagadkę dróg jego rozwoju przybyła nam jeszcze w czasach ostatnich nowa teoria, zapoczątkowana przez F. Melchera, a skwapliwie podjęta i żarliwie głoszona przez H. Klaatscha. Punktem wyjścia dla Klaatscha jest zestawienie porównawcze dwu zdaniem jego morfologicznie najzupełniej

odrębnych ras ludzkich zamieszkujących Europę w okresie dyluwialnym: t. zw. rasy Neandertalskiej i Auryniaceńskiej. Pierwszą z nich, reprezentowaną przez dość liczne szczątki znajdujące na obszarze Europy środkowej i zachodniej, znamionuje budowa ciężka, masywna, kształt czaszki nisko-sklepiony o wydatnych, dachowato wysuniętych łukach brwiowych, potężnej żuchwie i bródce cofniętej. Poziom kulturalny tych ludzi musiał być niski, o czym świadczą według Klaatscha narzędzia typu musteryjskiego, proste, zgruba ciosane, a także brak wszelkich śladów mogących świadczyć o istnieniu pewnego poczucia artystycznego. Od jak dawna rasa Neandertalska zamieszkiwała Europę? - niewiadomo, przypuszczalnie jednak już od okresu przedlodowego.

Znamiona morfologiczne rasy Auryniaceńskiej przedstawiają się zupełnie odmiennie. Budowa szkieletu jest tu wysmukła i lekka a czaszka wykazuje kształt wysoko-sklepiony, typowo długogłowy, z łukami brwiowymi umiarkowanie rozwiniętymi obok silnego jeszcze wklęgnięcia nasady nosa i słabej wydatności bródkowej. Przedstawiciele tej rasy są nam dotychczas znani z Anglii, Francji i Morawii. Momentu zjawienia się rasy Auryniaceńskiej na gruncie Europy również określić nie jesteśmy w stanie, że jednak, - mówi Klaatsch, - warstwy t. zw. kultury Auryniaceńskiej leżą zawsze powyżej warstw o kulturze właściwej Neandertalczykom, przypuszczając tedy należy, że ludzie typu Auryniaceńskiego napłynęli później, w każdym razie jeszcze w okresie lodowym, niosąc ze sobą kulturę wyższą, której wyrazem są staranne, subtelne wyroby kamienne, naszyjniki z muszel, oraz ślady istnienia obrzędów pogrzebowych. Warstwy kultury Auryniaceńskiej prowadzą nas do warstw okresów późniejszych, przypadających na koniec epoki lodowej, mianowicie do artystycznej wytwórczości Solutreńskiej i Magdaleńskiej, mającej swój znamieny wyraz w rzeźbach na kości i rysunkach ściennych, których twórcy byli prawdopodobnie potomkami ludności Auryniaceńskiej. O wrogich stosunkach, które istniały pomiędzy rasami Neandertalską, a Auryniaceńską świadczą, zdaniem Klaatscha szczątki pobożowiska i uczyty ludożerczej znalezione w Krapinie; pomimo to jednak mieszanie się ras obu zachodziło prawdopodobnie, jak to widać z typu morfologicznego niektórych szczątków kopalnych późniejszych.

Klaatsch przyjmuje, że współistnienie dwu tych ras tak odrębnych na gruncie Europy znajduje się w związku ze zmianami, jakie w okresie lodowym zaszły w zakresie całokształtu fauny. Spotykamy tu bowiem faunę dawniejszą, spokrewnioną z dzisiejszą fauną afrykańską (*Elephas antiquus*), oraz faunę późniejszą napływową z Azji, dla której charakterystyczny jest mamut (*Elephas primigenius*). Tą drogą również - zdaniem Klaatscha, - przedostała się do Europy ludność Auryniaceńska, gdy tymczasem przeciwnie ludność dawniejsza, Neandertalska, pozostaje w związku z kontynentem afrykańskim. Wnioski powyższe są, zdaniem Klaatscha, prostym wynikiem badań anatomo-porównawczych nad szczątkami tych ras obu, oraz nad małpami czelkkształtnymi, - badań, które wykazują: "że różnice pomiędzy typem Neandertalskim, a Auryniaceńskim mają uderzającą paralelę w różnicach, które wykazuje budowa dwu największych małp czelkkształtnych: afrykańskiego Goryla i Orangutanga, żyjącego wyłącznie już tylko na Borneo i Sumatrze".

K. Stolyhwo. Niezwykła teoria pochodzenia człowieka. *Wszczęświat* 1911, 30, 337 (28 V)

### Lwowska gimnazjalna wystawa przyrodnicza

Pragnę podać, choć spóźnionych może, kilka wiadomości o wystawie przyrodniczej urządzonej przez uczniów gimnazjum, w którym pracuję, w tej myśli, że może one przydadzą się lub nawet będą zachętą w pracy na tem polu. Przede wszystkim jednak muszę przedstawić tło. Zakład nasz jest gimnazjum filologicznym, z obowiązkową nauką greki i łaciny, naukę historii naturalnej kończy się w ki. VI. Zakład, najmłodszy z lwowskich, liczy ledwie kilka lat istnienia, znajduje się dotąd w stadyum tworzenia, ma znaczne braki w zbiorach, amiesić się w wynajętym budynku pozostawiającym wiele do życzenia. Od chwili powstania istnieje w nim Kółko przyrodnicze, a od dwu lat laboratorium, w których chętni uczniowie uzupełniają swe wiadomości naukowe tak pod względem teoretycznym, jak i praktycznym. Czynnym udział biorą uczniowie klas wyższych od 5 do 8. Ćwiczenia praktyczne odbywają się raz w tygodniu w godzinach popołudniowych, na zebraniach Kółka członkowie wygłaszają odczyty i sprawozdania, nad którymi prawie zawsze zawiązuje się dyskusja.

Otóż myśl urządzenia wystawy przyrodniczej powstała w Kółku w r. 1909 z okazji jubileuszu Lamarcka i Darwina, a jej celem było uczczenie wielkiej rocznicy naukowej pracą naukową choćby małą, przedstawienie szeregu zjawisk i faktów przyrodniczych szerszemu ogółowi i spopularyzowanie tą drogą pewnych idei, wreszcie poruszenie umysłów wywołanie krytyki, a przez nią poprawy metod pracy.

Ułożono dokładny plan, rozdzielono wystawę na działy, zestawiono w nich najważniejsze przedmioty i według nich podzielono pracę między członków komitetu. Na czele stanął kierownik wystawy, z dwoma pomocnikami; Robotą trwała 1" roku, w pierwszym okresie, latem 1909 roku, były to próby, ustalanie zakresów i "liczenie sił". Zmieniali się nieco pracownicy, plan się krystalizował.

Do pracy wzięto uczniów chętnych z różnych klas. Wyznaczono im tematy, a po ukończeniu roboty, o ile pracownik był chętny dostawał nową. Jakkolwiek nie narzucano specjalnych działów, większość trzymała się wybranych tematów z działów umiłowanych. Stąd pewne upośledzenie niektórych gałęzi nauk przyrodniczych na wystawie, np. botaniki, która w zakładzie naszym liczy niewiele zwolenników. Zbiory robiono na wycieczkach planowo urządzanych, w najbliższą okolicę Lwowa w odstępach mniej więcej dwutygodniowych i dalszych na Podole, do Gródka na staw, na Litwę, nad Bałtyk. Wyjątkowo uzyskano pewne okazy przygodnie w podróżach, a kilka nawet za pośrednictwem osób trzecich (gąbka japońska, parę form z mórz południowych). Zebrany materiał sortowano, porządkowano i oznaczano w laboratorium, to też służył on do sporządzania preparatów anatomicznych, mikroskopowych. Modele i przyrządy robiono też w domu i w gimnazjalnym warsztacie, tam też zbudowano terraria, jako też przenośną łódkę, która mimo wywrotności służyła do połowów wodnych.

Wystawa objęła ostatecznie następujące działy: I. Mineralogię i geologię, jako też pewne działy fizyki i chemii, II. Systematykę, III. Anatomie i fizjologię, IV. Biologię ogólną, V. Geografię i ekologię, VI. Antropologię. Działy te nie były równo i jednakowo reprezentowane, przyczyna nie tylko w rozmaitości przedmiotu, lecz przede wszystkim w sprzężystości i energii pracowników. Rozmieszczono je w 3 pokojach obok głównego wejścia do zakładu. Ostateczne rozlokowanie, umieszczenie napisów, wydanie przewodnika zajęło parę ostatnich

dni, wieczorów i noc przed otwarciem, które nastąpiło 18 grudnia 1910 roku o godzinie 10 rano wobec kierownika zakładu, nauczycieli i młodzieży. Po przemowie głównego organizatora W. Stachiewicza, ucznia VII ki. i krótkim wykładzie M. Gedroycia, przewodniczącego kółka przyrodniczego, ucznia VIII ki, o Lamarcku i Darwinie, kurator kółka stworzył wystawę i zaprosił obecnych do jej zwiedzenia.

W pokoju pierwszym znajdowała się fizyka i chemia po lewej, a mineralogia po prawej od wejścia. Były tam przyrządy z zakresu elektryczności, preparaty chemiczne, modele aeroplanów, wreszcie tablice, rysunki i wzory odnoszące się do chemii i technologii. Mineralogia znajdowała się w gablotach i obejmowała zbiory systematyczne minerałów i skał. Dział mineralogii ogólnej pozakryształograficz powodu opieszłości swego "szefa" w ostatnich miesiącach nie był reprezentowany.

Drugi pokój zaczynała geologia. Były tam skamieniałości z Podola ułożone według systemów i piętr (wedł. Siemiradzkiego, Łomnickiego), z Karpat, z pod Częstochowy (Jura), niżu galicyjskiego, zbiór skał z Karpat bukowińskich, i gładów narzutowych z Litwy i Wielkopolski, wreszcie kilka modeli i rysunków i bogaty zbiór fotografii z licznych wycieczek (Podole, Tatra, Karpaty wschodnie, Litwa, Wołyń, Wielkopolska, Bałtyk), ilustrujących zjawiska z dynamiki i tektoniki.

Najkompletniej przedstawiał się dział anatomii porównawczej. Szczegółowy projekt wypracował Konstanty Majewski, obecnie słuchacz filozofii. Ułożył on szczegółowy wykaz preparatów, rozdzielił robotę między pomocników, uzupełniał braki. W stosownej porze zdobywano materiał i preparowano go według planu w laboratorium. Ugrupowano całość przeglądowo według narządów: szkielet wewnętrzny i zewnętrzny, narząd odżywczy, czuciowy, narządy rozrodcze i embriologia. Wszystkie preparaty w liczbie stu kilkudziesięciu wykonali uczniowie w pracowni gimnazjalnej; materiał surowy zdobywano na wycieczkach dalszych i bliższych, jedynie kilka okazów egzotycznych (malpa, jeżowiec), uzyskano przygodnie. Uzupełniały ten dział liczne rysunki wykonane przedewszystkiem przez uczniów ki. VI, preparaty mikroskopowe i modele plastyczne, z których zwłaszcza model wnętrza człowieka, sporządzony przez Borkowskiego, zyskał uznanie zwiedzających i otrzymał drugą nagrodę.

Znajdująca, się obok fizjologia obejmowała przyrządy, sporządzone przez uczniów rozmaitych klas. Dział ten nie przedstawiał się bogato, przyrządy bowiem zawilsze wymagają znacznej zręczności mechanicznej i dłuższego czasu do sporządzenia.

Natomiast biologia ogólna przedstawiała się efektownie i pouczająco, jakkolwiek, trzeba przyznać, można było zestawić ją jeszcze dokładniej, a że były pewne braki, to wina początkowego kierownictwa, które musiano nawet zmienić. Stąd też dział ten, tak interesujący został właściwie zorganizowany dopiero z wiosną ubiegłego roku, a zestawienie nie zupełnie równe i wykończony. Za pomocą okazów flory i fauny miejscowej tak współczesnej, jak kopalnej, a mniej zapomocą rysunków i fotografii przedstawiono rozmaite objawy z zakresu Darwinizmu i Laniarckizmu, zmienności osobniczej i rasowej, zależności, przystosowań, naśladownictwa, środków ochronnych i doboru, używania i wpływu warunków, atawizmu i t. d.

Systematyka, prócz ogólnego zestawienia typów ograniczała się do zbiorów owadów i zielników. Z geografii przedstawiono liczne mapy rozsiedlenia i regiony wykonane głównie przez uczniów klas średnich. Ze zbiorowisk udało się złożyć 1) mały zbiorek zwierząt

słodkowodnych, 2) faunę morską, w której skład weszły formy przywiezione z wycieczki do Włoch i nad Bałtyk, jako też zdobyte okolicznościowo "w kąpielach". Do tego działu zaliczyć należy parę zielników z określonych miejscowości.

Prócz geografii znajdowały się w ostatnim pokoju grafiki przedstawiające pomiary kraniometryczne 200 uczniów zakładu.

Uzupełniały wreszcie wystawę terraria i akwaria, jak zwykle zimą dość ospale i wyludnione, dalej przybory do połowów i fotografie z wycieczek i laboratorium, ilustrujące życie i pracę "przyrodników gimnazjalnych".

Dodatkowo umieszczono kilkanaście map plastycznych, sporządzonych jako ćwiczenie szkolne przez uczniów klas II i III, pod kierunkiem prof. Węglarza.

Wystawa miała być początkowo otwarta 3 dni, wobec jednak wielkiej frekwencji przedłużono ją jeszcze na dwa dni Ogółem wystawę zwiedziło około 700 osób z najrozmaitszych sfer. Zajęcie było więc znaczne, tembardziej, że wystawy poza jednorazową wzmianką w dziennikach nie reklamowano wcale. Dochód z datków przy wstępie przyniósł 112 koron, pokryto nim koszty wystawy (nagrody, kupno papieru, klisz i t. d.) w kwocie 50 kilku koron, resztę przeznaczono na bibliotekę przyrodniczą Kółka. Dyżury pełnili stale wystawcy i udzielali zwiedzającym szczegółowych informacji.

Czyśmy odpowiedzieli zadaniu i nie zrobili zawodu zwiedzającym? Nie naszą rzeczą dawać na to odpowiedź.

Bykowski J. Wystawa Przyrodnicza Prac Uczniów Gimnazjum Ósmego we Lwowie. *Wszechświat* 1911, 30, 283 (30 IV)

### Szpilka zamiast plemnika

E. Bataillon, zapładniając jaja *Bufo calamita* plemnikami *Triton alpestris* zauważył, że jajko, pomimo zupełnej inercji plemnika po jego przeniknięciu do wnętrza, zaczyna się rozwijać. To naprowadziło wspomnianego badacza na myśl, że można wywołać sztuczną partenogenezę przez proste uklucie. Nakuwając ekscentrycznie ciemny biegun jaja płazów cienką igłą szklaną, manganową, lub platynową (grubości od 0,03 do 0,08 mm), Bataillon wywołał rozwój przebiegający w większości przypadków w pierwszych stadiach zupełnie normalnie. 1 do 2% jaj *Rana fusca* rozwijało się aż do stadium larwy wolnej.

W. R. (Roszkowski) Partenogeneza sztuczna jaj płazów. *Wszechświat* 1911, 30, 303 (7 V)

### Kłopotliwi goście, a nie przyjaciele

Przed dziewięciu mniej więcej laty kilku uczonych, jak Delpino, Belt, Schimper wprowadzili termin "rośliny mrówkolubne", "myrmecophilae", oznaczając nim rośliny, które, podług nich, żyjąca w symbiozie z mrówkami; symbioza miała polegać na tem, że rośliny dają przytulek mrówkom w dziuplach i przestrzyniach wewnętrznych swych łodyg, a w zamian mrówki bronią je od napaści owadów szkodliwych. Obecnie przeciwko tej teorii ochrony roślin z pomocą mrówek wystąpił szereg młodych myrmekologów: Rettig, Ule, Fiebrig, v. Ihering, a wreszcie Escherich. Mrówki rzeczywście - mówią oni - zamieszkuje nieraz przestrzynie wewnętrzne w łodygach roślin, atoli zawsze występują jako element, w najlepszym razie, obojętny, częściej zaś szkodliwy. Jedną z roślin, uważanych dotąd za korzystającą z opieki mrówek jest: podzwrotnikowa *Humboldtia*

*laurifolia*. Roślina ta posiada puste międzywęzła, a w górnej części każdego z nich miejsce o cienkiej bardzo błonie zewnętrznej; po przedziurawieniu tej błony można się bardzo łatwo dostać do przestrzeni wewnętrznej. Tą też drogą mrówki dostają się często do wnętrza rośliny i rozgaszczają się w niej. Jeżeli teraz zwrócimy uwagę, że w bliskości miejsc o cienkiej błonie, na liściach i przylistkach znajdują się liczne miodniki, które przywabiają swą słodyczą mrówki, to zrozumiałą się stanie rzecz, że te własności *Humboldtia* zostały przyjęte za przystosowania do współżycia jej z mrówkami. Brakowało jednak bliższych obserwacji i doświadczeń: wnioskowania oparte były tylko na kruchych podstawach czystej spekulacji.

Escherich, który miał możność badania roślin tych w zeszłym roku na Cejlonie, doszedł do następujących wniosków. Mrówki rzeczywiście lokują się w łodygach bardzo chętnie, jednak nie są to mrówki specjalnie przystosowane do takiego życia, lecz pospolite gatunki tych okolic, jak: *Tapinoma*, *Cremastogaster* i wiele innych. Wszystkie te mrówki należą do gatunków bardzo łagodnych i trwożliwych, i wobec najmniejszego niebezpieczeństwa kryją się głęboko w międzywęzłach: nie mogą więc stanowić żadnej straży ochronnej dla drzewa przed jego nieprzyjaciółmi. Wreszcie – , 30, 303 (7 wszędzie gdzie wspomniane mrówki gnieździły się przez czas dłuższy, gałęzie były potrzaskane i podziurawione – jak się okazało, była to robota dzięciołów, które pojawiają się w ślad za mrówkami i dobierając się do nich, niszczą roślinę. Zawsze daleko lepiej wyglądały i prosperowały te krzaki, na których mrówek nie było. Tak więc mrówki okazały się tutaj szkodnikami i pasorzytami, choć nie tyle bezpośrednio, ile przez ściąganie za sobą dzięciołów. W podobny sposób ma się rzecz z "symbiozą" *Cecropia-Azteca*. Tutaj roślina *Cecropia peltata* gości stale gatunek mrówek *Azteca Alfari*. Fiebrig wykazał, że symbioza jest i tu pozorna; gościna mrówek jest dla rośliny rzeczą bardzo niekorzystną: przez otwory w łodygach, które zrobiły *Azteca*, wchodzi nieraz do wnętrza rośliny gąsienice i inne szkodniki; również grzyby mogą się tędy dostawać; a nareszcie i dzięcioły przynoszą taką szkodę, jak w poprzednim przypadku. Do podobnych wniosków dochodzą inni uczeni w badaniach nad afrykańskimi roślinami mrówkolubnymi. *Nieuwenhuis-von-Uxküll* *Gildenbrandt*, który badał te same zjawiska w *Buitenzorgu* na Jawie na 63 gatunkach roślin, stwierdza, że miodniki pozakwiatowe, które głównie ściągają mrówki, nie mogą być żadną miarą uważane za korzystne przystosowania dla roślin: przywabiają one również i szkodliwe inne owady, jak np. mszyce, i, w ogóle, z powiększeniem się ilości produkowanego przez te rośliny cukru, zwiększa się proporcjonalnie szkoda, jaką jej przynoszą przywabiani goście. Również można zauważyć, że jeżeli przypadkowo zmniejszy się wydalanie cukru przez roślinę, np. wskutek zarażenia grzybami i t. p., to i uszkodzenie rośliny jest znacznie mniejsze. Badania wymienionych autorów, jak widzimy, położyły kres całej teorii o roślinach mrówkolubnych.

H. Raabe. Rośliny mrówkolubne. *Wszechświat* 1911, 30, 333 (21 V)

### Granica zawsze leżała na Sanie

Najdawniejsza ludność ziemi podkarpackiej sięga okresu kultury, zwanego neolitycznym, a stanowiącego dalszy rozwój długich tysięcy lat poprzednich, ujętych mianem paleolitu, t. j. epoki kamiennej starszej, nazywanej tak dla odróżnienia od młodszej – neolitycznej. W epoce paleolitycznej ludność całej w ogóle Europy ograniczała się do nielicznych tylko krajów, położonych wyłącznie prawie w połud.-zachodniej części kontynentu i w niektórych okolicach Europy środkowej, o ile te wolne były od śniegów i lodowców, właściwych ówczesnemu okresowi geologicznemu, zw. dyluwialnym. Przez cały czas trwania tegoż ziemie dzisiejszej Europy wschodniej były całkowicie puste i niezamieszkałe przez człowieka, który znacznie dopiero później ukazał się tu od razu w wielkiej stosunkowo ilości. Jak niejasne jest jeszcze w nauce zniknięcie człowieka dyluwialnego z Europy zachodniej, tak z drugiej strony nie możemy również wykryć początku i pochodzenia człowieka neolitycznego, który od razu zajął zdołał całą niemal Europę, tak w partyach dawniej już osiedlonych (na zachodzie), jak i jeszcze całkiem nieznanymi człowiekowi przedhistorycznemu. Do tych ostatnich należała właśnie i dzisiejsza Galicya, gdzie pod Krakowem człowiek zamieszkał poraż pierwszy w licznych jaskiniach *Ojcowa* i okolicy, stanowiąc pierwszą i najdawniejszą ludność kraju. Czas jego przebywania tutaj, przypada na okres przejściowy między dyluwium a neolitem. We wschodniej części Galicyi osiadł on nieco później i jak sądzić można, nie był wcale spokrewniany z jaskiniowcem podkrakowskim.

Odmiennymi też drogami kroczyły ludy zamieszkujące obie te części (oddzielone potężnym dopływem *Wisły-Sanem*), w rozwój owym. swym postępie kulturalnym, nacechowanym wieloma odrębnościami, właściwymi tylko jednej lub drugiej połowie kraju. Jak dzisiaj, tak i w najdawniejszych już czasach *San* stanowił w ten sposób granicę dwu osobnych ludów, które nabytki swe kulturalne otrzymywały z odrębnych źródeł, małą tylko wykazując pod tym względem wspólność w poszczególnych epokach rozwojowych. Kiedy kultura ludności, zamieszkującej ziemię na zachód od *Sanu*, opierała się najwidoczniej o *Zachód*, to pierwiastki kultury ludu, osiedlonego na wschód od tej rzeki, wywodziły początki swe z wprost przeciwnego środowiska, bliskiego zresztą do później tu działającego prądu – w czasach już historycznych – kiedy z *Bizancjum* *Ruś* otrzymała całą swą kulturę i cywilizację. Wpływy, działające odmiennie na obie połowy dzisiejszej Galicyi, ugruntowały się na warunkach, które – jak to widzimy – i dzisiaj jeszcze nie przestały całkowicie wywierać piętna swego na rozwoju kulturalnym ludów, zamieszkujących dorzecze *Wisły* i *Dniestr*.

B. Janusz. Z paleoantropologii Galicyi wschodniej. *Wszechświat* 1911, 30, 369 (11 VI)



# PARK NARODOWY MAKHTESH RAMON

Krzysztof R. Mazurski (Wrocław)

Izrael jako cel wyjazdów wybierany jest niemal wyłącznie pod kątem pielgrzymek lub bibliстыki. Tymczasem jest to kraj niezwykle interesujący także dla przyrodników, tak ze względu na stanowiska geologiczno-geomorfologiczne, jak i urozmaicone cechy biologiczne. Do tych pierwszych należą osobliwe twory, zaliczane do nielicznych na świecie, acz coraz częściej ujmowane w promocjach turystycznych.

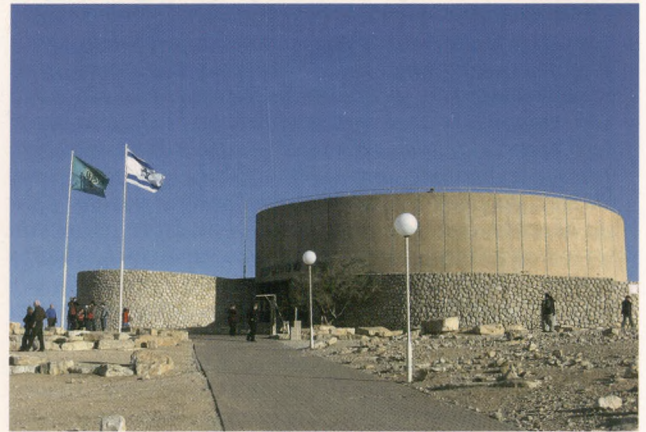


Ryc. 1. Powstające osiedle Mizpe Ramon przy krawędzi machteszu. Fot. Krzysztof R. Mazurski.

Chodzi tu o obiekty, które noszą nazwę kraterów, choć z wulkanizmem nie mają one nic wspólnego. Po hebrajsku określa się je jako *makhtesh* (wym. *machtesz*), w liczbie mnogiej – *makhteshim* (*machteszim*). Są to unikatowe formy, wykształcone w południowym Izraelu na pustyni Negew i na półwyspie Synaj. Określa się je też jako cyrki erozyjne, kaniony pudełkowe czy głowiaste doliny, najlepiej jednak – biorąc pod uwagę ich osobliwą genezę, używać oryginalnej nazwy. Wymienionych form odkryto w tym regionie pięć (podobna – wielka depresja *Eroyulanduz* w rejonie Badchiz, istnieje w Turkmenistanie, na północnym przedpolu Hindukuszu, inna – w północnej Szkocji). Na ich czele stoi tytułowy Machtesz Ramon, za nim pod względem wielkości lokują się Machtesz Gadol, czyli Wielki (od odkrycia poprzedniego uchodził za największy), Machtesz Katan, czyli Mały, o wymiarach 5x7 km i zlokalizowany w 1942 roku, oraz dwa jeszcze mniejsze w rejonie góry Arifa – na południe od Machtesz Ramon.

Powstanie machteszy związane było z podniesieniem zróżnicowanych osadów morskich, w tym głębokowodnych, oraz z łagodnym wypiętrzeniem ich

w niektórych miejscach w formie antyklin, co dało w efekcie wydłużone garby. Silne działanie erozyjne, tworzące z czasem wielki rów Arava, najintensywniej zaatakowało oczywiście grzbiety owych garbów, w których istniało największe naprężenie w skalnych formacjach. W rezultacie zostały stąd usunięte twardsze skały osłony – wapienie i dolomity, zaś erozja i denudacja dotarła do skał wobec nich miękkich,



Ryc. 2. Muzeum PN Ramon Crater. Fot. Krzysztof R. Mazurski.

a to kredy i piaskowca, sięgając do warstw sprzed 200 mln lat. Taki charakter procesów rzeźbotwórczych spowodował wydłużony charakter owych form, przy czym Machtesz Ramon – usytuowany 85 km na południe od miasta Beerszeba, wyróżnia się szczególnie. Mianowicie ma on kształt mocno wydłużonego serca, którego najobszerniejsza część to głowa doliny, usytuowana najwyżej. Obecnie ten największy znany machtesz ma 40 km długości, 2–10 km szerokości i 500 m głębokości, przy czym najniżej znajduje się źródło Saharonim. Jego współrzędne geograficzne wynoszą 30°34'43" N – 30°57'86" N szerokości geograficznej oraz 34°49'04" E – 34°81'77" E długości geograficznej. Na dnie tych form wytworzyły się głębokie koryta okresowych rzek – zwykle pojedyncze, czyli *wadi* (*ued*), ale Machtesz Ramon posiada aż trzy *uedy*.

Przy rozległości pustyni Negew, kojarzącej się z rozległymi, płaskimi przestrzeniami, krajobraz nie tylko samego tytułowego machteszu jest urozmaicony, ale i jego najbliższej okolicy, co spowodowane zostało zmiennym składem petrograficznym. Tę specyficzną dominantę, różną oczywiście od typu

alpejskiego, nadają nieco bryłowate w kształcie, jednak wyróżniające się góry: Har Ramon na południu i Har Ardon na północowschodzie. Wzdłuż południowej krawędzi zaznaczają się dwa rozległe wzniesienia o charakterze gór stołowych, o dość osobliwych nazwach, a to Har Marpek (Łokieć) i Har Katum (Posiekana). Bardzo interesujące pod względem paleontologicznym są przykrawędziowe podnóża północno-wschodnich wzgórz. Bardzo licznie w nich występowały – (obecnie zostały już wyeksplorowa-

także w przeciwległym krańcu. Denudacja odsłoniła też kilka czopów wulkanicznych (neków), odcinających się barwą od śmietankowej w kolorycie południowej ściany machteszu. Najbardziej znany z nich to Szen Ramon (Ząb Ramona). W centrum tego potężnego obniżenia podziwiana jest chyba największa atrakcja geologiczno-morfologiczna, a mianowicie niskie wzgórze Ha Minsara (Stolarnia). Tworzą je zeskalone bryły piasku o regularnych kształtach, a przy tym jakby ścięte piłą.



Ryc. 3. Wnętrze machteszu z Czarnymi Wzgórzami na pierwszym planie. Fot. Krzysztof. R. Mazurski.

ne), potężne skamieniałości amonitów, osiągające rozmiary kół traktorowych. Nadal jednak liczne są skamieniałości o znacznie mniejszych rozmiarach. W młodotriasowych skałach znaleziono też szczątki pterozaura, prawdopodobnie pierwszego latającego gada, który żył w okresie 220–65,5 mln lat temu oraz mięczaków morskich, dwuskorupowych z rodziny Ramonalinidae.

Osobliwości przyrody nieożywionej w Machtesz Ramon jest znacznie więcej. W części północnej widać fragmenty dużego wulkanu, którego czarna lava bazaltowa nakryła wapnienie, tworząc tzw. Czarne Wzgórze – Giv'at Ga'ash. Nieco mniejsze podobne stanowiska znajdują się w kilku innych miejscach,

Nie należy sądzić z pozoru, iż biocenoza jest tu skąpa i niewarta uwagi. Wręcz przeciwnie. Dzięki specyficznym warunkom siedliskowym, przede wszystkim klimatycznym – lato wprawdzie gorące i suche, ale zimy, też suche, za to bardzo niekiedy mroźne – bytuje tu sporo rzadkich gatunków flory i fauny, będących pod staranną opieką i poddawanych niekiedy restytucji. Zróżnicowanie terenu powoduje, że wykształciło się tu sześć rodzajów siedlisk: od pustynnych z typowymi gatunkami irano-turańskimi do bardziej złożonych w miejscach wilgotniejszych, gdzie rośnie nawet trzcina. Świat zwierzęcy obejmuje około czterdziestu gatunków, w tym węże, skorpiony, jaszczurki, żółwie, jeżozwierze, ale też tak osobliwe,

jak przedstawiciela rodziny koniowatych, onagera. Nieparzystokopytny onager (*Equus hemionus onager*), niewielki wzrostem, jest podgatunkiem kułana, żyjącego w Azji Środkowej. Inny ciekawy okaz fauny to koziorożec nubijski (*Capra nubiana*). Wśród gryzoni wyróżnia się złota mysz kolczasta (*Acomys russatus*), szukający schronienia w skalnych szczelinach. Są i większe, groźniejsze gatunki: lampart i hiena.

Nie zawsze jednak było tu tak dziko i pusto. Tyśiące lat temu klimat w Machtesz Ramon był wilgotniejszy, sprzyjający życiu. Środowisko było zielone, obfitowało w paszę, dzięki czemu obfitowało ono w zwierzynę. Poświadcza o tym znalezisko resztek obozu myśliwskiego sprzed 50 tys. lat, zaś sprzed 10 tys. pochodzą fragmenty stałego już osadnictwa. Po przejściowym pogorszeniu się klimatu sytuacja znowu stała się 2,2–2 tys. lat temu korzystna, co przyciągnęło kolejną grupę osadniczą. W XI–X w. p.n.e. powstała już cała sieć umocnionych osad i zbiorników wody wzdłuż starodawnego traktu, prowadzącego

z Puntu (południowa część Półwyspu Arabskiego) nad Morze Śródziemne. Z uwagi na najbardziej pożądaną towar zyskał on nazwę Kadzidlanego Szlaku. W IV w. p.n.e. kontrolę nad nim zaczęli przejmować Nabatejczycy (dziś południowa Jordania z Petrą), którzy w machteszu wzniesli swoją strażnicę Chan Saharonim przy źródle o podobnej nazwie. Doprowadzili oni tereny do gospodarczego rozkwitu. Tu też w IV–VI w. n.e. ukształtował się silny ośrodek chrześcijaństwa, zniszczony jednak przez nomadycznych Arabów.

Obecnie Machtesz Ramon cieszy się rosnącym uznaniem i edukacyjnym wykorzystaniem. Na skraju urwiska powstała nowoczesna placówka muzealno-edukacyjna, związana z miasteczkiem Mitzpe Ramon. Pod opieką pracowników organizowane są specjalistyczne wycieczki, także w głąb depresji, posiadające w programie problematykę przyrody nieożywionej lub ożywionej. Dzieciom oferowane są ponadto gry i zabawy o charakterze edukacyjnym, nawiązujące do starodawnych kultur tu żyjących.

## PARK NARODOWY KRKA – SKARBNIKA CHORWACKIEJ NATURY

J. Hikiś, K. Kwiatkowska (Łódź)



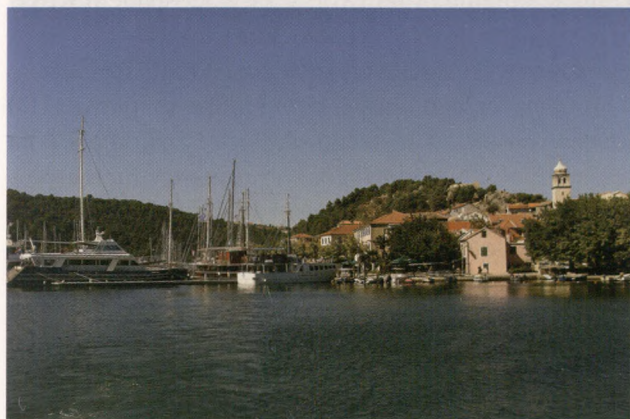
Ryc. 1. Lokalizacja Parku.

Chorwacja to kraj o dużej liczbie obszarów chronionych w skład których wchodzi m.in. parki narodowe. Park Narodowy Krka to jeden z ośmiu tego typu obiektów. Zajmuje powierzchnię 109 km<sup>2</sup>, wzdłuż brzegów rzeki Krka (dwa kilometry w dół jej biegu od Knina

do Skradina) oraz dolny bieg rzeki Čikola. Utworzony został w roku 1985 i obecnie położony jest na terenie żupanii (województwo) Šibenik-Knin (Šibensko-kninska żupanija), w środkowej Dalmacji. Poszczególne odcinki rzeki Krka zostały objęte ochroną już w 1948 roku. Większymi miastami w okolicach Parku są Skradin, Šibenik i Knin. Celem powołania PN Krka była ochrona krasowej rzeki, szczególnie jej dolnego biegu. Pełni on ważną funkcję przyrodniczą, edukacyjną, kulturalno-historyczną i rekreacyjną.

Siedzibą dyrekcji Parku jest Šibenik ze swoimi oddziałami w Knin i Drniš. Centrum informacji turystycznej zostało otwarte w 2007 roku w Skradinie. Park Narodowy Krka dostępny jest dla publiczności przez cały rok, a zwiedzać go można drogą wodną, po drogach publicznych oraz szlakami pieszymi. Wejścia do Parku są dwa: w Skradinie i Lozovac. Jeżeli planujemy dojazd indywidualny możemy dotrzeć tu autobusem kursującym z Šibenika do Skradina, zatrzymującym się przy wejściu wschodnim – Lozovac. Inną możliwością jest rejs łodzią, którego opłata wliczona jest w cenę biletu wstępu – 70 kun. Sama podróż drogą wodną zajmuje niespełna 25 minut, a łódź kursuje co pół godziny.

Planując wycieczkę do klasztoru Krka, musimy pamiętać o jej wcześniejszym zarezerwowaniu i ustaleniu szczegółów z dyrekcją Parku, chyba, że wykupimy bilet na zwiedzanie z wycieczką. Środki transportu parkowego działają jedynie od kwietnia do października. Wybierając się na zwiedzanie w innych miesiącach, musimy być przygotowani na 45 minutowy spacer z parkingu do któregoś z wejść.



Ryc. 2. Widok na port w Skradinie. Fot. K. Kwiatkowska.

## Słoneczna Dalmacja

Park Narodowy Krka leży niemalże w samym centrum krainy historycznej zwanej Dalmacją. Rozciąga się ona wzdłuż wybrzeża Adriatyku, tworząc pas o szerokości 50 km i długości 400 km.

Region Šibenika jest jednym z najbardziej słonecznych w całej Chorwacji. Wyraźnie widać tutaj wpływ wilgotnych, morskich mas powietrza, które docierają w głąb lądu i ścierają się z surowym, suchym powietrzem kontynentalnym, panującym w górnym odcinku rzeki Krka i jej partiach źródłowych. Im dalej od linii wybrzeża, tym mniejszy wpływ morskiego powietrza. Średnie temperatury roczne to odpowiednio: 15°C dla Šibenika i 13°C dla Knina. Najzimniejszym miesiącem na tym obszarze jest styczeń, wtedy temperatura spada do 5–7°C. Latem, nasłonecznienie zwiększa się, a temperatura wzrasta średnio do 25°C. Najwyższą temperaturą zanotowaną kiedykolwiek na tym terenie było 39,6°C, podczas gdy najniższą -18,3°C. W ciągu roku występuje tu ponad 100 dni bezchmurnych.

W rejonie Šibenika notuje się zazwyczaj około 2600 godzin nasłonecznienia, a w Kninie około 2400 godzin w ciągu roku. Obszar ten uważany jest za najśłoneczniejsze miejsce w Chorwacji. Roczne opady wynoszą tutaj od 809 do 1078 mm z maksimum przypadającym na miesiące chłodne: od października do lutego. Najsuchszy miesiąc to lipiec, kiedy to opady nie przekraczają wartości 30 mm. Śnieg jest bardzo

rzadkim zjawiskiem w tej części Chorwacji i pojawia się jedynie w pobliżu wybrzeża. Średnia wilgotność jest dość wysoka i waha się pomiędzy 57 a 67%.

Podczas chłodniejszej części roku dolina rzeki Krka jest wystawiona na działanie północno-wschodnich i południowo-wschodnich wiatrów nazywanych bora i scirocco. Moc wiatru scirocco jest imponująca i może czasami nieco przeszkadzać w zwiedzaniu.



Ryc. 3. Łódź kursująca między Skradinem, a głównym wejściem Parku. Fot. K. Kwiatkowska.

W cieplejszych miesiącach roku, szczególnie na wybrzeżu, możemy doświadczyć delikatnych powiewów wiatru zwanego mistralem, pojawiającego się głównie podczas bezchmurnego dnia.

## Kras, trawertyny i malownicza rzeka

Park Narodowy Krka został utworzony głównie ze względu na walory przyrodnicze. Charakterystyczna budowa geologiczna, obfitość zjawisk krasowych, wspaniałe kaniony i płynące w nich rzeki z licznymi wodospadami to niewątpliwa perełka chorwackiej przyrody.

Obecna rzeźba tego terenu jest wynikiem ruchów tektonicznych i procesów krasowych w warstwach skał zbudowanych z węgla wapnia. W plejstocenie, w wyniku jednej z deglacjacji, topnienie lodu na Ziemi przyczyniło się do podniesienia poziomu morza. Spowodowało to zatopienie dzisiejszego wybrzeża Adriatyku i utworzenie estuarium rzeki Krka od Prokljansko Jezero aż po Šibenik. Na obszarze Parku występują liczne zjawiska krasowe, którym towarzyszy tworzenie trawertynu czyli martwicy wapiennej. W skutek ubytku tlenu z wody podziemnej, wypływającej na powierzchnię, wytrąca się wapń i osadza na organizmach np. mchach, tworząc różne formy geologiczne. Wiek trawertynu wodospadu Skradinski Buk szacowany jest na około siedem tysięcy lat. Z uwagi na ciągły proces tworzenia nowych form i przyrastania (około 3 mm rocznie) nazywany jest on

„żyjącym trawertynem”. Na terenie dawnego biegu rzeki Krka występuje nieprzystający, tzw. „martwy trawertyn”, który datuje się na 125 000 lat. To właśnie procesy krasowe i odkładanie się martwicy wapiennej zapoczątkowały powstanie szeregu kaskad na terenie Parku. Na tych procesach opiera się jego dzisiejszy obraz hydrogeologiczny.



Ryc. 4. Malowniczy kanion rzeki Krka. Fot. K. Kwiatkowska.

Osią Parku jest jedna z Chorwackich rzek – Krka. Swoją początek bierze u podnóża Gór Dynarskich na wysokości 224 m n.p.m., kończąc bieg w Adriatyku. Ma 72,5 km długości. Zasilana jest przez inne rzeki, w tym płynącą również na terenie Parku i wpadają-



Ryc. 5. Ściana skalna pokryta trawertynem. Fot. K. Kwiatkowska.

ca do jeziora Visovac – Čikole. Płynąca woda wrzy-  
na się w wapienne skały tworząc rozległe kaniony

i wąwozy, a powstałe w wyniku zjawisk krasowych wodospady naciekowe stanowią niewątpliwą atrakcję tego miejsca. Są to: Bilusica Buk (22,4 m), Corica Buk (15,5 m), Manojlovacki Slap – stanowiący ciąg wodospadów o wysokości 59,6 m, z główną kaskadą 32 m, Rosnajak (8,4 m), Miljacka Slap (23,8 m), Roški Slap (25,5 m) oraz największy Skradinski Buk (17 kaskad o łącznej wysokości 45,7 m). Rzeka pokonując kolejne progi tworzy za wodospadem Roški Slap rozległe jezioro Visovac, które kończy się wspomnianym wcześniej wodospadem Skradinski Buk.

Wzdłuż całego koryta rzeki odkryto ponad 100 krasowych jaskiń, z czego około 40 znajduje się na terenie Parku Narodowego. Największa z nich usytuowana jest w pobliżu wodospadu Miljacka Slap. Do tej pory zbadano ponad 1750 m jej korytarzy. W czasie niskich stanów wód w jaskini tworzy się rozległe jezioro o nieznannej głębokości.



Ryc. 6. Kaskady wchodzące w skład kompleksu wodospadów Skradinski Buk. Fot. K. Kwiatkowska.

### Świat roślin i zwierząt

Park Narodowy Krka znajduje się w obszarze śródziemnomorskim. Takie położenie sprawia, że mamy tu do czynienia z różnorodnymi habitatami (biotopami) i mozaikowym charakterem występowania roślin i zwierząt. Teren odznacza się ciekawą i bogatą w gatunki florą i fauną, niejednokrotnie charakterystyczną tylko dla tej części Europy.

Stwierdzono tu występowanie około 860 gatunków roślin. Wiele z nich to endemity obszaru adriatyckiego.

Wśród nich wyróżnić można między innymi: 2 gatunki z rodziny dzwonkowatych – *Campanula lepida* i *Campanula pyramidalis* oraz *Inula verbascifolia* i *Tanacetum cinerariifolium* z rodziny astrowatych, czy rosnący wśród skał kosaciec – *Iris illyrica*. Z go-



Ryc. 7. Śródleśne zbiorowiska endemicznego fiołka adriatyckiego (*Viola adriatica*). Fot. K. Kwiatkowska.

racym i suchym siedliskiem związane są takie endemiczne gatunki jak: wilczomlecz – *Euphorbia characias wulfeni* i *Euphorbia fragifera*, fiołek – *Viola adriatica*, oset – *Carduus micropterus*, chaber – *Centaurea spinosociliata* i szałwia – *Salvia bertolonii*. Wzdłuż rzeki Krka i Čikola oraz w ich dolinach spotkać można cebulicę łąkową (*Scilla litardierei*), rdest – *Polygonum salicifolium*, grab pospolity (*Carpinus betulus*), perlówkę jednokwiatową (*Melica uniflora*), czy też żywokost lekarski (*Symphytum officinale*). Szczególnie bogate w gatunki są dwa wodospady: Roški Slap (ze swoją fauną kanionową) oraz Skradinski Buk (cenny ze względu na gatunki roślin wodnych).

Wyróżnia się trzy główne zbiorowiska leśne: wiecznie zielone lasy mieszane z przewagą dębu ostrolistnego (*Quercus Ilex*) i jesionu mannowego (*Fraxinus ornus*), lasy mieszane z dębem omszonym (*Quercus pubescens*) i grabem wschodnim (*Carpinus orientalis*) oraz lasy mieszane z dominującym chmielgrabem europejskim (*Ostrya carpinifolia*) i seslerią (*Sesleria autumnalis*).

Park Narodowy Krka to jednak nie tylko obszary porośnięte lasem, ale także kamieniste łąki i pastwiska znajdujące się w jego południowej części, nadające charakterystyczny wygląd chorwackiemu wybrzeżu. Na terenach tych na początku XX w. wprowadzono sztucznie dwa gatunki sosny: sosnę alepską (*Pinus halepensis*) i sosnę czarną (*Pinus nigra*). Oba te gatunki stosowane są w leśnictwie do umacniania nadmorskich wydm i wybrzeży.

Różnorodność gatunkowa zwierząt zależy w dużej mierze od roślinności, która występuje na terenie PN Krka. Charakterystyczna dla tego regionu flora, i jej bogactwo gatunkowe, z wysoką liczbą endemicznych gatunków sprawia, że również fauna jest tu wyjątkowa.



Ryc. 8. Endemiczne ryby z rodzaju *Leuciscus*. Fot. K. Kwiatkowska.

Bezkęgowce są grupą słabo poznaną. Najlepiej zbadane są chrząszcze (289 gatunków), ważki (34 gatunki) i motyle (200 gatunków). Wśród ważek najczęściej spotyka się np. świteziankę dziewicę (*Calopteryx virgo*) i świteziankę błyszczącą (*Calopteryx splendens*), ważkę żółtą (*Libellula fulva*) czy szafrankę czerwoną (*Crocothemis erythraea*). Ciekawym gatunkiem jest pałątka – *Chalcolestes parvidens*, której stanowisko jest jedynym w całej Chorwacji. Wśród motyli wyróżnić można chronione: pazia królowej (*Papilio machaon*), pazia żeglarza (*Iphiclides podalirius*) oraz listkowca cytrynka (*Gonepteryx cleopatra*), którego populacja nad Skradinskim Bukiem jest największa w całym kraju. Obok nich żyje jeden z największych motyli Europy – piękniś sułtanek (*Charaxes jasius*). Według dostępnych informacji, w rzece Krka występują 403 gatunki bezkręgowców słodkowodnych. Najliczniejszymi grupami są pierwotniaki (117 gatunków) i owady (126 gatunków).

Stwierdzono tu obecność 20 gatunków ryb, wśród których 10 zaliczanych jest do gatunków endemicznych, czyniąc to miejsce wyjątkowym w skali całej Europy. Górne odcinki rzeki charakteryzuje dominacja pstrąga potokowego (*Salmo trutta*) i tęczowego (*Oncorhynchus mykiss*), łososia adriatyckiego z podgatunkiem charakterystycznym tylko dla rzeki Krka (*Salmothymus obtusirostris krkensis*) oraz zagrożonego wyginięciem, endemicznego pstrąga marmurkowego (*Salmo marmoratus*), występującego tylko w niektórych bałkańskich rzekach. Środkowy odcinek rzeki, jezioro Visovac oraz rejon wodospadu Skradinski Buk to bogactwo endemicznych gatunków. Należą do nich: wzdręga (*Scardinius erythrophthalmus hesperidicus*), charakterystyczny dla zbiorników

krasowych brzanokiełb (*Aulopyge huegelii*), kleń jugosłowiański (*Leuciscus illyricus*), jelec adriatycki (*Leuciscus svallize*) i brzanka bałkańska (*Barbus plebejus*). Żyją tu także gatunki bardziej pospolite np. lin (*Tinca tinca*) czy węgorz europejski (*Anguilla anguilla*). Ciekawym przypadkiem jest występowanie w wodach Parku gambuzji pospolitej (*Gambusia affinis*). Ryba ta została sprowadzona do Europy ze Stanów Zjednoczonych. Jej introdukcja miała na celu walkę z malarią. Gatunek ten zjada bardzo duże ilości larw i poczwerek komarów, dzięki czemu traktowany



Ryc. 9. Czapla siwa (*Ardea cinerea*). Fot. K. Kwiatkowska.

był jako biologiczna metoda walki z tą chorobą. Jest ona rybą bardzo wytrzymałą, potrafiącą znieść temperatury bliskie 0°C, jak i dochodzące nawet do 30°C. Obecnie jest to gatunek szeroko rozprzestrzeniony w całej Europie południowej, głównie w rejonie Morza Śródziemnego. W wodach rzeki Krka żyją ponadto trzy pozostałe endemiczne gatunki: jelec chorwacki (*Leuciscus polylepis*), gatunek ryby z rodziny babkowatych (Gobiidae) – *Knipowitschia mrakovcici* oraz niewielka ryba karpowata (Cyprinidae) – *Phoxinellus dalmaticus*.

Trzciniowiska, podmokłe łąki i jeziora położone wzdłuż brzegu rzeki zamieszkałe są przez liczne gatunki płazów, a zarośla i kamienne kryjówki są schronieniem dla gadów. W Parku Narodowym Krka obserwuje się osiem gatunków płazów. Do najpospolitszych należą: żaba śmieszka (*Rana ridibunda*), żaba dalmatyńska (*Rana dalmatina*), ropucha szara (*Bufo bufo*) i zielona (*B. viridis*). W koronach drzew spotkać można rzekotkę drzewną (*Hyla arborea*), a w większych kałużach i niewielkich zbiornikach wodnych traszkę górską (*Triturus alpestris*). W wilgotnych lasach żyją salamandry plamiste (*Salamandra salamandra*) a w niektórych jaskiniach i kanionach rzeki Krka i Čikola występuje odmieniec jaskiniowy (*Proteus anguinus*) – endemiczny gatunek, będący

największym przedstawicielem płazów tego regionu. Na terenie Parku żyją 22 gatunki gadów. Najliczniejszym ich przedstawicielem jest żółw błotny (*Emys orbicularis*), żyjący w rzece Krka oraz lądowy – żółw grecki (*Testudo hermanni*). Znaczna jest różnorodność węży. Na terenach wilgotnych spotkać można zaskrońca rybołowa (*Natrix tessellata*), a wśród skał położa wysmukłego (*Coluber najadum*), położa długogonowego (*C. gemonensis*), węża Eskulapa (*Elaphe longissima*) oraz węża czteropasiastego (*E. quatuorlineata*). Występują również gatunki jadowite takie jak: żmija nosoroga (*Vipera ammodytes*), malpolon (*Malpolon monspessulanus*) oraz wąż koci (*Telescopus fallax*). Bogata jest również fauna jaszczurek. Do najciekawszych należy jaszczurka trójpręga (*Lacerta trilineata*) oraz beznoga jaszczurka – żółtopuzik bałkański (*Ophisaurus apodus*). Szczególną uwagę należy też zwrócić na trzy endemiczne gatunki tych gadów: łusiecznicę wspaniałą (*Algyroides nigropunctatus*), jaszczurkę ostropyską (*Lacerta oxycephala*) oraz murówkę adriatycką (*Podarcis melisellensis*). Wszystkie gatunki płazów i gadów objęte są w Chorwacji ścisłą ochroną.

Obszar Parku ma duże znaczenie ornitologiczne. Stwierdzono tu występowanie 211 gatunków ptaków, co stanowi 56% całej awifauny Chorwacji. 111 taksonów uznanych jest za zagrożone w skali całego kraju. Liczne ptaki zatrzymują się tutaj na przelotach wiosennych i jesiennych, co powoduje, że miejsce to uważane jest za jedno z ważniejszych na trasach migracji ptaków w Europie. W okresach tych na podmokłych łąkach i zbiornikach wodnych obserwować można ślepowrona (*Nycticorax nycticorax*), czaplę modronosą (*Ardeola ralloides*), czaplę nadobną (*Egretta garzetta*), hełmiatkę (*Netta rufina*), ogorzałkę (*Aythya marila*), rożeńca (*Anas acuta*) czy też bardziej popularne: łyskę (*Fulica atra*), krzyżówkę (*Anas platyrhynchos*), głowienkę (*Aythya ferina*) i czernicę (*A. fuligula*). Rzeka Krka to miejsce zimowania ponad 60 gatunków m.in. tamaryszki (*Acrocephalus melanopogon*) i wąsatki (*Panurus biarmicus*). Bogata i ciekawa jest szczególnie fauna ptaków drapieżnych, gniazdujących na terenie Parku. Spotkać tu można między innymi: raroga górskiego (*Falco biarmicus*), sokoła wędrownego (*F. peregrinus*), gadożera (*Circaetus gallicus*). Innymi lęgowymi gatunkami są m.in. kalandra szara (*Melanocorypha calandra*), bąk (*Botaurus stellaris*) czy skowrończyk – *Calandrella cinerea brachydactyla*.

Wykazano tu 46 gatunków ssaków, z których aż 23 umieszczone są w Czerwonej Księdze gatunków zagrożonych Chorwacji. Cztery z nich mają status zagrożenia wyginięciem w skali całej Europy. Są to:

podkowiec duży (*Rhinolophus ferrumequinum*), wilk (*Canis lupus*), wydra europejska (*Lutra lutra*) i żbik (*Felis silvestris*). Cenna jest także fauna nietoperzy. Szacuje się, że na terenie Parku żyje 18 gatunków tych ssaków, a większość wymieniona jest w Czerwonej Księdze jako zwierzęta zagrożone wymarciem. Do bardziej charakterystycznych należą między innymi: nocek Bechsteina (*Myotis bechsteini*), nocek rudy (*M. daubentonii*) i nocek długopalcy (*M. capaccinii*). Na całym terenie Parku powszechnie występują: łasica (*Mustela nivalis*), borsuk (*Meles meles*),



Ryc. 10. Autobus dowożący turystów do głównego wejścia Parku. Fot. K. Kwiatkowska.

lis (*Vulpes vulpes*), dzik (*Sus scrofa*) oraz szakal złocisty (*Canis aureus*). Wzdłuż brzegów rzeki żyje również endemiczny podgatunek żółdnicy (*Eliomys quercinus dalmaticus*).

### Atrakcje i zaplecze turystyczne

o Park jest bardzo dobrze wyposażony we wszelkiego rodzaju udogodnienia, pozwalające w maksymalnym stopniu poznać jego atrakcje. Turystów wożą parkowe autobusy i łodzie. Dla osób chcących odbyć pieszą wędrówkę przygotowano liczne szlaki, na które składają się drogi leśne oraz kładki prowadzące przez rzekę i tereny podmokłe, a także zmiernające nad największą atrakcją jaką są wodospady i wspaniałe formy krasowe. W PN Krka znajdują się ścieżki edukacyjne dobrze opisujące znajdujące się tu zabytki i otaczającą przyrodę. Nie brakuje również punktów obserwacyjnych czy informacji turystycznych. Niewątpliwą przyjemnością jest możliwość kąpieli u podnóża wodospadu Skradinski Buk. Od tego miejsca turyści najczęściej rozpoczynają zwiedzanie. Na szlakach możemy napotkać restauracje, sklepy z pamiątkami, a także sprzedawców, oferujących lokalne przysmaki i napoje. Dla kogoś, kto chciałby obcować sam na sam z naturą może to być sporą niedogodnością.

Każda osoba znajdzie w tym Parku coś dla siebie, gdyż nie brakuje w nim zarówno miejsc pełnych ludzi, jak i bardziej odosobnionych, gdzie można podziwiać jedynie piękno krasowej rzeki i jej wodospadów. Odwiedzający mogą zaopatrzyć się w kolorową i dobrze wydaną broszurę informacyjną, dostępną również w języku polskim.

Oprócz zwiedzania Parku jako miejsca atrakcyjnego przyrodniczo, bogatego w różnorodne gatunki fauny i flory, warto również pokusić się o zejście z głównych szlaków turystycznych i odkrycie nie-



Ryc. 11. Wyznaczone miejsce odpoczynku. Fot. K. Kwiatkowska.

zwykłego dziedzictwa historyczno-kulturowego tych terenów.

Wzdłuż brzegów rzeki Krka natkniemy się na ruiny największych i najbardziej znaczących czternastowiecznych struktur obronnych: Kamičak, Trošenj, Nečven, Bogočin i Ključica. Cały obszar pomiędzy rzeką Krka i rzeką Čikola, łącznie z Górami Prominsko – Miljevacki, gdzie książęta i szlachta wnosili wspaniałe miasta-fortece. Do dziś przetrwały wieże oraz mury obronne, przywodzące na myśl ówczesną świetność tych budowli. Fortece zbudowane wzdłuż lewego i prawego brzegu kanionu Krka służyły nie tylko celom obronnym, ale także były miejscem podpisywania umów i prowadzenia średniowiecznych interesów. Chorwacki ród Subi wznosił twierdzę Trošenji-grad (Čučevo) oraz Rogovo na prawym brzegu rzeki, podczas gdy budowle lewego brzegu (Nečven, Bogočin i Kamičak) powstały za sprawą rodzin Neličić, Martinušić, Bogetić, Utješinović i Mišljenović.

o W samym centrum Parku, niecałe 2 km od wejścia, tuż przy wodospadzie Skradinski Buk można zobaczyć pozostałość hydroelektrowni wytwarzającej prąd dla Šibenika. Skonstruowana i uruchomiona w roku 1835 elektrownia wodna, wraz z ponad 11 kilometrową infrastrukturą była pierwszą kompletną siecią przesyłową w Chorwacji i jedną ze zbudowanych



najwcześniej w Europie. Dzięki temu osiągnięciu miasto Šibenik zaopatrywane było w elektryczność wcześniej niż Wiedeń, Budapeszt, Rzym czy Londyn. Dziesięć lat po uruchomieniu elektrowni na Skra-

dzających atrakcje w postaci prezentacji mieleń zwoża, prania i uszlachetniania sukna, tkania toreb i dywanów, kucia podków, przewiewania zwoża czy też przygotowywania posiłku w starej kuchni (kużini).



Ryc. 12. Możliwość kąpieli u podnóża Skradainskiego Buku to niewątpliwa atrakcja dla wszystkich odwiedzających PN Krka. Fot. K. Kwiatkowska.

dinskim Buku, jedyne 100 m w dół rzeki, rozpoczęła funkcjonowanie druga hydroelektrownia, działająca po dziś dzień. Ze względu na historyczne znaczenie pierwszej wytwórni prądu (zakład energetyczny), hydroelektrownia Skradinski Buk, objęta jest ochroną i konserwacją jako pomnik architektury przemysłowej.

Wzdłuż rzeki Krka budowano młyny wodne, będące częścią systemu wodnych elektrowni. Dziś wiadomo, że było ich 30, a najlepiej zachowanym i odrestaurowanym jest młyn przy Skradainskim Buku. Jest to ważny pomnik przeszłości gospodarczej Šibenika i całego regionu, będący niegdyś ekonomiczną siłą napędową miasta. W XIV i XV w. młyny wodne wzdłuż rzeki meły ziarno dla wielu miast adriatyckiego wybrzeża od Dubrownika na południu, po Istrię na północy. Ze względu na swoje pierwotne przeznaczenie i ich charakter ludowy, uważane są za zabytek etnologiczno-etnograficzny. Obecnie w odrestaurowanych młynach Parku, przygotowano dla

Rzeka Krka wraz z wodospadami, brzegami, kolorem wody oraz miejscami bogatymi w ciche i spokojne zaułki tworzy niespotykany klimat połączenia spokoju i harmonii. Dlatego od wieków było to miejsce obcowania człowieka z Bogiem. Z tego względu w okolicy istnieje wiele zabytków sakralnych, mających historyczne znaczenie. Najważniejszymi są wyspa Visovac oraz Klasztor Świętego Archanioła.

Wyspa Visovac znajduje się po środku jeziora o tej samej nazwie (będącego częścią rozlewiska rzeki Krka), na której w XV w. wzniesiony został przez Franciszkanów klasztor Matki Boskiej Miłosierdzia i kościół Matki Boskiej Visovac. Pod względem położenia są to budowle wyjątkowe. Podczas burzliwej historii Chorwacji, wyspa odgrywała dużą rolę w świadomości ludzi. Była utożsamiana ze spokojem i modlitwą, a mury franciszkańskiego klasztoru symbolizowały ochronę duchowości i wiary. Visovac jest jednym z najważniejszych symboli, który pomógł

przetrwac chorwackiej tozsamosci. Klasztor posiada wazne kolekcje koscielnych insygniow oraz bogata biblioteka z wieloma wartosciowymi ksiegami i inkunabuami. Wysepka ta zaliczana jest do zabytkow przyrodniczych i kulturalnych Chorwacji o najwyzszej wartosci.



Ryc. 13. Ruiny fortecy Ključica. (<http://www.nprka.hr/#/kulturno-povijesna-bastina/srednjovjekovne-utvrde/kljucica/?lang=eng>).

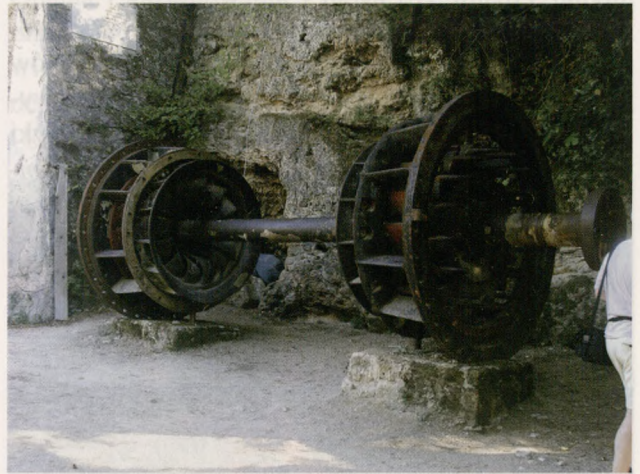
Klasztor Świątego Archaniola usytuowany jest na brzegu środkowego biegu rzeki Krka, w miejscu zwanym Carigradską drogą. Klasztor w bizantyjskim stylu, powstał na fundamentach starej pustelni i do dziś jest jednym z najważniejszych miejsc duchowych Dalmacji. Za budowlą znajduje się mało poznany cmentarz niedostępny dla zwiedzających.



Ryc. 14. Klasztor Matki Boskiej Visovac. (<http://www.nprka.hr/#/kulturno-povijesna-bastina/sakralna-bastina/visovac/?lang=eng>).

Księgozbiór klasztoru zawiera wiele rzadkich dzieł i wartościowych manuskryptów.

Na obszarze otaczającym rzekę Krka prowadzi się wiele wykopalisk archeologicznych, pomagających zgłębić wiedzę o tym regionie. Dostarczają one informacji zarówno o czasach prehistorycznych, jak i nowożytnych. Jednym z odkryć jest jaskinia Ozi-



Ryc. 15. Zachowany fragment infrastruktury hydroelektrowni Skradinski Buk. Fot. K. Kwiatkowska.

dana Pečina, znajdująca się tuż przy Roškim Slapie. Długa na 59 m i szeroka na 7 m jama skrywała w sobie szczątki ceramicznych naczyń kultury Hvar (czasy neolitu). Odnaleziono tutaj również bardzo interesujące fragmenty narzędzi myśliwskich, a także fragmenty kości ludzkich z epoki wczesnego brązu, datowane na 7000 lat.

PN Krka to miejsce warte odwiedzenia dla każdego pragnącego poznać piękno chorwackiej przyrody i kultury. Krasowa rzeka z licznymi wodospadami i kaskadami, płynąca w głębokim kanionie z pewnością zaimponuje swym majestatycznym krajobrazem. Ponadto za sprawą wielu dobrze zachowanych zabytków, poznamy ich historię i zgłębimy wiedzę na temat kultury śródziemnomorskiej. Dla pragnących ekstremalnych wrażeń stworzono możliwość kąpieeli u podnóża jednego z wodospadów, a dla relaksu i odpoczynku wyznaczono odpowiednie miejsca z niezbędną infrastrukturą. Wszystko to wraz ze sprawnie działającym centrum informacyjnym, dobrze oznakowanymi szlakami i ścieżkami edukacyjnymi pozwoli przeżyć niezapomnianą przygodę, a po zwiedzaniu, zregenerować siły w dobrze zorganizowanym zapleczu gastronomicznym.

## WALORY NIEDOCENIONEGO PIĘKNA

Roman Karczmarszuk (Wrocław)

Do rodzaju fuksja (*Fuchsia*) z rodziny wiesiołkowatych (*Onagraceae*) zaliczamy około 110 gatunków przeważnie krzewów, a niekiedy małych drzew występujących w wilgotnych lasach górskich Ameryki Środkowej i Południowej. Cztery gatunki (*F. procumbens*, *F. excorticata*, *F. perscandens* i *F. ×colensoi* – naturalny mieszaniec *F. excorticata* × *F. perscandens*) zlokalizowano w Nowej Zelandii, a jeden – *F. cyrtandroides* – na Tahiti, największej z Wysp Towarzystwa.



Ryc. 1. Fuksja (*Fuchsia*) 'Thalia' z grupy Triphylla. Fot. Anna Banasiak.

Powstające w kątach liści kwiaty, które zwisają na długich szypułkach, są najczęściej zapylane przez kolibry. Mogą być białe, czerwone, fioletowe, pomarańczowe lub czasem żółtawe. Ich podobieństwo do rabatów – barwnych wyłogów mundurów typowych dla ułanów, zadecydowało o przyłgnięciu do nich popularnej nazwy ułanka. Natomiast w Hiszpanii, ze względu na swój kształt, otrzymały miano „kolczyków królowej”.

Fuksja wymaga gleby żyznej i przepuszczalnej, o odczynie obojętnym lub lekko kwaśnym. Najbardziej odpowiadają jej stanowiska półcieniste i cienne, a odmiany z grupy Triphylla, m.in. 'Göttingen', 'Koralle' oraz 'Thalia', mogą też egzystować w pełnym słońcu. Ponadto potrzebuje sporo wody i wysokiej wilgotności powietrza, a egzemplarze kultywowane w doniczkach należy zasilać nawozami. Na ogół źle znoszą spadek temperatury poniżej 0°C i dlatego jesienią przenosimy je z gruntu do mieszkania lub szklarni. Wyjątkiem od reguły jest *Fuchsia magellanica*, z której otrzymano dość dużo odmian

zdolnych do przetrwania w glebie naszych warunków zimowych. Dotyczy to przede wszystkim cieplejszych południowo-zachodnich rejonów kraju. Muszą być jednak zabezpieczone grubą ściółką, sporządzoną z torfu, słomy lub suchych liści. Na początku okresu wegetacyjnego trzeba rośliny krótko przyciąć, a od korzeni pojawią się młode pędy, obdarowujące nas w lecie kwiatami.



Ryc. 2. Fuksja (*Fuchsia*) 'Göttingen' z grupy Triphylla. Fot. Anna Banasiak.

Ogrodowe odmiany kwitnące przez całe lato stanowią formy mieszańcowe, wyprowadzone drogą skrzyżowania ze sobą różnych gatunków. Pierwsza, *Fuchsia* 'Globosa', powstała w Anglii w 1832 roku. Był to mieszaniec *F. coccinea* × *F. microphylla*. Następne, coraz liczniejsze, wyhodowane najczęściej w Wielkiej Brytanii i Francji, wabiły oglądających coraz piękniejszymi kwiatami o różnych kształtach. Ich atrakcyjność sprawiła, że niektóre z tamtych czasów są kultywowane jeszcze obecnie. Należy zaznaczyć, iż w wyniku mutacji zaczęły powstawać u fuksji oryginalne liście, biało, żółto i różowo obrzeżone. Z takich zmutowanych sadzonek uzyskano wiele

nowych odmian. Wraz z upływem lat zwiększyły się również rozmiary kwiatów, które u wyhodowanej w 1960 roku odmiany ‘Texas Longhorn’ osiągnę-



Ryc. 3. Fuksja zwyczajna (*Fuchsia magellanica*). Fot. Anna Banasiak.

ły średnicę 20 cm. Ponadto w latach osiemdziesiątych XX stulecia dzięki krzyżowaniu nowych, mało znanych gatunków udało się otrzymać odmiany o „bakłażanowym” kolorze kwiatów. Są to tzw. czarne fuksje, do których należą m.in. odmiany: ‘Zulu Queen’, ‘Haute Cuisine’ i ‘Maori Pipes’. Natomiast barwa pomarańczowa charakteryzuje odmianę ‘Walz



Ryc. 4. Fuksja zwyczajna (*Fuchsia magellanica*) ‘Alba’. Fot. Anna Banasiak.

Mandoline’. Oprócz tego trwają prace nad uzyskaniem odmian żółtych.

Większość odmian uprawianych w Ogrodzie Botanicznym Uniwersytetu Wrocławskiego ma pokrój krzaczasty. Stanowią doskonały materiał do przycinania i kształtowania i mogą być między innymi użyte do formowania postaci drzewek. Mamy też wiele odmian o pędach wiotkich, które szczególnie dekoracyjnie wyglądają w wiszących doniczkach i koszykach.



Ryc. 5. Fuksja zwyczajna odm. delikatna (*Fuchsia magellanica* var. *gracilis*). Fot. Anna Banasiak.

Każdego roku dostrzegamy na świecie coraz to nowe odmiany, a u nas nie powstała dotychczas ani jedna. Wynika to prawdopodobnie z braku zainteresowania i niedoceniaenia tej ze wszech miar zasługu-



Ryc. 6. Fuksja zwyczajna odm. delikatna (*Fuchsia magellanica* var. *gracilis*) ‘Tenella’. Fot. Anna Banasiak.

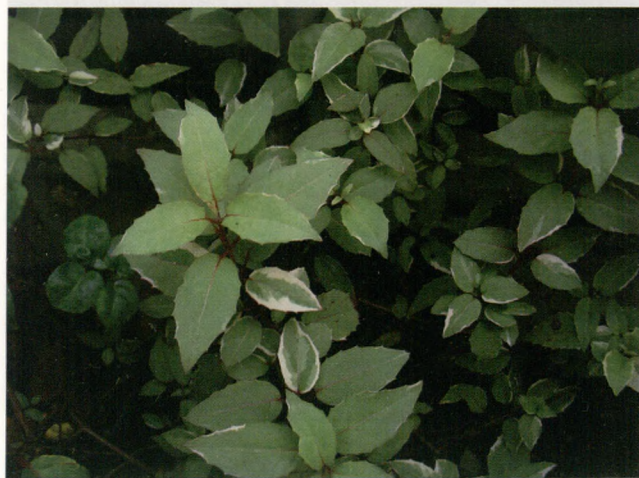
jącej na wyróżnienie rośliny. Natomiast do jej rozpowszechnienia przyczynili się w znacznej mierze zachodni sąsiedzi Polski. Ich sukcesy w hodowli są znaczne i dlatego dobrze się stało, że udało się nam, w związku z obchodzonym w 2007 roku „Rokiem

Fuksji”, nawiązać kontakt z Niemieckim Towarzystwem Miłośników Fuksji, które powstało 5 września 1981 roku podczas wystawy roślin z tego rodzaju

aktywnych regionalnych kół, których członkowie często się spotykają i organizują wystawy oraz uroczystości związane z ustalaniem nazw nowych odmian.



Ryc. 7. Fuksja (*Fuchsia*) 'Delta's Wonder' – odmiana o kwiatkach pojedynczych. Fot. Anna Banasiak.



Ryc. 8. Fuksja zwyczajna odm. delikatna (*Fuchsia magellanica* var. *gracilis*) 'Variegata'. Fot. Anna Banasiak.



Ryc. 9. Fuksja (*Fuchsia*) 'Sunray' – odmiana o ozdobnych liściach. Fot. Anna Banasiak.

w ogrodzie Palmengarten we Frankfurcie nad Menem. Obecnie istnieje w Niemczech 31 bardzo

Warto przypomnieć, że ich dziełem była organizacja obchodów 500. rocznicy urodzin Leonharta Fuchsa,

od którego nazwiska Charles Plumier utworzył nazwę rodzajową rośliny. Odbyły się one w 2001 roku w Tybindze, gdzie na uniwersytecie działał ten wybit-

spotkania wszystkich europejskich towarzystw miłośników fuksji.

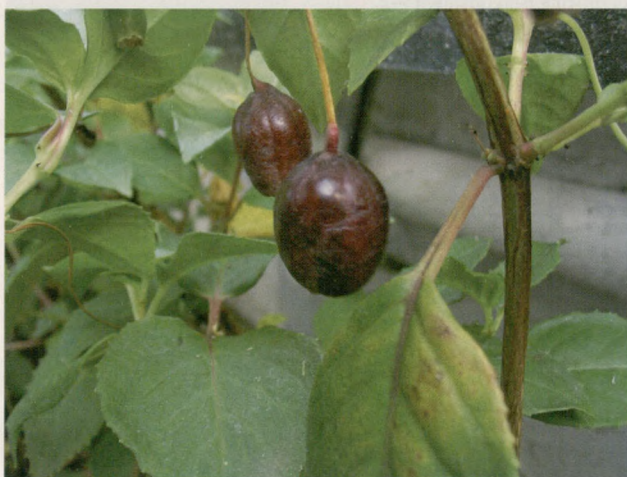
Dzięki łaskawości Towarzystwa nasz Ogród otrzy-



Ryc. 10. Fuksja boliwijska (*Fuchsia boliviana*). Fot. Magdalena Mularczyk.



Ryc. 11. Fuksja (*Fuchsia*) 'Lena' – odmiana o kwiatach półpełnych. Fot. Anna Banasiak.



Ryc. 12. Owoce fuksji. Fot. Anna Banasiak.

ny botanik i profesor medycyny. Oprócz tego należała do nich inicjatywa Eurofuchsii – międzynarodowego

mał w podarunku 100 nowych odmian omawianej rośliny. Większość pochodzi z gospodarstwa ogrodniczego w Wandlitz/Basdorf niedaleko Berlina,

stanowiącego własność Erharda Schlesteina, posiada-  
cza kolekcji złożonej z 740 odmian. Trzeba przy tym  
dodać, że od samych członków Towarzystwa uzyska-  
liśmy kilkadziesiąt cennych okazów.

D. Leonhart Fuchs, seino altero im XLII. Jar.



Ryc. 13. Leonhart Fuchs (1501–1566), jeden z „ojców botaniki”. Za:  
Leonhart Fuchs, *De historia stirpium commentarii insignes...* Basileae,  
In officina Isingriniana, 1542.

W czerwcu 2007 roku złożyły nam wizytę Brigitte  
Kannler – redaktor kwartalnika „Fuchsienkurier”,



Ryc. 14. Szklarnia Erharda Schlesteina z fuksjami. Fot. Magdalena  
Mularczyk.

oraz Renate Ripke – sekretarz Towarzystwa. Piękno  
zabytków miasta i wrocławskiego Ogrodu Botanicz-  
nego wywarły na nich ogromne wrażenie.

W niedalekiej przyszłości zmian na lepsze można  
oczekiwać także u nas. Niedawny kiermasz fuksji  
w naszym Ogrodzie dowiódł, że zainteresowanie  
społeczeństwa wzrasta, gdyż wystawione na sprzedaż  
okazy znikły bardzo szybko. Ponadto świadczy o tym  
powstałe przed kilkoma laty Polskie Towarzystwo  
Miłośników Fuksji. Jeżeli sklepy ogrodnicze będą  
dysponować bogatym wyborem odmian, to wkrótce  
tarasy, balkony i mieszkania osiągną wygląd namiast-  
ki kwitnących ogrodów.



Ryc. 15. Fuksja (*Fuchsia*) ‘Leonhart Fuchs’. Fot. Magdalena Mularczyk.

Obiekt naszych rozważań to nie tylko przepych  
form, bogactwo barw i szczegółów dekoracyjnych  
kwiatów, lecz również możliwość wykorzystywa-  
nia jadalnych owoców. Najatrakcyjniejszymi może  
poszczycić się odmiana ‘Axel of Denmark’, najwięk-  
szymi zaś – ‘Gesäuseperle’ oraz ‘Celia Smedley’. Są  
konsumowane w stanie surowym, a poza tym służą  
do wyrobu dżemów, soków, galaretek i nalewek.

Zbyt skąpe informacje o historii rośliny nie pozwa-  
lają na rozwinięcie tego tematu i dlatego musimy się  
ograniczyć do kilku zaledwie przykładów.

Fuksja nie była obca ludom epoki prekolumbijskiej.  
Hodowali ją środkowoandyjscy Inkowie, a także

żyjący w południowo-wschodnim Meksyku, Gwatemali i Hondurasie – Majowie. Największe znaczenie miała *F. boliviana*, której słodkie owoce o działaniu podniecającym wykorzystywano podczas uroczysto-



Ryc. 16. Fuksja (*Fuchsia*) 'La Perle' – odmiana o kwiatach pojedynczych. Fot. Anna Banasiak.

ści rytualnych. Natomiast Maorysi z Nowej Zelandii eksploatowali najczęściej drzewiastą *F. excorticata*, osiągającą wysokość 10 m. Jej drewno stanowiło materiał dla utalentowanych rzeźbiarzy, a błękitny pyłek kwiatowy służył płci pięknej do barwienia twarzy.

Po wyprawach Krzysztofa Kolumba zainteresowanie bogactwami Nowego Świata wzrastało coraz bardziej. Dotyczyło to między innymi również możliwości znalezienia roślin użytecznych. Takim trwałym śladem jest wóz do Europy w 1601 roku przez paryskiego ogrodnika królewskiego Jeana Robina nasion drzewa, którego określeniem rodzajowym go uhonorowano. *Robinia pseudoacacia* jest rozpowszechniona w wielu krajach, a u nas figuruje często pod błędnym mianem „akacji”. Prawie sto lat później została odkryta fuksja. Dokonał tego francuski botanik i zakonnik père Charles Plumier (1646–1706),

wysłany z rozkazu króla Francji Ludwika XIV do Ameryki Środkowej celem poszukiwania i wprężenia w służbę człowieka nowych roślin, między innymi zwalczających malarię. Podczas trzeciej wyprawy Plumier dostrzegł we wschodniej części wyspy Haiti nieznaną mu okaz botaniczny, określaną przez tubylców „rośliną piękną”. Opisał go i narysował, a ponadto utrwalił nazwą *Fuchsia triphylla flore coccinea*. Współcześnie jest ona nazywana w nomenklaturze Karola Linneusza *F. triphylla*. Sporo danych o roślinie Plumier zamieścił w swej książce *Nova Plantarum Americanum Genera*, wydrukowanej w 1703 roku. Można jeszcze dodać, że w przededniu czwartej wyprawy na kontynent amerykański nastąpiła jego śmierć spowodowana malarią. Pierwszy egzemplarz *F. coccinea* został około 1788 roku przewieziony z Brazylii do Królewskiego Ogrodu Botanicznego w Londynie przez kapitana Firtha, a w XIX stuleciu zaczęły napływać do Europy



Ryc. 17. Fuksja (*Fuchsia*) 'Dollarprinzessin' – odmiana o kwiatach pełnych. Fot. Anna Banasiak.

liczne gatunki z Ameryki Południowej. Gwałtownie wzrastał popyt, wyhodowano wiele nowych odmian, których liczba oceniana jest obecnie na kilkanaście tysięcy.

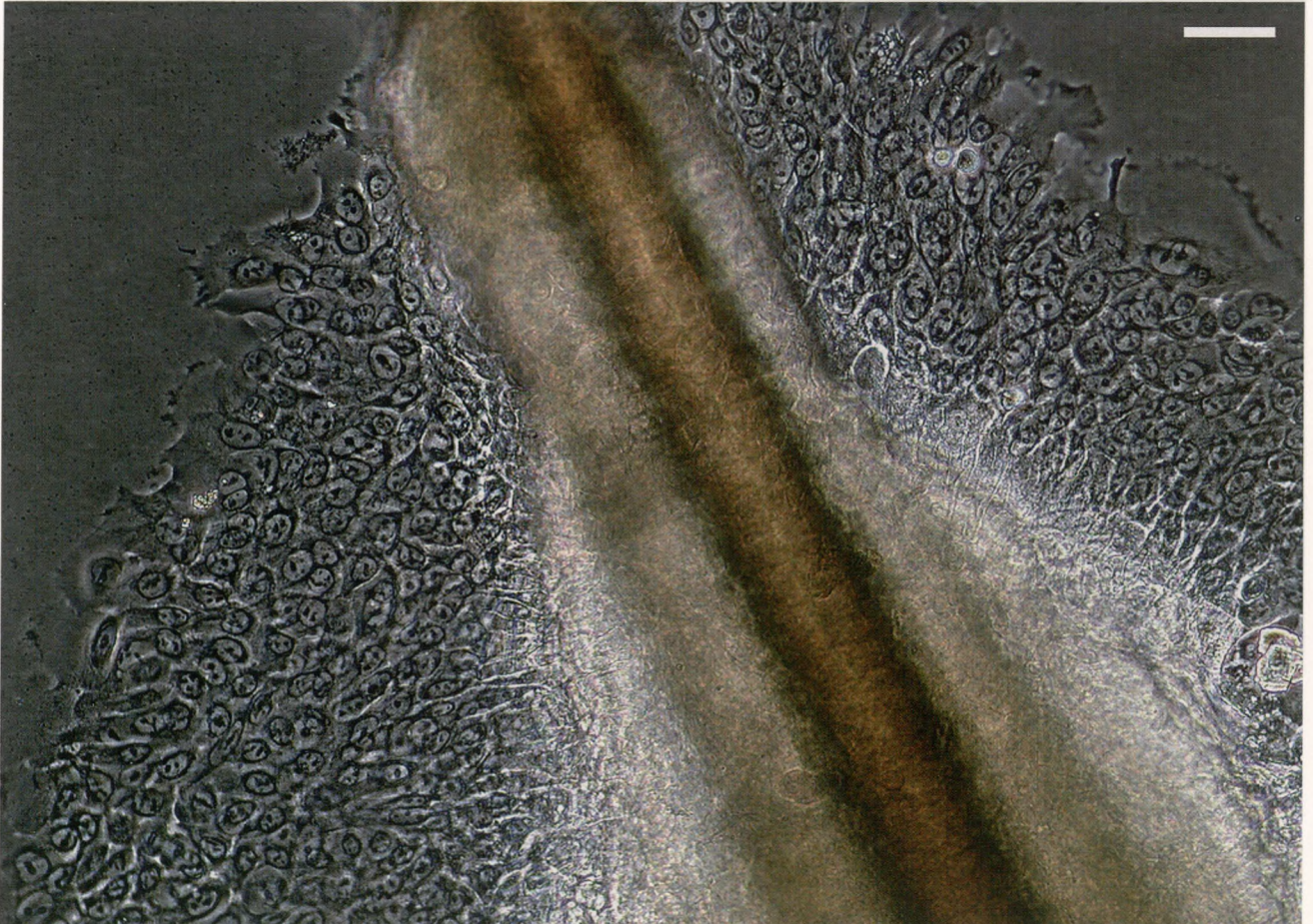


## KERATYNOCYTY

Maciej Sułkowski (Kraków)

Keratynocyty wymigrowujące z ludzkiego włosa. Zdjęcie z mikroskopu kontrastowo-fazowego. Wyrywany włos został przytwierdzony do szalki hodowlanej, po 7 dniach hodowli zaczynają z niego migrować

macierzyste (iPS – *induced Pluripotent Stem Cells*), które w przyszłości mogą znaleźć zastosowanie w medycynie regeneracyjnej. Powiększenie 200x, biały pasek w rogu oznacza 50µm.



Ryc. 1. Keratynocyty wymigrowujące z ludzkiego włosa. Fot. Maciej Sułkowski

komórki. Źródłem keratynocytów jest tzw. zewnętrzny płaszcz włosa. Ludzkie keratynocyty w hodowli *in vitro* mogą posłużyć m.in. do reprogramowania komórek somatycznych w pluripotencjalne komórki

Zdjęcie zostało wykonane w Zakładzie Transplantologii Katedry Immunologii Klinicznej i Transplantologii UJ CM i opublikowane za zgodą jego kierownika prof. dr hab. Marcina Majki.

## KOLORY PRZYRODY

Maria Olszowska (Mrągowo)

Żyjemy w świecie kolorów. Natura maluje wszystko dookoła i tworzy wzorzyste, niepowtarzalne kompozycje, wykorzystując na wiele sposobów paletę barw. Każdy z nas ma swoje ulubione kolorystyczne zestawienia i one przykuwają naszą uwagę.

Wystarczy się rozejrzeć, pochylić, zerknąć do jeziornej wody, wziąć szkło powiększające... I już widzi się więcej.

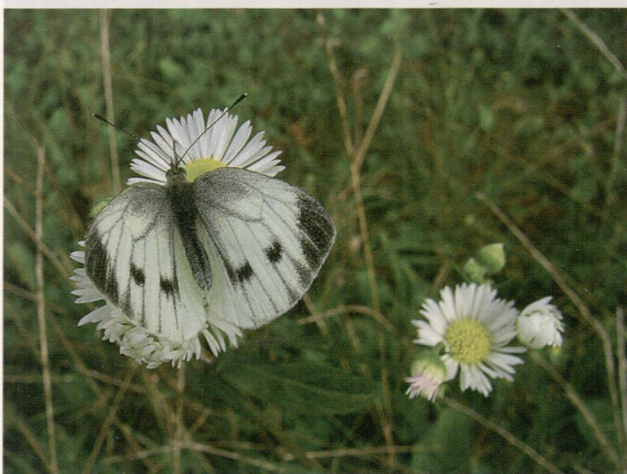
Moją uwagę zwrócił niewielki pluskwiak siedliszek dwubarwny (*Tritomegas bicolor*) (Ryc. 1), którego

przyniosłam do domu na ubraniu. Jego ubarwienie to kompozycja barw biało – granatowych. Nie przymerzając, zestaw kolorów ceramiki z Włocławka, choć nie wiem, czy jej projektanci znali tego owada. Pospolity motyl dzienny bielinek kapustnik (*Pie-*



Ryc. 1. Kolorystyka siedliska dwubarwnego (*Tritomegas bicolor*)  
Fot. M. Olszowska

*ris brassicae*), podobnie jak siedliszek dwubarwny, posiada pięknie zestawione tylko dwa kolory: biały i czarny. Na wierzchołku I pary białych skrzydeł występuje u niego czarna plama. Samice mają dodatkowo dwie plamy, które nie występują u samców (Ryc. 2). I to wystarcza, aby być pięknym. Ledwie oderwałam wzrok od bielinka, kiedy na łące zauważyłam motyla równie pięknego, całego w błękitnie – mnogoooczaka ikara (*Polyommatus icarus*) (Ryc. 3). Jego skrzydła koloru nieba mają granatową



Ryc. 2. Samica bielinka kapustnika (*Pieris brassicae*) jest pięknie dwukolorowa. Fot. M. Olszowska

linię obrzeża i są okolone białą, owłosioną obwódką, dodającą temu gatunkowi wiele uroku.

Gdy uważniej przyjrzymy się poruszającej się w wodzie pijawce lekarskiej (*Hirudo medicinalis*)

to zauważymy, że pierścienica ta tylko pozornie jest jednolicie brązowa. Na grzbietowej części jej ciała widoczne są pomarańczowe linie, wewnątrz których występują czarne łezkowate plamki (Ryc. 4).



Ryc. 3. Niebieskoskrzydły mnogooczak ikar (*Polyommatus icarus*).  
Fot. M. Olszowska.

Natura obdarzyła zwierzęta również barwami jaskrawymi i kontrastowymi. Takie barwy posiadają skrzydła motyla czerwończyka żarka (*Lycena phlaeas*). Przednie skrzydła tego gatunku są z wierzchu złocisto-czerwone z czarnymi plamkami i wąską ciemną obwódką. Tylne skrzydła mają przy zewnętrznym brzegu czerwoną obwódkę (Ryc. 5). U niektórych zwierząt np. u owadów mających w roku dwa pokolenia, barwa ciała osobników każdego z pokoleń jest odmienna.



Ryc. 4. Pijawka lekarska (*Hirudo medicinalis*) nie jest jednobarwna.  
Fot. M. Olszowska.

Barwną dwupostaciowość sezonową zauważyć można na przykład u rusałki kratkowca (*Araschnia levana*). Wierzch skrzydeł tego motyla na wiosnę jest jaskrawy, ceglasty z czarnym deseniem (Ryc. 6), zaś w lecie ciemno – brązowy nawet czarny, z żółtawo-białą przepaską zewnętrzną (Ryc. 7).

Wiele zwierząt stosuje barwny kamuflaż, działający w środowisku jak „czapka niewidka”.

Upodabnianie się organizmu do otoczenia nosi nazwę mimetyzmu. To sztuka oszukiwania, perfekcyjna wizualna ułuda. Przybieranie przez zwierzę barwy podobna to homochromia. Zwierzęta mogą dzięki takim barwom skutecznie ukryć się przed drapieżnikiem i uratować życie. Ale barwę ochronną posiadają rów-

kamufażu jest pstrąg potokowy (*Salmo trutta*). Ryba żyje w górskich potokach. Na bokach ciała ma plamy ciemne i czerwone z białymi obwódkami. Potrafi przybierać ubarwienie zielonkawe do brązowego zależnie od barwy dna potoku, w którym żyje (Ryc. 8).



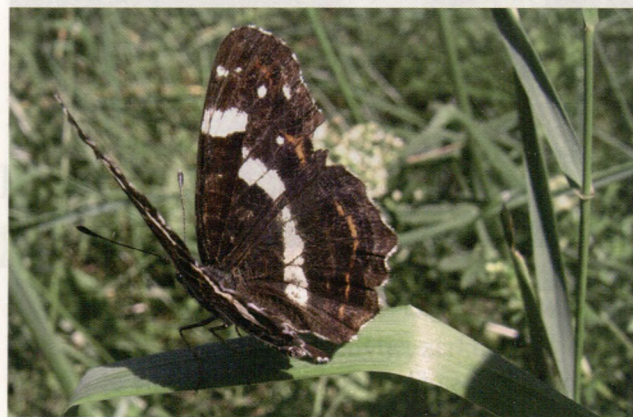
Ryc. 5. Jaskrawe skrzydła czerwonożyka żarka (*Lycaena phlaeas*) pięknie kontrastują z tłem. Fot. M.Olszowska.

niez same drapieżniki, aby wtopić się w otoczenie w czasie polowania i nie być zauważonym przez przyszłą ofiarę. Wśród gatunków stosujących strategię

U organizmów, w tym owadów, widzimy wiele przykładów naśladownictwa, czyli upodabniania się do innych organizmów barwą i kształtem. Takie



Ryc. 6. Rusalka kratkowiec (*Araschnia levana*) wiosenna forma barwna. Fot. M.Olszowska.



Ryc. 7. Rusalka kratkowiec (*Araschnia levana*) letnia forma barwna. Fot. M.Olszowska.

kompleksowe rozwiązania można zobaczyć u gąsienicy ćmy kaptownicy byliczanki (*Cucullia artemisiae*), którą ze względu na barwny wzór na ciele bardzo trudno odróżnić od pędów bylicy, na której żeruje (Ryc. 9).



Ryc. 8. Homochromia pstrąga potokowego (*Salmo trutta*). Fot. M. Olszowska

Zwierzęta rozdzielnopłciowe w porze godowej przybierają barwy (choć nie tylko) podkreślające różnice w fenotypie samicy i samca danego gatunku. Barwy mają przyciągać osobnika płci przeciwnej w celach reprodukcyjnych. Różnice barw godowych zauważyć można u kaczki czernicy (*Aythya fuligula*).



Ryc. 9. Gąsienicę kaptownicy byliczanki (*Cucullia artemisiae*) trudno odróżnić od tła. Fot. M. Olszowska

Samiec tak w szacie godowej jak i spoczynkowej ma ciało czarne z metalicznym, fioletowym połyskiem na głowie, szyi i piersi. W czasie pory godowej brudno-białe zabarwienie spoczynkowe samca staje się śnieżnobiałe. Dziób szary z czarnym paznokciem. Samica jest ciemnobrązowa z jasnym brzuchem i białym wąskim paskiem wokół nasady dzioba. Zarówno samiec jak i samica mają ciemny czub z tyłu głowy, dłuższy

u samca (Ryc. 10). Samce niektórych ptaków są wyjątkowo kolorowe. Wręcz bajecznie ubarwiony jest samiec kaczki mandarynki (*Aix galericulata*). Pióra z tyłu jego głowy tworzą czub, rude ramieniowe lotki z białymi końcami są wydłużone i przy złożonych skrzydłach sterczą ku górze. Rude są też szerokie bokobrody.



Ryc. 10. Barwy godowe kaczki czernicy (*Aythya fuligula*). Fot. M. Olszowska.

Od nasady czerwonego dzioba, przez oko ciągnie się szeroki, biało-kremowy pas. Ponad nim czoło i przód ciemienia są metalicznie zielone, zaś tył ciemienia i potyllica rdzawe. Boki beżowe, grzbiet i ogon są ciemne, podogonie białe. Na skrzydłach występują zielone lusterka (Ryc. 11).



Ryc. 11. Kaczor mandarynki (*Aix galericulata*) jest bajecznie ubarwiony. Fot. U. Dec.

Barwy zwane ostrzegawczymi pozwalają zwierzętom pozornie bezbronnym na wyprowadzenie w pole przeciwnika i uratowanie życia. Ubarwienie ostrzegawcze jest kontrastowe i jaskrawe, zazwyczaj czarno-czerwone, czarno-żółte lub czarno-pomarańczowe. Zwierzęta z takim ubarwieniem są dobrze widoczne i informują drapieżnika, że są niesmaczne lub trujące i niewarte zjedzenia. Tę strategię stosuje jajożyworodny płaz salamandra plamista (*Salamandra*

*salamandra*). Jej ciało jest czarne i błyszczące, pokryte żółtymi lub pomarańczowymi plamami. Ubarwienie salamander jest zmienne i nie spotyka się dwóch osobników o takim samym układzie plam na ciele (Ryc. 12).

jadowitej osy (Ryc. 13). Drapieżnikowi lepiej z takim przeciwnikiem nie zadzierać.

Owady wprowadzają w błąd napastnika w jeszcze inny sposób. Niektóre motyle posiadają wzory barwne na ciele, imitujące głowę lub oczy. Motyl osadnik



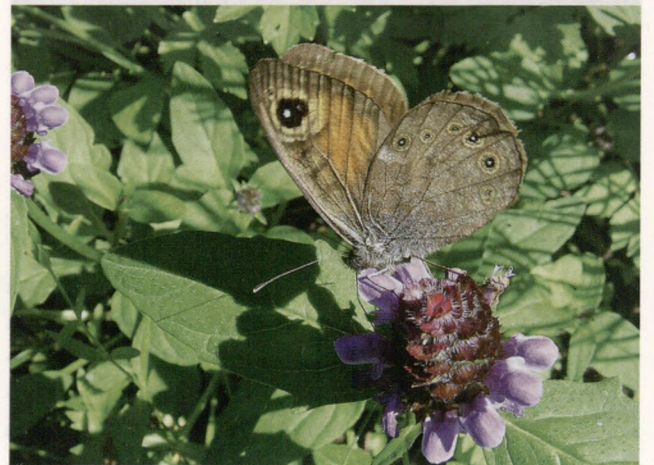
Ryc. 12. Ostrzegawcze barwy salamandry plamistej (*Salamandra atra*). Fot. M. Olszowska.

Zwierzęta, które nie należą do niebezpiecznych, bronią się przed drapieżnikami, przybierając wzór barwny zwierzęcia groźnego. Jest to zjawisko mimikry batesowskiej. Muchówka *Helophilus pendulus* w ten właśnie sposób upodabnia się do groźnej,

megeera (*Lasiommata megera*) posiada na skrzydłach kilka par plamek – fałszywych oczu, z których jedno największe typu „pawie oczko” sugeruje, że napastnik ma do czynienia z dużym i niebezpiecznym zwierzęciem. Mniejsze oczka mają za zadanie odwrócić uwagę



Ryc. 13. Muchówka *Helophilus pendulus* wzorem barwnym przypominająca groźną osę. Fot. M. Olszowska.



Ryc. 14. Osadnik megeera (*Lasiommata megera*) prezentuje fałszywe oczy na złożonych skrzydłach. Fot. M. Olszowska.

drapieżnika lub skierować jego atak na inne, mniej ważne dla życia części ciała, niedoszlęj zazwyczaj ofiary. Osadnik megera eksponuje swój wzór przy złożonych skrzydłach (Ryc. 14), ale inny motyl rusalka pawik (*Inachis io*) w razie zagrożenia rozkłada

Szczekające, miauczące i śpiewające, łaciate domowe zwierzaki, umilają nam życie. Wśród roślin naszego otoczenia dominują te, które wytwarzają ozdobne, wielobarwne kwiaty bądź plamiste liście. To, dlatego latem na naszych balkonach panuje róż-



Ryc. 15. Rusalka pawik (*Inachis io*) w razie zagrożenia rozkłada skrzydła. Fot. M. Olszowska.

skrzydła, bo jego „oczka” są wtedy dobrze widoczne i lepiej spełniają swoją rolę (Ryc. 15).

Także dla ludzi kolory były i nadal są znaczące w codziennym życiu, które dzięki temu nie jest „szare”. Dawniej kolory odgrywały rolę w obrzędowości i rytuałach. Malowanie i tatuowanie własnego ciała było powszechnie znane w różnych kulturach. Odpowiednio zastosowane barwy podkreślały urodę lub status społeczny. Barwna przyroda od zawsze rozbudzała w ludziach fantazję i twórczą wyobraźnię.

Człowiek wykorzystywał i wykorzystuje kolory w sztuce i w terapii, bowiem barwy wpływają na nasze emocje. Mogą nas pobudzać lub uspakajać. W architekturze odpowiednio dobrane mogą optycznie zmniejszać lub zwiększać przestrzeń.

nokolorowy kwiatowy przepych.

Dla ludzi wrażliwych kontakt z piękną, kolorową przyrodą stanowi niezastąpioną formę relaksu, pozwalającą skutecznie oderwać się od wszechobecnego pośpiechu i stresu dnia codziennego. W feerii barw, których przyroda nam nie skąpi, każdy może znaleźć swoje ulubione kolory. Doceńmy kontakt z barwną przyrodą. Żyjmy w zgodzie z naturą i szanujmy to, co nas otacza. Będziemy mogli wracać tu nie raz.

## KLIMAT I BIORÓŻNORODNOŚĆ

Tematyka powyższa, rozszerzona w tytule o pytanie: „Jak wygląda przyszłość Afryki?”, była przedstawiona i dyskutowana na międzynarodowej konferencji, która odbyła się 14.05.2011 roku w Dakarze, stolicy Senegalu. Stanowiła ona część dorocznej

Kamerunem i Mali, które utworzyły własną sieć współpracy. Właśnie ta okoliczność sprawiła, iż delegaci na Konferencję Prezesów spotkali na kontynencie afrykańskim. To też spowodowało wybranie takiego tematu konferencji merytorycznej, w której



Ryc. 1. Ocean pochłaniający Petit Mbao. Fot. Krzysztof R. Mazurski.

Konferencji Prezesów organizacji, należących do Międzynarodowego Stowarzyszenia Turystycznego „Przyjaciele Przyrody” (Naturefriends International/NFI), a której wiceprezesem ma zaszczyt być piszący te słowa. NFI powstało w 1905 roku przez połączenie na poziomie międzynarodowym organizacji w Austrii, Niemczech i Szwajcarii, założonych nieco wcześniej. Dziś gromadzi ono ponad dwadzieścia krajowych towarzystw (w tym PTTK) z ponad 600 tys. członków i 1200 obiektów noclegowych. W 2006 roku została przyjęta organizacja senegalska ASAN, współpracująca wszakże od 1996 roku. Niedawno przyjęto Togo, a pierwsze – i to żywe kontakty, zostały nawiązane z Algериą, Beninem, Burkina Faso, Gambią, Gwineą,

wzięło udział około osiemdziesięciu osób, w tym przedstawiciele władz senegalskich. Zasadniczą grupę prowadzących obrady tworzyli prezes NFI Manfred Pils, bardzo honorowany prezes ASAN Allioune Diagne Mbor i przedstawiciel Zgromadzenia Narodowego Senegalu Doudou Wade. Obecny był także poprzedni prezes NFI, senator Bremy Herbert Brückner, który otrzymał od tutejszego rządu specjalne wyróżnienie za działania na rzecz rozwoju idei ochrony przyrody i miękkiej turystyki w Senegalu. Przy okazji wypunktowano najważniejsze obecnie krajowe problemy z tego zakresu, a to silną deforestację, zaśmiecanie plastikami i rozwój ekoturystyki. Kraje afrykańskie po 2000 roku podjęły – choć w różnym

stopniu, kroki ku ochronie środowiska, ale wkrótce pojawiła się tematyka miękkiej turystyki jako reakcja na niszczenie przyrody przez turystów, co dobrze jest znane choćby z przykładu Kenii. Późniejsza dyskusja ukazała, że rozprzestrzenianie się idei ochrony przyrody w połączeniu z turystyką miękką jest ściśle związane z rozbudową dostępu do internetu.

Tematyka referatów była zróżnicowana, dając dobry wgląd w zagadnienia ochrony środowiska przy-



Ryc. 2. Śmieci plastikowe są wszędzie. Fot. Krzysztof R. Mazurski.

rodniczego nie tylko w Senegalu oraz ich powiązania i znaczenie dla turystyki. I tak, dobry przykład wykorzystania troski o przyrodę w usuwanie konfliktów przygranicznych na przykładzie delty rzeki Senegal przedstawił Racine Kane, zaś powiązania między obszarami chronionymi a zmianami klimatu – Arona Soumare, dyrektor Zachodnioafrykańskiego Ekoregionu Morskiego WWF. Nawiązywało do tego wystąpienie Abdoulaye Ndiaye o problemach tutejszego ptactwa wodnego i El Hady Mbaye Diagne o wpływie zmian na ludność krajów rozwijających się. Przedstawiciel NFI Andreas Zott omówił z kolei miejsce problematyki turystycznej w tym kontekście akcentując, że turystyka nie może się rozwijać, a nawet istnieć bez „zdrowej” przyrody. Wobec powyższego ani turyści, ani ich organizacje nie mogą być obojętni wobec antropopresji negatywnej, powinni jej przeciwdziałać. Wzorem takiego działania jest właśnie NFI, afiliowane przy Radzie Europy, podejmujące różnorakie kroki na rzecz przyrody. Jako ostatnie zaprezentowało się ASAN, pokazując ciekawe rozwiązania w tym jednym z najuboższych krajów świata. Wsparcie rządowe i innych organizacji sprawia, że stopniowo przybywa mu członków i grup działania w całym kraju.

Istotnym uzupełnieniem części konferencyjnej stała się w niedzielę wycieczka do położonej nad Oceanem Atlantyckim wioski Petit Mbaou. Po drodze

zapoznano się ze zniszczeniami środowiska, powodowanymi przez zakłady zagranicznych koncernów, przerabiających fosfaty. Wprawdzie przynoszą one znaczący dochód Senegalowi, ale przyroda wokół fabryk przypomina pustynię. Innym zagadnieniem, z którym boryka się wiele miejscowości nadoceanicznych, jest ich pochłanianie przez wodę. Przejmującym dowodem były ruiny domów, stojących albo już w oceanie, albo atakowane przez fale. Ze względu na przybrzeżną płytciznę byłoby możliwe wybudowanie falochronu, ale ogólne ubóstwo kraju nie daje na to szans. Jedynym ratunkiem w tej sytuacji jest ciągłe przenoszenie domostw w głąb lądu.

Spotkanie to, z jednej strony, wzbogaciło delegatów afrykańskich w wiedzę teoretyczną i o spojrzenie w wymiarze globalnym, z drugiej zaś – dało szansę Europejczykom na bezpośrednie spotkanie z problemem konsekwencji zmian klimatycznych i realnych problemów ochrony przyrody w Afryce. Można mieć nadzieję, że poskutkuje to praktycznie po obu stronach.

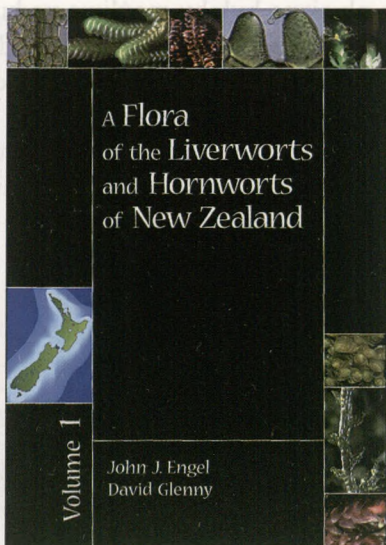


Ryc. 3. Wspólne sadzenie drzew. Fot. Krzysztof R. Mazurski.

*Krzysztof R. Mazurski (Wrocław)*



John J. Engel, David Glenny: **A flora of the hepatics and hornworts of New Zealand. Volume 1.** Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden, Volume 110. Missouri Botanical Garden Press, St. Louis, 2008, [8] + 897 str., 177 rycin kreskowych, 16 kolorowych tablic. Twarda oprawa z obwolutą, format 26,0 × 18,5 cm. Cena: 105 USD. ISSN 0161-1542.



Jeszcze pół wieku temu mszaki południowej półkuli należały do słabo zbadanych, tak od strony taksonomicznej, jak i fitogeograficznej. Większość danych dotyczących tych roślin pochodziła jeszcze z końca XVIII i XIX stulecia, kiedy rozmaici naturaliści, towarzyszący w owych czasach niemal każdej wyprawie odkrywczej w te odległe zakątki Ziemi, przywozili do Europy i Stanów Zjednoczonych zebrane przez siebie okazy i przekazywali je do opracowania specjalistom. Ci, na ich podstawie, sporządzali opisy nowych gatunków, ale nigdy nie mieli szansy oglądać ich i badać w naturalnych warunkach. Rzadko się bowiem zdarzało, aby zawodowi botanicy brali udział w takich wyprawach, a jeśli już, to byli to z reguły znawcy roślin naczyniowych, jak na przykład Philibert Commerson (1727–1773), uczestnik wyprawy Louisa A. de Bougainville'a dookoła świata w latach 1766–1769, czy Joseph Banks (1743–1820), członek pierwszej wyprawy Jamesa Cooka na morza południowe w latach 1768–1771.

W przypadku roślin zarodnikowych jedynym chlubnym wyjątkiem był Joseph D. Hooker (1817–1911), który jako lekarz i botanik opłynął dookoła Ziemi z Jamesem C. Rossem, dowódcą brytyjskiej wyprawy antarktycznej w latach 1839–1843, zbierając bogate materiały roślin naczyniowych i zarodnikowych na Nowej Zelandii, Tasmanii, Wyspach Kerguelena,

Falklandach i Ziemi Ognistej, a nawet w rejonie Półwyspu Antarktycznego. Sam będąc doskonałym znawcą roślin naczyniowych, miał niebywałe szczęście wejść w bliską współpracę z wybitnymi briologami owych czasów: Williamem Wilsonem (1799–1871) i Thomasem Taylorem (1786–1848) i przy ich wydatnej pomocy opracował swoje kolekcje mchów i wątrobowców. Zostały one szczegółowo opisane w trzech wielkich florach: *Flora antarctica* (1844–1847), *Flora Novae-Zelandiae* (1853–1854) i *Flora Tasmaniae* (1859–1860), które przez całe następne stulecie były podstawowym źródłem wiedzy na temat flory roślin naczyniowych i zarodnikowych zimnych i chłodnych obszarów strefy umiarkowanej południowej półkuli.

Nowy rozdział w badaniach roślin zarodnikowych Dalekiego Południa rozpoczął się w końcu lat 50. ubiegłego wieku, kiedy w Międzynarodowym Roku Polarnym 1957–1958 rozpoczęła się intensywna eksploracja państwa roślinnego *Holantarctis*, obejmującego Antarktydę i przylegające do niej obszary południowej części Ameryki Południowej oraz wyspy subantarktyczne i Nową Zelandię. Zaangażowani w nią byli już zawodowi botanicy, którzy uzyskali możliwość bezpośredniego prowadzenia badań terenowych, co natychmiast zaowocowało licznymi nowymi odkryciami niezwyklej taksonów.

Badania hepatikologiczne zainicjował tu amerykański znawca wątrobowców Rudolf M. Schuster, który przez wiele lat badał je w całej Holantarktydzie, a zwłaszcza w Nowej Zelandii. Odkrycie licznych archaicznych taksonów tych roślin zainspirowało go do wysunięcia śmiałych hipotez biogeograficznych o doniosłej roli obszarów dawnej Gondwany w ich ewolucji. Swoje badania taksonomiczne nad wątrobowcami tej części Ziemi R. M. Schuster zamierzał podsumować w trzutomowym dziele „Austral Hepaticae”, którego dwa tomy ukazały się w 2000 i 2002 roku ale, niestety, sędziwy wiek uniemożliwił mu już jego dokończenie.

Przez wiele lat wątrobowce Dalekiego Południa badał również amerykański briolog John J. Engel z Field Museum w Chicago, blisko współpracujący z R. M. Schusterem, z którym opublikował szereg monografii i rewizji taksonomicznych różnych rodzajów i rodzin tych roślin. Jest on również autorem znakomitych opracowań regionalnych flor wątrobowców: Półwyspu Brunswick, najdalej na południe wysuniętej części stałego lądu Ameryki Południowej, opublikowanej w 1979 roku, oraz Falklandów wydanej w 1990 roku. Prowadził on też badania na Nowej Zelandii, publikując dziesiątki opracowań na ich temat, w tym opisy wielu nowo odkrytych gatunków,

rodzajów a nawet rodzin. Wyniki wieloletnich studiów zamierza on podsumować w trzytomowej Florze wątrobowców tego wyspiarskiego państwa, której omawiany tu pierwszy tom ukazał się w 2008 roku.

Nowa Zelandia jest silnie izolowanym archipelagiem na Oceanie Spokojnym, położonym niemal w centrum tzw. półkuli oceanicznej kuli ziemskiej. Od innych lądów dzieli ją znaczne odległości: około 2000 km od Australii, 2400 km od Antarktydy, prawie 10000 km od Ameryki Południowej i ponad 2000 km od najbliższych wysp w Melanezji (Fidzi i Nowa Kaledonia). Archipelag nowozelandzki składa się z trzech głównych wysp (Wyspa Północna, Wyspa Południowa, Stewart) i szeregu mniejszych wysepek, zajmujących w sumie powierzchnię 268680 km<sup>2</sup>, czyli tylko nieco więcej niż Wielka Brytania. Leży on w strefie klimatu podzwrotnikowego oraz ciepłego i zimnego klimatu umiarkowanego, który sprawił, że w szacie roślinnej dominują zimozielone lasy, sięgające w górach do 1300 m n.p.m., a powyżej górnej granicy lasów rozciągają się piętra subalpejskie, alpejskie i niwalne, dochodzące do 2500 m n.p.m. Pozycja fitogeograficzna Nowej Zelandii jest ciągle przedmiotem dyskusji i jedni badacze zaliczają ją w całości do państwa *Holantarctis*, zaś inni włączają Wyspę Północną i północną część Wyspy Południowej do państwa *Palaeotropis*. Trwająca miliony lat izolacja archipelagu sprawiła, że na Nowej Zelandii ukształtowała się specyficzna flora, niezwykle bogata w endemiczne taksony. Stopień endemizmu sięga 83% wśród roślin naczyniowych, zaś dla paprotników i wątrobowców wynosi 50% a dla mchów „tylko” 23%. Ale nie samo bogactwo taksonów endemicznych jest tu ważne, ale fakt, że znaczący ich procent pod względem taksonomicznym reprezentuje paleoendemity, świadczące o archaicznym charakterze flory tego archipelagu.

Hepatikoflora Nowej Zelandii jest bardzo bogata i liczy obecnie 595 gatunków wątrobowców i 13 gatunków glików zaliczanych do 49 rodzin i 157 rodzajów. Liczby te na pewno nie są ostateczne i mogą ulec zmianom, gdyż ciągle odkrywano nowe gatunki i rodzaje w tej grupie roślin. Omawiana Flora jest pierwszym tomem, z trzech zaplanowanych, zawierającym opisy wszystkich taksonów wątrobowców i glików, które występują na obu głównych wyspach Nowej Zelandii oraz na Wyspach Antypodów, Aucklanda i Campbella w zimnej strefie umiarkowanej (niektórzy zaliczają je do Subantarktyki) oraz na wyspach Kermadec, Chatham i Stewart w ciepłej strefie umiarkowanej. W sumie ten tom obejmuje 211 gatunków, czyli około 35% całej flory tych roślin oraz liczne podgatunki, odmiany i formy. Należą one do 16 rodzin, ale prawie jedną trzecią części

taksonomicznej zajmuje opracowanie dużej rodziny *Lepidoziaceae*, która w Nowej Zelandii liczy 101 gatunków i 19 odmian, sklasyfikowanych w 19 rodzajów. Ponad połowa z nich należy do trzech rodzajów: *Telaranea* (26 gatunków i 8 odmian), *Lepidozia* (23 gatunki i 5 odmian) i *Bazzania* (11 gatunków i 2 odmiany). Autorzy przyjęli na szczęście tradycyjny system klasyfikacyjny wątrobowców i nawet nie dyskutują nowych, często rewolucyjnych propozycji wynikających z badań filogenetycznych wykorzystujących metody molekularne, ponieważ w wielu przypadkach mają one ciągle prowizoryczny charakter. Flora nie zawiera żadnych nowości taksonomicznych i nomenklatorycznych, gdyż wszelkie nowe odkrycia były drukowane wcześniej w osobnych publikacjach.

Flora opracowana jest według najlepszych, klasycznych wzorów dla tego typu dzieł, a układem i sposobem prezentacji danych bardzo przypomina „schusterowski” styl, doskonale znany wszystkim briologom z monumentalnej, sześciotomowej Flory wschodniej części Ameryki Północnej. Zawiera ona szczegółowe opisy wszystkich taksonów, od rzędów do odmian i form oraz klucze do oznaczania gatunków i taksonów wewnątrzgatunkowych w obrębie rodzajów, a także sztuczny klucz do oznaczania wszystkich rodzajów stwierdzonych na obszarze objętym Florą. Obok bardzo szczegółowych opisów morfologicznych, opracowanie każdego taksonu zawiera wykaz synonimów jego nazwy i mniej lub bardziej obszerny komentarz taksonomiczny, a dla każdej nazwy cytowany jest typ nomenklatoryczny. W wielu przypadkach nie wiadomo jednak, czy autorzy je badali, ponieważ nie wskazują zielników, w których są one przechowywane. Dla gatunków, podgatunków i odmian podane są dane siedliskowe oraz omówione jest ich lokalne i ogólne rozmieszczenie geograficzne.

Bardzo atrakcyjnym elementem omawianej Flory są świetne ryciny kreskowe ilustrujące większość opisywanych gatunków, a wiele z nich dodatkowo jest zilustrowanych kolorowymi zdjęciami. Szkoda tylko, że autorzy nie podają innych źródeł ikonograficznych dla gatunków, zwłaszcza tych, których ilustracje nie zostały zamieszczone we Florze. Brak jest także cytowania przykładowych badanych okazów. Ten element na pewno powiększyłby objętość książki, ale z drugiej jednak strony rzuca się w oczy brak ekonomicznego podejścia do jej formatowania. Tekst jest drukowany dużą czcionką i jest w ogóle niezróżnicowany pod względem typograficznym, co sprawia, że Flora jest monotonna i wyszukanie odpowiednich informacji, szczególnie w opisach, nie jest łatwe. Zróżnicowanie typograficzne tekstu na pewno

przyczyniłoby się do jego lepszej percepcji i zmniejszenia objętości książki, co można byłoby wykorzystać do zamieszczenia dodatkowych informacji, np. wykazu badanych okazów.

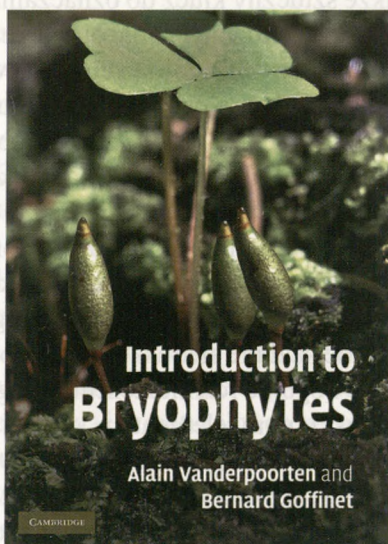
Zasadniczą część taksonomiczną Flory poprzedza krótki wstęp, w którym przedstawiony jest zarys historii badań hepatikologicznych w Nowej Zelandii, pobieżnie omówiona jest biogeografia wątrobowców oraz teorie na temat pochodzenia współczesnej flory tych roślin. Bardzo wartościowe są także opisy prowincji ekologicznych, klimatu, geologii i szaty roślinnej Nowej Zelandii, zwłaszcza dla użytkowników, którzy nigdy nie odwiedzili tego wyspiarskiego kraju. Omówione są tu także najważniejszy typ siedlisk zajmowanych przez wątrobowce, ich lokalne

rozmieszczenia i zagrożenia. Część tę kończy krótki rozdział o endofitycznych grzybach u nowozelandzkich wątrobowców autorstwa J. G. Ducketta i R. Ligrone. Natomiast w części końcowej tomu zamieszczony jest słownik terminologiczny.

Omówiona Flora jest dziełem wybitnym, które na pewno znajdzie trwałe miejsce wśród najważniejszych dzieł briologicznych. Miejmy tylko nadzieję, że zostanie ona doprowadzona do końca. Do zrobienia pozostało bowiem jeszcze bardzo wiele, a odpowiedzialny za część taksonomiczną J. J. Engel kończy właśnie 70 lat. Należy mu więc życzyć dużo zdrowia i wytrwałości w kontynuowaniu pracy nad swoim *opus magnum*.

Ryszard Ochyra (Kraków)

Alain Vanderpoorten, Bernard Goffinet: **Introduction to bryophytes**. Cambridge University Press, Cambridge, 2009, viii + 303 str. (+ 16 stron nienumerowanych z kolorowymi tablicami), 173 ryciny. Twarda lub miękka oprawa, format 24,7 × 17,4 cm. Cena: 110 USD (twarda oprawa) i 45 USD (miękka oprawa). ISBN 978-0-521-87712-1 (twarda oprawa) i ISBN 978-0-521-70073-3 (twarda oprawa).



W ostatnich trzech dekadach można zauważyć niebываły urodzaj na rozmaite opracowania syntetyczne i podręczniki poświęcone mszakom. Niestety, podstawową cechą tego typu publikacji jest ich starzenie się, zwykle proporcjonalne do postępów w badaniach i gromadzeniu nowych danych. Jest to najlepiej widoczne w naukach eksperymentalnych, ale nie omija ono również tradycyjnych dyscyplin, takich jak systematyka, fitogeografia czy ekologia. Zwłaszcza w tej pierwszej w ciągu ostatnich kilku lat zaznaczyły się wręcz rewolucyjne zmiany kiedy do

głosu doszły badania filogenetyczne, wykorzystujące wyniki badań molekularnych. Zalew literatury na tym polu jest olbrzymi i doprawdy trudno jest zapanować nad wielką różnorodnością podglądów, nowych koncepcji czy propozycji zmian w klasyfikacji prezentowanych w setkach publikacji, nawet w tak niewielkiej grupie roślin jaką są mszaki. Stąd też opracowania o charakterze syntetycznym są zawsze oczekiwane z zainteresowaniem i cieszą się sporą popularnością. Należy do nich na pewno podręcznik *Bryophyte biology*, który doczekał się dwóch wydań w 2000 i 2008 roku. Za ledwie w rok po ukazaniu się drugiego wydania tej książki, ta sama renomowana oficyna wydawnicza – Cambridge University Press – oddała do rąk czytelników kolejny podręcznik poświęcony mszakom, opracowany przez dwóch belgijskich briologów młodszej generacji, z których B. Goffinet pracuje stale w Stanach Zjednoczonych.

Swym tytułem omawiana książki do złudzenia przypomina wydany w 1985 roku świetny podręcznik W. B. Schofielda *Introduction to bryology*, który do dzisiaj cieszy się wielką popularnością, wprowadzając kolejne pokolenia briologów w tajniki nauki o mszakach. Mimo podobieństwa tytułów, obie te pozycje znacznie różnią się od siebie. O ile podręcznik Schofielda jest opracowany w tradycyjny sposób i uwzględnia głównie klasyczną literaturę, o tyle omawiana tu książka stanowi przede wszystkim podsumowanie wyników badań ostatnich lat. Najlepiej uwidacznia się w cytowanej literaturze, obejmującej prawie 500 pozycji, z których ponad 85% zostały opublikowane po 1990 roku.

Sam podręcznik skonstruowany jest w tradycyjny sposób. Obejmuje on 10 rozdziałów podzielonych na 3–4 numerowane podrozdziały. Książka jest bogato ilustrowana rycinami, mapami, wykresami

i kilkudziesięcioma czarno-białymi fotografiami, których kolorowe reprodukcje znajdują się na osobnej wkładce. Zamyka ją słownik terminologiczny i indeks przedmiotowy, zaś główne tezy kilku rozdziałów zostały wypunktowane w ramkach. Problematyka poszczególnych rozdziałów jest klasyczna i dotyczy podstawowych dziedzin wiedzy o roślinach.

W rozdziale pierwszym omówione jest ewolucyjne i ekologiczne znaczenie mszaków. Autorzy skupiają się głównie na ich roli w opanowaniu lądów przez rośliny, udziale w obiegu materii, wartości biocenotycznej oraz znaczeniu jako pokarm i środowisko życiowe dla bezkręgowców. W trzech kolejnych rozdziałach znajduje się przegląd trzech gromad mszaków: mchów (*Bryophyta*), wątrobowców (*Marchantiophyta*) i glików (*Anthocerotophyta*). Omówiona jest tu budowa morfologiczna i anatomiczna gametofitów i sporofitów, rozmnażanie wegetatywne oraz organizmy symbiotyczne. Przedstawione są też podstawowe wiadomości na temat makroewolucji mszaków i najnowsze systemy klasyfikacyjne.

Rozdział szósty poświęcony jest biogeografii mszaków, dziedzinie, która jak żadna inna uzależniona jest od postępu w badaniach taksonomicznych. O ile mszaki są dobrze zbadane od strony taksonomicznej i florystycznej w Holarktydzie, to w tropikach i na południowej półkuli są one poznane w dalszym ciągu w wysoce niezadowalającym stopniu. Dlatego też posługiwanie się różnymi danymi statystycznymi daje całkowicie fałszywy obraz flor i nie oddaje istoty zjawisk biogeograficznych. A wszystko to za sprawą braku rewizji taksonomicznych wielu grup mszaków, które dawałyby realny stan flor poszczególnych obszarów. Jest to niestety scheda po systematyce z XIX i pierwszej połowy XX wieku, kiedy bezkrytycznie opisywano nadmierną liczbę gatunków, które po bliższym zbadaniu bardzo często okazują się tożsame z gatunkami już wcześniej opisanymi. Autorzy w całkiem zgrabny sposób referują najważniejsze zagadnienia biogeograficzne, skupiając się głównie na pochodzeniu i ewolucji typów zasięgowych.

W dwóch kolejnych rozdziałach autorzy zajmują się ekologią mszaków. Jest to zagadnienie ogromne, któremu poświęcono już niejedną podręcznik, więc tutaj z konieczności w bardzo skrótowy i encyklopedyczny sposób przedstawione są najważniejsze zagadnienia dotyczące związków mszaków z klimatem i szatą roślinną oraz ekologii populacyjnej. W trzech ramkach omówione są formy wzrostu, reakcje na globalne ocieplenie i znaczenie banków diaspor mszaków. Równie hasłowo zreferowane są najważniejsze zagadnienia z dziedziny ekofizjologii mszaków w ósmym rozdziale, w którym autorzy koncentrują się na zależnościach

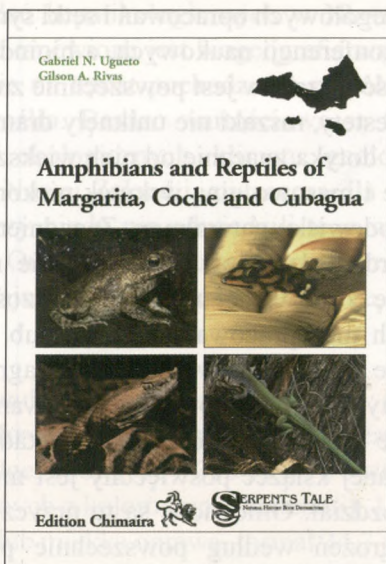
między mszakami a wodą, światłem, temperaturą i żyznością siedlisk.

W rozdziale dziewiątym przedstawiona jest reakcja mszaków na globalne zmiany w środowisku naturalnym spowodowane zanieczyszczeniami powietrza i wód. Problematyce tej poświęcono już wiele tomów szczegółowych opracowań i setki sympozjów, zjazdów i konferencji naukowych, a bioindykacyjna rola i wartość mszaków jest powszechnie znana i doceniana. Niestety, mszaki nie uniknęły dramatycznego losu jaki dotyka znacznie od nich większe rośliny naczyniowe i masowo giną wskutek niekorzystnych zmian w środowisku naturalnym. Zagadnienie to jest obecnie bardzo eksponowane i ochronie mszaków poświęca się coraz więcej uwagi, a większość państw europejskich ma opracowane krajowe lub regionalne czerwone listy gatunków ginących i zagrożonych. Jest ono na tyle ważne i istotne dla zachowania różnorodności, że weszło do podręczników akademickich i w omawianej książce poświęcony jest mu ostatni, dziesiąty rozdział. Omówione są tu przyczyny i kategorie zagrożeń według powszechnie przyjętego systemu IUCN, strategie ochroniarskie oraz próby restytucji zniszczonych ekosystemów zdominowanych przez torfowce, które są podręcznikowym przykładem wielkiego znaczenia mszaków w ekonomice przyrody.

Wydanie tej książki może cieszyć, gdyż poszerza ona dotychczasową ofertę briologiczną o podręcznik uwzględniający wyniki najnowszych badań i odkryć. Z jednej strony jest to wartościowe podejście, gdyż próba ogarnięcia wielkiego zalewu prac cząstkowych i analitycznych sprawia wszystkim coraz większe kłopoty. Z drugiej jednak strony studenci i nauczyciele akademicy, do których adresowany jest ten podręcznik posługując się wyłącznie nim mogą stracić dostęp do wielkiego dawniejszego dorobku nauki o mszakach. Książka ta jest więc dobrym uzupełnieniem wcześniejszych podręczników briologii, takich jak wspomniana na początku *Introduction to bryology*. Można być więc pewnym, że omawiany podręcznik będzie cieszył się sporym wzięciem wśród studentów i na pewno wart jest rekomendacji.

Ryszard Ochyra (Kraków)

Gabriel N. Ugueto, Gilson A. Rivas: **Amphibians and Reptiles of Margarita, Coche and Cubagua**. Edition Chimaira, Frankfurt am Main, 2010, 350 str., 116 kol. fot., 12 tablic z 131 kol. rys., cena 44,80 €, ISBN 978-3-89973-479-9.



W 1975 r. miałem okazję podróżować po Wenezueli z pionierską wyprawą naukową zorganizowaną przez Koło Przyrodników UJ, co w tamtych czasach było nie lada wyczynem. Dziś do Wenezueli mogą jeździć studenci w ramach kursu ekologii tropikalnej (Wszechświat 4–6, 2009), a także coraz liczniej turyści, którzy szczególnie lubią Margaritę, wyspę tworzącą wraz z dwiema innymi, Coche i Cubagua, stan Nueva Esparta. Wyjazdy te umożliwiają zetknięcie się ze wspaniałą przyrodą południowoamerykańską i jednocześnie stymulują do szukania literatury o roślinach i zwierzętach tego rejonu. Do grup najsłabiej poznanych należą płazy i gady. W Wenezueli występuje ponad 670 gatunków i możliwości prawidłowego ich oznaczenia dla amatorów przyrodników często są niewielkie. Dlatego wszelkie terenowe przewodniki mogą to zadanie znacznie ułatwić. Co prawda nie powstał do tej pory przewodnik o herpetofaunie całego kraju, ale jest kilka książek o węzach oraz spora literatura specjalistyczna. Z dużym więc zainteresowaniem przeczytałem tę monografię dotyczącą co prawda tylko 3 wysp, na których występuje jedynie 50 gatunków, ale może być przydatna również osobom odwiedzającym północną część Wenezueli, gdyż z wyjątkiem 3 endemitów, resztę gatunków spotkać można również na stałym lądzie, co świadczy o kontynentalnym pochodzeniu tej herpetofauny.

Książka zawiera wszystkie niezbędne informacje o wyspach poczynając od ich geografii i opisów siedlisk. Nie licząc Trynidadu, Margarita o powierzchni

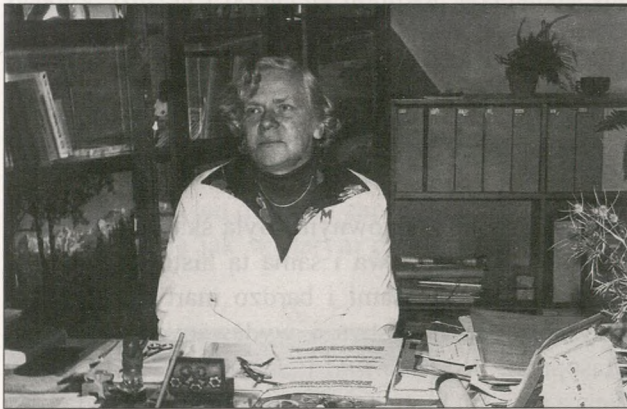
1150 km<sup>2</sup> jest największą wyspą w pobliżu wybrzeża Wenezueli i zarazem unikatową z powodu pasma górskiego, którego najwyższy szczyt Cerro San Juan osiąga 930 m n.p.m. Jej tropikalny klimat z temp. 24–37°C przez cały rok oraz zróżnicowane siedliska sprzyjają istnieniu bogatej flory i fauny. Typowe habitaty pokazane są na 17 zdjęciach, zaś w tabeli zestawiono gatunki z zaznaczeniem, w których z nich występują. Część tego rozdziału poświęcona jest ochronie płazów i gadów oraz parkom narodowym i rezerwatom.

Główną treść książki stanowi przegląd systematyczny rozpoczynający się listą gatunków stwierdzonych na każdej z wysp. Na Margaricie wykazano 5 gatunków płazów z rodzin Bufonidae, Hylidae, Leiuperidae i Leptodactylidae oraz 45 gatunków gadów z rodzin Iguanidae, Polychrotidae, Tropiduridae, Sphaerodactylidae, Gekkonidae, Phyllodactylidae, Gymnophthalmidae, Teiidae, Scincidae, Leptotyphlopidae, Boidae, Colubridae, Dipsadidae, Elapidae, Viperidae, Testudinidae, Dermochelyidae i Cheloniidae (*Crocodylus acutus* prawdopodobnie wymarł na wyspie). Na obu mniejszych wyspach nie ma płazów; na Coche stwierdzono 10 gatunków gadów, a na Cubagua – 12 gatunków. Autorzy zwracają uwagę na gatunki, które mogą występować na tych wyspach, z czego prawdopodobieństwo znalezienia 8 jest wysokie. Jeden z gekonów czeka na formalny opis i tu jest traktowany na razie jako *Gonatodes* sp. Pod koniec tej części autorzy zajmują się ukąszeniami węży jadowitych. W stanie Nueva Esparta żyją 3 gatunki jadowite *Micrurus isozonus*, *Crotalus durissus cumanensis* i *Porthidium lansbergii* (wszystkie na Margaricie i jeden na Cubagua). Dane statystyczne pokazują, że w latach 1950–1972 było tylko 26 przypadków ukąszeń, podczas gdy w tym czasie w całej Wenezueli stwierdzono aż 25 356. W późniejszych latach (1999–2001) na wyspach liczba wzrosła do 32–52 przypadków. Autorzy zwracają uwagę, że produkcja surowic w Wenezueli jest ograniczona i nie zaspokaja potrzeb kraju, co zmusza do importu.

Zaletą książki jest bogata szata ilustracyjna. Identyfikację ułatwiają też klucze i rysunki pokazujące cechy diagnostyczne poszczególnych gatunków. Uzupełnieniem są mapy z zaznaczonymi miejscami występowania tych zwierząt na wyspach. Nie trzeba więc przekonywać o przydatności monografii. Można mieć też nadzieję, że wydawnictwo „Chimaira”, specjalizujące się w tego typu literaturze, wyda w przyszłości terenowy przewodnik do herpetofauny całej Wenezueli.

## PROFESOR DR HAB. MARIA JORDAN (1922–2011) WSPOMNIENIE

Dnia 1 czerwca 2011 roku zmarła **Maria Jordan**, emerytowany profesor Instytutu Systematyki i Ewolucji Zwierząt Polskiej Akademii Nauk w Krakowie. Była nie tylko uczoną, ale też interesującą osobą o szerokich zainteresowaniach wykraczających poza zoologię, wielkim patriotą, człowiekiem żywej wiary, społecznikiem, miłośnikiem gór i zwierząt, a zwłaszcza psów.



Ryc. 1. Profesor dr hab. Maria Jordan w swoim gabinecie. Instytut Systematyki i Ewolucji Zwierząt PAN w Krakowie. 1977 rok. Fot. Elżbieta Warchałowka-Śliwa.

Urodziła się w Stanisławowie 9 sierpnia 1922 roku w rodzinie inteligentnej, o silnych patriotycznych tradycjach. Jej Ojciec był profesorem gimnazjalnym, zamordowanym przez Niemców w 1941 roku. Życie Pani Profesor może być przykładem losów Polaków żyjących na kresach, poddanych zmieniającym się okupantom w czasie II wojny światowej, a wreszcie pozbawionych małej ojczyzny i zaczynających wszystko od początku w nowych bardzo skromnych warunkach. W dzieciństwie i młodości mogła poznać swoje miasto, okolice, a także Karpaty Wschodnie (Czarnohorę), przenikanie się kultur i współistnienie obok siebie Polaków, Rusinów, Żydów. Zawsze wspominała z miłością rodzinne miasto, należała i aktywnie działała w Kole Stanisławowian Towarzystwa Miłośników Lwowa w Krakowie. Kraków stał się po wojnie Jej miastem, z którym związała swoje życie i karierę naukową.

Ukończyła farmację na Uniwersytecie Jagiellońskim (uzyskując kolejno z niej doktorat), następnie studiowała też biologię na U.J., tutaj w 1966 roku zrobiła habilitację, a w 1976 roku uzyskała tytuł naukowy profesora. Maria Jordan rozpoczęła swoją zawodową karierę w 1947 roku w Zakładzie Biologii i Embriologii U.J., od 1955 roku do emerytury

w 1988 roku pracowała w Zakładzie Zoologii Doświadczalnej Polskiej Akademii Nauk, kolejno będącym częścią Zakładu Systematyki i Zoologii Doświadczalnej, a następnie Instytutu Systematyki i Ewolucji Zwierząt. W latach 1976 do 1988 była kierownikiem Zakładu Zoologii Doświadczalnej, w tych latach była też Redaktorem Naczelnym „Folia Biologica (Kraków)”, kwartalnika naukowego poświęconego zoologii doświadczalnej, publikującego prace w języku angielskim.

Działalność naukowa Profesor Jordan dotyczyła trzech kierunków. Najpierw badania obejmowały regenerację centralnego systemu nerwowego u płazów (była przedstawicielem tak zwanej „krakowskiej szkoły regeneracyjnej” założonej przez prof. Stanisława Skowrona). Drugim kierunkiem była karyologia i kariosystematyka ssaków z człowiekiem włącznie (badania kariologiczne zapoczątkowała pod koniec 50 lat po powrocie ze stażu naukowego w pracowni Profesora R. Matthey'a w Lozannie). Kolejnym nurtem badań był wpływ pestycydów na środowisko (w latach 70 zainicjowała badania wpływu czynników skażających środowisko na wskaźnikowe gatunki zwierząt – *Paramecium* spp. (pantofelek), *Tubifex* sp. (rurecznik), kijanki *Xenopus* sp. i *Rana* sp.). W latach 1986 do 1990 uczestniczyła jeszcze w badaniach toksyczności frakcji pyłów przemysłowych (ze Śląska), wód opadowych i śniegu (z Beskidu Śląskiego).



Ryc. 2. Pani profesor Maria Jordan w otoczeniu koleżanek Zakładu Zoologii Doświadczalnej i Biblioteki ISiEZ PAN w Krakowie w czasie spotkania towarzyskiego z okazji przejścia na emeryturę. Kraków, 1987 rok. Fot. Elżbieta Warchałowka-Śliwa.

wych (ze Śląska), wód opadowych i śniegu (z Beskidu Śląskiego).

Maria Jordan była wychowawcą wielu pracowników naukowych, recenzentem szeregu prac doktorskich, habilitacyjnych i opinii dorobku profesorów.

Po przejściu na emeryturę aktywnie uczestniczyła w życiu parafii św. Kazimierza na Grzegórkach pisując artykuły do parafialnego pisma „Królewicz”. Jej zainteresowania obejmowały poza zoologią także szeroko pojętą humanistykę. Wiele czytała, zarówno literaturę piękną, pisma religijne, społeczne i filozoficzne. Była gorącym patriotą, aktywnym w czasie pierwszej Solidarności i potem w stanie wojennym oraz społecznikiem. Była też człowiekiem żywej wiary, pogłębianej intelektualną literaturą.

Nie sposób nie wspomnieć o zamiłowaniach turystycznych, wyprawach w Tatry ze stałej bazy

w Poroninie (u Państwa Papiieżów), a potem wakacjach spędzanych w Pieninach w Szczawnicy u sióstr służebniczek. Zawsze była człowiekiem niezwykle towarzyskim, z dużym poczuciem humoru i znającym dowcipy polityczne (co podtrzymywało nas na duchu w minionym okresie), człowiekiem dobrym, życzliwym ludziom. Była wspaniałym człowiekiem i taka pozostanie w mojej pamięci.

Prof. dr hab. Ewa Przyboś-Razowska

## POŻEGNANIE



Ryc. 1. Pani Lola w towarzystwie Sekretarza ZG PTP im. Kopernika, mgr Grzegorz Wojtczaka, w 2001 roku, po odbieraniu dyplomu i nagrody z okazji 50-lecia pracy na rzecz Towarzystwa.

W wieku 81 lat, 23 marca 2011, odeszła od nas Pani Longina Kowalczyk, znana przez członków Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika jako Pani Lola. Pani Lola przepracowała w Polskim Towarzystwie Przyrodników im. Kopernika ponad 50 lat. Pracowała zarówno w redakcji czasopisma *Wszechświat*, w Oddziale Krakowskim Towarzystwa,

jak i w Zarządzie Głównym. Była skarbnicą wiedzy o historii Towarzystwa i sama tą historię tworzyła. Cieszyła się sukcesami i bardzo martwiła się, gdy przyszłość Towarzystwa i wydawanych przez nas czasopism, *Wszechświata* i „Kosmosu”, była zagrożona z powodu kłopotów finansowych. Na Panią Lolę zawsze można było liczyć i nawet trudno wyliczyć iloma sprawami zajmowała się w Towarzystwie. W czasie swojej długoletniej pracy dla Towarzystwa współpracowała z wieloma prezesami i redaktorami naczelnymi „Wszechświata”, służąc im radą i pomocą.

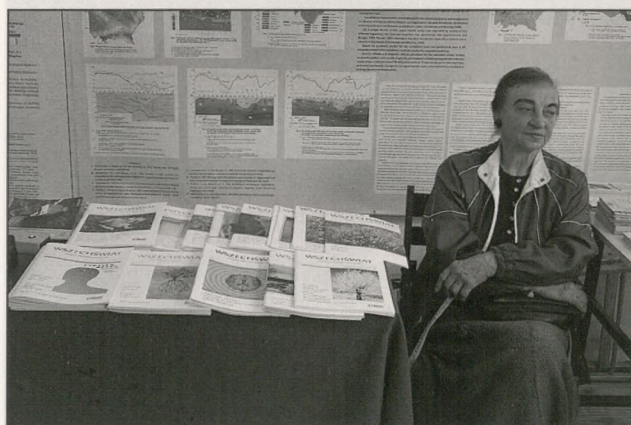
W wielkim żalu pożegnaliśmy Panią Lolę i zawsze będziemy ciepło Ją wspominać i pamiętać o Jej wielkim zaangażowaniu w pracy na rzecz Towarzystwa, aby Polskie Towarzystwo Przyrodników im. Kopernika kontynuowało swoją działalność zapoczątkowaną 136 lat temu.

Prof. dr hab. Elżbieta Pyza

Prezes Zarządu Głównego  
Polskie Towarzystwo Przyrodników im. Kopernika

## EPITAFIUM DLA PANI LOLI

Pierwszy raz zobaczyłem Ją, jeszcze jako uczeń liceum, gdy przyszedłem do Redakcji *Wszechświata* na ulicę Podwale 1, zapłacić składkę członkowską Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika, wysłany przez moją starszą siostrę, ówczesną studentkę biologii Uniwersytetu Jagiellońskiego. Patrzyłem z nabożnym skupieniem, a także z pewnym zdziwieniem i zaskoczeniem, na stopy zeszytów *Wszechświata*, sięgające sufitu półki pełne książek, plakaty, zdjęcia i popiersia nobliwie wyglądających byłych Redaktorów *Wszechświata* i innych koryfeuszy Wiedzy. Pani Lola, bo to o Niej mowa, przyjęła mnie za ogromnym, staroświeckim biurkiem, pełnym wzbudzających szacunek ołówków, gumek do mazania, ksiąg inwentarzowych i wszelkiego innego dobra. I ten dostojny zapach, zapach Świątyni Wiedzy, trochę jak w starym drewnianym zabytkowym kościele.



Ryc. 1. Pani Lola na Festiwalu Nauki na Rynku Głównym w Krakowie w roku 2006. Fot. Jacek Rajchel.

A potem była bardzo długa przerwa, aż pod koniec 2002 roku dostałem propozycję objęcia funkcji Redaktora Naczelnego Pisma Przyrodniczego *Wszechświat*. Samo czasopismo znałem od lat, bo w moim rodzinnym domu było prenumerowane i czytane przeze mnie „od deski do deski”. Pamiętam jak dziś, pełne skrywanego niepokoju spojrzenie Pani Loli, gdy miałem odpowiedzieć na zadane mi wówczas pytanie, czy mam zamiar dalej korzystać z Jej pomocy w pracy Redakcji, i równie silnie zamaskowane uczucie ulgi z Jej strony, gdy stwierdziłem, że widzę ją nadal na tym stanowisku.

To był dobry wybór. Po krótkim okresie przejściowym Pani Lola „zaakceptowała” mnie na tym stanowisku widząc, że – trochę nieporadnie – ale dokładając wszelkich sił staram się pełnić tą nową dla mnie

rolę. Nie skłamię mówiąc, że pomieszczenie Redakcji *Wszechświata* było dla Niej drugim, a nie jestem pewien, czy nie pierwszym domem. A nie była to praca lekka, szczególnie w zimie, gdy zakutana w grubym sweter, dzielnie walczyła z przenikliwym chłodem redakcyjnego wnętrza. Była dla mnie nieocenioną pomocą przy wyszukiwaniu potencjalnych recenzentów nadsyłanych artykułów, a pracując w Redakcji od kilkudziesięciu lat znała doskonale całe krakowskie przyrodnicze środowisko. Zważywszy Jej wiek starałem się nie nadużywać Jej bezgranicznego oddania idei *Wszechświata*. Wielekroć jednak, często trapiąca różnymi dolegliwościami, z własnej inicjatywy przynosiła do mojej pracy świeżo nadesłane przez autorów materiały, mobilizowana głęboką i autentyczną troską o wypełnienie treścią kolejnych zeszytów *Wszechświata*. Wielekroć również, przeważnie samodzielnie, w trosce o stan finansowy *Wszechświata*, bezinteresownie patronowała stoisku z zeszytami tego czasopisma, nigdy nie tracąc nadziei po kolejnych przykrych marketingowych doświadczeniach.

Przez tych kilka lat mojego redagowania *Wszechświata* zawsze znajdowałem w Pani Loli pomoc i słowa otuchy w trudnych chwilach, w pokonywaniu kolejnych przeszkód, głównie finansowej natury naszego pisma. Z biegiem czasu jednak sytuacja zmieniła się. Pani Lola stopniowo coraz częściej podupadała na zdrowiu i to Ona teraz wymagała psychicznego wsparcia. Nigdy się nie skarżyła na swoje dolegliwości, po prostu nie przyjmowała ich do wiadomości. Nie podejrzewałem, że atakująca Ją choroba zrobi tak szybkie postępy. Wyjechałem na krótko, ale gdy wróciłem dowiedziałem się o Jej śmierci. Niezwykłym zbiegiem okoliczności uczestnicząc w Jej pogrzebie na Cmentarzu Rakowickim w Krakowie miałem już gotowe pismo z rezygnacją z funkcji redaktora *Wszechświata*, do czego byłem zmuszony splotem nieprzewidzianych okoliczności.

Chciałbym podzielić się tą krótką refleksją z czytelnikami *Wszechświata* o Pani Loli, której nazwisko nie figurowało, co prawda w redakcyjnej stopce czasopisma, ale która miała swój udział w każdym z jego zeszytów. Także w tym ostatnim przeze mnie redagowanym.

Zachowajmy wspomnienie o Niej we wdzięcznej pamięci.

Jacek Rajchel



Po przejściu na emeryturę aktywnie uczestniczyła w życiu parafii św. Kazimierza na Królewskich, pisując artykuły do parafialnego pisma „Królewicz”. Nie odmawia mówić za Komitetem Redakcyjnym. W 2008 roku otrzymała nagrodę „Złoty Kłosa” w kategorii „Działalność społeczna”.



**L**emur katta (*Lemur catta*). Fot. Artur Brozonowicz.

Pracowała również w redakcji czasopisma *Wszechświat*, w Oddziale Krakowskim Towarzystwa

– to był dobry wybór. Po krótkim okresie przejeżdżałam do „Wszechświata” i „Zakochowałam się w tym stano- wisku widząc, że – trochę nieporadnie – ale dokłada- jąc wszelkich sił staram się pomóc w nowym dla mnie



**B**ielinki (*Pieridae*) to chyba najbardziej znana rodzina motyli. Znanych jest prawie 2 tysiące gatunków. Najmniejszymi przedstawicielami są bielinki z rodzaju *Nathalis* (ok. 25 mm) a największe to bielinki z Azji z rodzaju *Hebomoia*. Bielinki są w większości białe (stąd nazwa tej rodziny). Tropikalne gatunki są zazwyczaj jaskrawo ubarwione.



**H**amadryas amphinome to gatunek motyla należący do rodziny Nymphalidae. Jest średniej wielkości lecz przyciąga uwagę pięknymi skrzydłami w niebieskie cętki. Spodnia część skrzydeł jest pomarańczowo czarna. Motyle te nie odżywiają się nektarem jak większość innych motyli, lecz zgniłymi owocami, sokami drzew i zwierzęcymi odchodami. Można je spotkać od Meksyku po lasy Amazonii.