

WSZECHŚWIAT

PISMO PRZYRODNICZE



Tom 106 Nr 4-6

Kwiecień-Maj-Czerwiec 2005



Głosy żab i ropuch na płycie CD
Geochronologia – zarys możliwości
Mięczaki na znaczkach
Krewniacy dżdżownicy
Ochrona Bałtyku

ISSN 0043-9592





Rzekotka drzewna *Hyla arborea*. Fot. Jacek Błażuk

Wszechświat

Z polskimi przyrodnikami od 3 kwietnia 1882

Zalecany do bibliotek nauczycielskich i licealnych od r. 1947 (pismo Ministra Oświaty nr IV/Oc-2734/47)

Treść zeszytu 4-6 (2496-2498)

J. Rajchel, Drodzy Czytelnicy WSZECHŚWIATA 91

ARTYKUŁY

S. Hofman, A. Osikowski, Plazy nie gęsi	92
A. Osikowski, S. Hofman, Krajowe plazy bezogonowe	95
Ł. M. Kołodziejczyk, Czy plazom zagrażają epidemie pasożytnicze?	99
B. Budzyń, M. A. Kusiak, Geochronologia — zarys możliwości i zastosowań wybranych metod	102
M. Gołąb, Zmysł powonienia — wokół nagrody Nobla 2004	106
A. Janus, Wykorzystanie enzymów w produkcji żywności	110
A. Budziszewski, J. Michalcewicz, Problemy ochrony nadobnicy alpejskiej <i>Rosalia alpina</i> (L.) (Coleoptera, Cerambycidae) w Polsce	112
W. Heflik, L. Natkaniec-Nowak, Formy artystyczne przyrody nieożywionej	114
A. Samek, Mięczaki na znaczkach	117
M. Wójtowicz, Co w ściółce piszczy, czyli o dekompozycji	121
R. Karczmarczuk, Drzewo „wiadomości dobra i zła” — przeszłość i teraźniejszość	124
U. Żurek-Pysz, Ochrona Bałtyku na Pomorzu Zachodnim	126
R. Jaskuła, A. Jabłońska, Mało znani krewniacy dżdżownicy	132
A. Jabłońska, <i>Sepia latimanus</i> — mątwą raf koralowych	140
K. Bieniarz, Ryby — ważny składnik diety człowieka	142
S. Piotrowska, Zrzucanie i odbudowa poroża zwierzyny płowej ciekawym zjawiskiem biologicznym	144
P. T. Pęczkowski, Zjawisko tęczy (widowiskowy przejaw rozszczepienia światła słonecznego na kropelkach wody)	148
K. Bojkowska, Prostaglandyna D ₂ — wróg czy przyjaciel?	151

DROBIAZGI

Las zamiast torfowiska? (R. Kozik)	155
Wyrosła powodowane przez owady (A. Trzeciak).	157
Koziorożec alpejski — zwierzę uratowane (M. Guzik)	157
Ekologiczna wieś Wulkow (K. R. Mazurski)	158

WSZECHŚWIAT PRZED STU LATY (oprac. J. G. Vetulani) 159

WSPOMNIENIA Z PODRÓŻY

J. Kuśmierk, A. Marcinkowski, K. Płachecki, Pieszko, konno i na tratwie przez Sajany i Chamar-Daban	163
G. Tylko, W drodze nad wodospady Wiktorii	167

RECENZJE

Martin Kostak: Der Kosmos-Fossilienführer (W. Mizerski)	174
Łukasz Wysocki: Legwan zielony (P. Piliczewski)	175
Marcin Jan Gorazdowski, Michał Kaczorowski: Amatorska hodowla gadów (P. Piliczewski)	176
Eugeniusz Radziul: Rośliny cenne — rzadkie — poszukiwane (E. Kośmicki)	177

KRONIKA

Sprawozdanie z XXXIV Olimpiady Biologicznej w roku szkolnym 2004/2005 (M. Sobolewska).	179
Laureaci XXXIV Olimpiady Biologicznej	181
Konkurs fotograficzny „Przyroda Krakowa” (J. Weiner)	182
Konkurs dla doktorantów o Nagrodę Prezesa PTP (E. Pyza)	182
Przepisy dla autorów	183
GŁOSY NASZYCH PŁAZÓW (J. Rajchel)	184

Okładka: Żaba moczarowa *Rana arvalis*. Fot. Jacek Błażuk

Do Czytelników

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

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

z zaznaczeniem, którego numeru dotyczy wpłata. W roku 2005 cena pojedynczego, kwartalnego zeszytu *Wszechświata* będzie wynosiła 9 zł, a za cały rok 36 zł.

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

Ten numer *Wszechświata* powstał dzięki finansowej pomocy:

- Komitetu Badań Naukowych
- Polskiej Akademii Umiejętności
- Akademii Górniczo-Hutniczej
- Sieci Biologii Komórkowej i Molekularnej



Rada redakcyjna: Przewodniczący: Jerzy Vetulani
Z-cy przewodniczącego: Ryszard Tadeusiewicz, Jacek Rajchel

Sekretarz Rady: Elżbieta Pyza

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

Komitet redakcyjny: Redaktor Naczelny: Jacek Rajchel,

Z-ca Redaktora Naczelnego: Jerzy Vetulani

Sekretarz Redakcji: Andrzej Krawczyk,

Członkowie: Witold Paweł Alexandrowicz, Maciej Borowiec

**Adres Redakcji: Redakcja Czasopisma Wszechświat,
31-118 Kraków, ul. Podwale 1, tel. (0-12) 422-29-24**

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

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

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

Skład: PP Rekart

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

Nakład: 1000 egz.

WSZECHŚWIAT

PISMO POLSKIEGO TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA
WYDAWANE PRZY WSPÓŁDZIAŁE: POLSKIEJ AKADEMII UMIEJĘTNOŚCI,
KOMITETU BADAŃ NAUKOWYCH, AKADEMII GÓRNICZO-HUTNICZEJ,
SIECI BIOLOGII KOMÓRKOWEJ I MOLEKULARNEJ

TOM 106
ROK 123

KWIECIEŃ-MAJ-CZERWIEC 2005

ZESZYT 4-6
2496-2498

Drodzy czytelnicy *WSZECHŚWIATA*

Mamy przyjemność zaprezentować Państwu kolejny numer PISMA PRZYRODNICZEGO *WSZECHŚWIAT*, poświęcony częściowo naszym rodzimym ptacom. Zawiera on trzy związane z tą tematyką artykuły (niestety, odzew ekspertów z tej dziedziny był skromny), oraz piękne zdjęcia prezentujące krajowe gatunki ptaków bezogoniastych autorstwa Jacka Błażuka, Pawła Kozioła, Jędrzeja Tęczyńskiego i Lechosława Kuczyńskiego, a także płytę CD z głosami wszystkich tych sympatycznych zwierząt, nagranych przez dwu ostatnich autorów.

Jest to już drugi tego typu dysk CD na łamach *WSZECHŚWIATA*; pierwszy ukazał się w zeszłym roku w zeszycie 7-9, poświęconym tematyce ornitologicznej. Zawierał on głosy czterdziestu gatunków najpospolitszych ptaków krajowej awifauny, o łącznej długości nagrania prawie półtorej godziny. Zeszyt ten stał się naszym bestsellerem wydawniczym i niestety jest nieosiągalny w sprzedaży. Mamy nadzieję, że i ten zeszyt będzie cieszył się dużym powodzeniem. Redakcja planuje udostępniać Państwu następne odgłosy Przyrody.

Niestety, kondycja finansowa PISMA PRZYRODNICZEGO *WSZECHŚWIAT* nie jest najlepsza. Jest ono wydawane prawie wyłącznie dzięki dotacjom od kilku sponsorów. Na pierwszym miejscu jest tu, o dziwo, uczelnia techniczna — Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, a następnie w podobnych udziałach: Komitet Badań Naukowych, Polska Akademia Umiejętności i Sieć Biologii Komórkowej i Molekularnej Instytutu Nenckiego w Warszawie. Każdy z Państwa może jednak przyczynić się do współfinansowania naszego PISMA przekazując na konto Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika, które jest wydawcą *WSZECHŚWIATA*, 1% swoich odpisów podatkowych, gdyż Towarzystwo nasze uzyskało z początkiem bieżącego roku status organizacji pożytku publicznego.

Wobec zapowiedzi zmniejszenia dotacji ze strony KBN, liczymy na pomoc ze strony Państwa. Wspomniane odpisy podatkowe można przekazywać na konto:

Polskie Towarzystwo Przyrodników im. Kopernika
31-118 Kraków, ul. Podwale 1
Pismo Przyrodnicze *Wszechświat*
Kredyt Bank I Oddział Kraków
nr konta: 811500 11421220 603397450000

Jacek Rajchel

Redaktor Naczelny

Sebastian HOFMAN, Artur OSIKOWSKI (Kraków)

PŁAZY NIE GĘSI

Jeden staw, co toń jasną i brzeg miał piaszczysty,
 Modrą piersią jęk wydał cichy, uroczysty;
 Drugi staw, z dnem błotnistym i gardzielem mętym,
 Odpowiedział mu krzykiem żałośnie namiętym;
 W obu stawach piałą żab niezliczone hordy,
 Oba chóry zgodzone w dwa wielkie akordy.
 Adam Mickiewicz „Pan Tadeusz”

Głosy wydawane przez zwierzęta stanowią jedną z ciekawszych i barwniejszych oznak ich obecności. Niosą one różnorakie rodzaje informacji i mogą być słyszalne z dużych odległości, a niepowtarzalne kombinacje dźwięków tworzą niekiedy niezwykle melodie. Jednymi z najbardziej podziwianych i opiewanych przez artystów śpiewów w świecie zwierząt są pieśni godowe ptaków wróblowatych. Głosy płazów bezogonowych, czyli żab, ropuch, rzekotek i wielu innych, znacznie rzadziej wzbudzają u ludzi poetyckie uniesienia i nasz wielki wieszcz, opiewający w zacytowanym fragmencie nawoływania kumaków i rzekotek, jest tu niestety tylko chlubnym wyjątkiem. Wydaje się prawdopodobne, że w stosunku do głosów płazów nie kierujemy się obiektywną oceną ich piękna (często niewiele odbiegającego od ptasich treli), ale patrzymy na nie przez pryzmat uprzedzeń związanych z tymi dla wielu nieprzyjemnymi istotami, mającymi według Linneusza „brudną skórę, groźny wygląd, wyrachowane oczy, przykry zapach i skrzeczliwy głos”. Dla każdego, kto choć trochę poznał biologię i zwyczaje płazów, są one jednak pasjonującymi i pełnymi zagadek zwierzętami, a głosy stanowią bardzo ważny element ich biologii.

Wydawanie dźwięków jest jednym z głównych sposobów porozumiewania się pomiędzy zwierzętami z wielu grup systematycznych. Mogą one być nośnikiem rozmaitych informacji, skierowanych zarówno do przedstawicieli tej samej, jak i odmiennej płci. W odróżnieniu od kontaktów wzrokowych ten sposób porozumiewania się jest szczególnie dobrze rozwinięty u zwierząt żyjących w dużym rozproszeniu, u zwierząt latających lub poruszających się skokami, a także u organizmów o nocnym trybie życia. U gatunków takich komunikacja za pomocą sygnałów wzrokowych lub przy użyciu różnych substancji chemicznych jest niewystarczająca, dlatego najważniejszą drogą przekazywania informacji często stają się dla nich głosy, które ze względu na swą fizyczną charakterystykę mogą być słyszalne nieraz z dużych odległości, i co więcej, pozwalają na precyzyjne lokalizowanie źródła odgłosów. Z tego powodu u wielu zwierząt, takich jak delfiny, ssaki naczelne, nietoperze, ptaki i wreszcie interesujące nas najbardziej w tym momencie płazy bezogonowe, powstały skomplikowane systemy porozumiewania się przy pomocy sygnałów akustycznych.

Płazy współczesne dzielimy na trzy grupy — płazy bezogone *Apoda*, ogoniaste *Urodela* oraz bezogonowe *Anura*. I choć najbardziej znanymi śpiewakami są płazy bezogonowe, to i pozostałym grupom nieobce jest wykorzystywanie komunikacji akustycznej, choć na znacznie mniejszą skalę.

Wśród płazów bezogonich proste głosy wydają *Sylvacaecilia grandisonae* i *Dermophis mexicanus*, a parę innych gatunków wydaje dźwięki przypominające mlaskanie. Nieco liczniejsze przykłady wokalizacji można znaleźć wśród płazów ogoniastych. Głosy u przedstawicieli tej grupy służą głównie jako mechanizm obronny, a w niektórych przypadkach mogą być przydatne w orientowaniu się w otoczeniu. Dźwięki wydawane przez te płazy mogą przypominać różnego rodzaju słabe piski, jak dzieje się to u wielu gatunków salamander bezpłucnych z rodziny *Plethodontidae*. Przedstawiciele rodzin *Sirenidae* i *Amphiumidae* mogą wydawać ciche gwizdy. Również wśród przedstawicieli rodzajów *Pleurodeles*, *Taricha*, *Dicamptodon* i *Ambystoma* można zaobserwować rozmaite piski, gwizdy i mlaskania.

Najlepiej rozwinięte systemy wytwarzania dźwięków pełniących różnorodne funkcje występują u płazów bezogonowych, które posiadają skomplikowane struktury anatomiczne służące do emitowania różnorodnych głosów. Płazy te używają wokalizacji w celu podkreślenia atrakcyjności seksualnej, określenia granic terytoriów lub też jako reakcji na silny stres. U zwierząt tych istnieje mechaniczny i fizjologiczny związek pomiędzy systemem wydawania dźwięków a mechanizmem wentylacji płuc. Płuca płazów oddzielone są od gardzieli tak zwaną tchawico-krtanią, która łączy się z gardzielią podłużną szparą głosową. Szpara ta jest zamknięta podczas przewietrzania jamy gębowej i gardzieli przez płaza, a otwiera się na krótko podczas przedostawania się powietrza do płuc oraz podczas wydawania dźwięków. Przepływ powietrza powoduje vibracje fałdów i strun znajdujących się w szparze głosowej oraz połączonych z nią chrząstek, i to właśnie te drgania są źródłem dźwięków. Zarówno samice jak i samce posiadają podobnie zbudowany aparat głosowy, ale u tych drugich poszczególne elementy są znacznie lepiej rozwinięte. U wielu gatunków samce posiadają rezonatory, cienkościenne worki na podgardlu lub po bokach głowy, które silnie rozdęte w momencie śpiewania powodują zwiększenie natężenia wydawanych dźwięków (ryc. 1, 2). Dzięki rezonatorom dźwięki są głośniejsze i rozprzestrzeniają na większe odległości; tylko nieliczne



Ryc. 1. Samiec rzekotki drzewnej *Hyla arborea*, przykład płaza z pojedynczym workiem rezonacyjnym. Fot. Jacek M. Szymura



Ryc. 2. Samiec żaby wodnej *Rana esculenta*. Żaby zielone wydają głos przy pomocy parzystych worków rezonacyjnych. Fot. Jacek M. Szymura

samce nie posiadają rezonatorów. Ostatni etap modyfikacji dźwięków następuje już w środowisku zewnętrznym. Płazy mogą emitować dźwięki w powietrzu, w wodzie, w powierchnię ziemi, tak więc w różnych warunkach mogą one brzmieć inaczej.

U większości płazów dźwięki odbierane są przez błonę bębenkową, będącą jednym z elementów ucha środkowego. Drgania błony są następnie przekazywane przez kolumnienkę słuchową do ucha wewnętrznego, czyli błędnika. Kolumnienka ma postać cienkiego pręcika kostnego przyrośniętego jednym końcem do błony bębenkowej. Drugi koniec jest wsunięty w okienko owalne błędnika. U płazów występuje również dodatkowa kostka słuchowa, tzw. wieczko, która jednak nigdy nie łączy się z błoną bębenkową. U nielicznych płazów bezogonowych oraz u płazów ogoniastych i bezogonich brak jest błony bębenkowej i jamy ucha środkowego. W takim przypadku kolumnienka łączy się z kośćmi czaszki (kwadratową i łuskową), natomiast wieczko z łopatką. Dzięki tym połączeniom możliwe jest przekazywanie do ucha wewnętrznego drgań podłoża.

Przekazywane do błędnika drgania (dźwięki i drgania podłoża) są odbierane przez nabłonek zmysłowy znajdujący się w uchyłku woreczka, jednego z pęcherzyków budujących ucho wewnętrzne. U większości płazów jest to tak zwana brodawka słuchowa (podstawowa), nabłonek zmysłowy charakterystyczny również dla owodniowców. U niektórych płazów, nie posiadających tej brodawki, funkcje fonoreceptorowe przejmuje tzw. brodawka płazów lub brodawka buteleczki, występująca powszechnie w uchu ryb. Trzecią strukturą odbierającą dźwięki w uchu wewnętrznym płazów jest plamka zaniedbana, znajdująca się w łagiewce — drugim obok woreczka pęcherzyku wchodzącym w skład błędnika.

Głosy płazów bezogonowych mogą przybierać rozmaite formy i spełniać wiele odrębnych funkcji. Ze względu na funkcje ogólnie można wyróżnić cztery główne rodzaje głosów: głosy godowe samców (ang. *advertisement calls*), głosy godowe samic (*reciprocation calls*), głosy uwalniające (*release calls*), oraz głosy związane ze stresem (*distress calls*).

Pierwszy typ głosów jest emitowany przez samce w okresie godów i stanowi on podstawowy i najczęstszy rodzaj dźwięków wydawanych przez płazy bezogonowe. Samce wydają te głosy głównie jako sygnał swojej atrakcyj-

ności skierowany do samic, ale niezwykle ważne są również nawoływania informujące o zajmowanym terytorium oraz dźwięki wydawane w czasie bliskich kontaktów pomiędzy samcami, np. podczas walk o samice. W niektórych przypadkach głosy godowe wydawane przez samce niosą tylko jeden rodzaj informacji, czasem jednak informacja zawarta w śpiewie dotyczy obu płci.

Wiele badań wykazało, że głosy skierowane do samic są specyficzne gatunkowo, a samice są wrażliwe tylko na głos samca własnego gatunku. Dlatego też głosy godowe mogą stanowić ważny mechanizm izolacji przyzygotycznej (uniemożliwiającej zapłodnienie); tę zależność wykazano już dla wielu grup płazów, m. in. z australijskiego rodzaju *Crinia*, czy rzekotek z Ameryki Środkowej. Niezwykle istotne są badania nad parametrami głosów u mieszańców międzygatunkowych. U mieszańców takich można spotkać różne kombinacje parametrów głosów form rodzicielskich. Przykładowo, mieszańce pomiędzy północnoamerykańskimi płazami *Spea bombifrons* i *S. hammondi* posiadają głosy pośrednie, podobnie jak u mieszańców pomiędzy australijskimi płazami *Geocrinia laevis* i *G. victoriana*, których głosy są atrakcyjne dla samic obu rodzicielskich gatunków. Inaczej jest u północnoamerykańskich rzekotek *Hyla femoralis* i *H. chrysoscelis*, których mieszańce wydają głos podobny do drugiego z gatunków rodzicielskich. Dokładnie poddano również parametry głosów kumaków: nizinnej *Bombina bombina* (ryc. 3) i górskiego *B. variegata* oraz ich mieszańców w strefie mieszańcowej, znajdującej się również w Polsce. Okazuje się, że parametry te zmieniają się stopniowo w zależności od miejsca w strefie, podobnie jak inne cechy różniące oba gatunki, jak np. cechy morfologiczne czy markery genetyczne. Ponieważ strefa ta przebiega wzdłuż pogórza Karpat, kumak nizinny występuje w Polsce na północ, a kumak górski na południe od strefy. W jej centrum, w pasie o szerokości ok. 6 km, występują wyłącznie mieszańce międzygatunkowe różnych pokoleń. Mieszańce żyjące bardziej na południe wydają głosy podobne do kumaka górskiego, przesuując się w kierunku północnym głosy przypominają coraz bardziej głosy kumaka nizinnego.



Ryc. 3. Samiec kumaka nizinnej *Bombina bombina*, jedyny gatunek polskiego płaza wydający głos na wdechu. Fot. Jacek M. Szymura

Głosy godowe płazów bezogonowych są bardzo zróżnicowane, ponieważ praktycznie każdy gatunek wydaje inne

go rodzaju dźwięki. U wielu gatunków głos godowy zawiera pojedynczy dźwięk, u innych serię identycznych dźwięków. U ropuchy zielonej *Bufo viridis* czy paskówki *B. calamita* pojedyncze dźwięki są wydawane tak szybko, że głos przypomina trel ptaków. U wielu gatunków płazów bezogonowych, takich jak rzekotki, żaby i wiele innych, głosy zawierają serię różnych dźwięków dających nieraz bardzo skomplikowane melodie. Ciekawy przykład skomplikowanych głosów stanowi żyjący w Ameryce Południowej *Eleutherodactylus coqui*, w którego śpiewie można wyróżnić dwie frazy: pierwsza — „co” zawiera informacje o zajmowanym terytorium i jest skierowane do innych samców, natomiast druga „qui” jest wydawana w celu zwiabienia samic. Również wiele innych płazów wydaje odmiennie brzmiące głosy godowe skierowane dla samic i dla samców, a niektóre posiadają wiele rodzajów głosów, np. samce żyjące w Ameryce Południowej *Atelopus chiriquiensis* posiadają jeden rodzaj dźwięków wabiących samice oraz dwa rodzaje emitowane podczas kontaktów z innymi samcami. Ciekawy i dość charakterystyczny głos posiada południowoafrykański *Phrynomantis annectens*, który wydaje go tuż przed walką z innym samcem, mogącą mieć bardzo gwałtowny przebieg.

Rodzaje głosów godowych zależą od wielu czynników, również od obecności innych śpiewających samców. Ciekawe zachowanie można zaobserwować u samców środkowoamerykańskiego *Physalaemus pustulosus*, które potrafią wydawać głosy skierowane do samic i samców jednocześnie. Głosy tego gatunku zmieniają się w zależności od liczby samców w chórze, ale także od parametrów głosów samców znajdujących się w bliskim sąsiedztwie oraz od głosów innych gatunków płazów.

Głosy terytorialne mogą być wydawane jako część głosów godowych, tak jak u wspomnianych wyżej *Eleutherodactylus coqui* i *Physalaemus pustulosus* lub też niezależnie od głosów skierowanych do samic. Przykładowo jedna z gatunków amerykańskich rzekotek *Pseudacris crucifer*, emituje pojedynczy głos godowy, ale gdy w okolicy pojawi się inny samiec, jej głos się zmienia. Głosy terytorialne są charakterystyczne głównie dla samców gatunków o przedłużonym sezonie rozrodczym i służą ustaleniu odpowiednich odległości pomiędzy samcami. W przypadku gatunków rozmnażających się w sposób eksplozywny, podczas którego w miejscach rozmnażania następuje duża koncentracja samców, a terytoria nie są ustanawiane, głosy mają głównie charakter agresywny.

Wydawanie głosów godowych niewątpliwie podnosi dostosowanie samców umożliwiając znalezienie partnerki i przekazanie własnych genów potomstwu. Głosy takie umożliwiają samicom znalezienie samców. W przypadku gatunków o rozrodzie eksplozywnym, głosy stanowią jedynie wstępną informację o położeniu samców. W przypadku gatunków terytorialnych samice mogą łatwo zlokalizować i wybrać odpowiadającego im partnera. Głosy godowe samców mogą również nieść pewną informację o jakości samców. Im głos donośniejszy, tym wydający go samiec powinien, przynajmniej teoretycznie, być zdrowszy i silniejszy.

Wydawanie dźwięków niesie ze sobą pewne koszty, które jednak nie przewyższają zysków odniesionych wyniku znalezienia partnerki do rozrodu. Niewiele wiadomo na temat bilansu energetycznego wydawania dźwięków.

Niewątpliwie jest to czynność wymagająca dużego nakładu energii; badania nad *Physalaemus pustulosus* wykazały, że zapotrzebowanie na tlen u samców śpiewających wzrasta czterokrotnie w porównaniu z samcami nie wydającymi głosów. Poważnym kosztem wydawania dźwięków jest również zwiększone ryzyko odkrycia śpiewającego samca przez drapieżniki. Najlepszym przykładem strategii będącej kompromisem pomiędzy maksymalizowaniem szansy znalezienia partnerki, a minimalizowaniem ryzyka związanego zwiabieniem drapieżników jest wielokrotnie już wspomniany *Physalaemus pustulosus*, którego dźwięki wabiają jednego z gatunków nietoperzy. Rodzaj i czas trwania śpiewu samców tego gatunku jest tak ustalony, że prawdopodobieństwo odkrycia samca przez drapieżnika jest małe. Jednak dla znalezienia partnerki głosy są konieczne, dlatego też wiele samców podejmuje ryzyko i niekiedy ginie podczas godów. Ten sam gatunek nietoperza jest również wrażliwy na głosy innego płaza — rzekotki żyjącej w Panamie i Kostaryce — *Smilisca sila*.

Głosy wydawane przez samce różnych gatunków przyciągają również inne gatunki drapieżników, np. ssaki, węże, kajmany i być może także inne płazy. Trzeba jednak pamiętać, że dostosowanie organizmów mierzy się liczbą genów pozostawionych w następnych pokoleniach, dlatego też mimo niewątpliwych kosztów, wydawanie głosów jest konieczne dla samców większości płazów bezogonowych w celu przekazania genów następnemu pokoleniu.

Poza samcami także samice niekiedy wydają głosy godowe. Jest to niezwykle rzadki rodzaj nawoływań, podczas którego samice odpowiadają na dźwięki wydawane przez samce, a te z kolei zmieniają swoje głosy godowe. Jest to więc wzajemne przekazywanie informacji głosowej pomiędzy parą osobników tego samego gatunku. Wśród nielicznych przykładów znajdują się europejska pętówka *Alytes obstetricans* oraz meksykański *Eleutherodactylus angustidigitum*.

Kolejny typ głosów jest wydawany przez obydwie płcie jako informacja o pomyłkowym *amplexus*, czyli występującego u wielu płazów uścisku godowym, w trakcie którego samica znosi jaja, a samiec polewa je nasieniem. Są to głosy przypominające krótkie szczekanie lub chrupkanie. Głosy te są powszechnie wydawane przez samce, które zostały złapane przez inne samce; szczególnie częste są wśród gatunków nieterytorialnych, u których wiele samców walczy o samice. Niereceptywne samice również czasami wykorzystują ten rodzaj głosów. Głosy uwalniające informują więc samca, że złapany partner jest nieodpowiedni lub niereceptywny. Szybkie rozłączenie z nieodpowiednim partnerem ma bardzo duże znaczenie dla samców, gdyż nie tracą one wtedy energii, czasu oraz gamet. Głosy oznaczające pomyłkowy *amplexus* zostały zaobserwowane u większości grup płazów bezogonowych. Jednym z najlepszych przykładów są dźwięki wydawane przez kumaka górskiego. W miejscach rozrodu tego gatunku, które stanowią głównie kałuże i rowy, liczba samców znacznie przewyższa liczbę samic. W połączeniu z niezwykle małą wybiórczością samców, omyłkowe *amplexus* są u tego gatunku bardzo częste. Głosy uwalniające zostały również zaobserwowane u niektórych płazów nie wydających typowych głosów godowych, np. u północnoamerykańskich ropuch *Bufo boreas* i *B. houstonensis*.

Ostatni typ głosów płazy wydają w wyniku silnego zaniepokojenia lub złapania przez drapieżnika. Głosy te produkują obie płci płazów, w tym także osobniki młodociane. Dźwięki wydawane przez zaniepokojone płazy mogą stanowić ostrzeżenie dla znajdujących się w pobliżu zwierząt. Nie wiadomo jednak czy głosy wydawane przez płazy już złapane przez drapieżnika również mogą pełnić taką funkcję. Głośny dźwięk może jednak zaskoczyć drapieżnego ssaka lub ptaka, i spowodować chwilowe zawahanie, co może dać złapanemu płazowi możliwość ucieczki.

Głosy zestresowanych płazów są przeważnie głośnie, oraz wydawane zazwyczaj z otwartym otworem gębowym, choć są i wyjątki, takie jak np. ropucha paskówka. Często takim głosom towarzyszy specyficzne zachowanie. Przykładem jest żyjąca w Andach *Gastrotheca helenae*, która w razie zaniepokojenia wydaje serię głośniejszych brzdęków oraz pokazuje jasno zielony język i podniebienie. Wspomniana wyżej ropucha paskówka podczas stresu oprócz charakterystycznego dźwięku wydziela również substancje jadowe z gruczołów zlokalizowanych na grzbietowej stronie ciała.

Ważnym czynnikiem modyfikującym różnorodną aktywność płazów są warunki środowiskowe. Szczególnie istotna jest temperatura, gdyż płazy są zwierzętami zmienneociepłymi. U wielu gatunków wykryto pozytywną korelację pomiędzy temperaturą a tempem wydawania dźwięków. Często wraz ze wzrostem temperatury obniża się również czas trwania wydawanych dźwięków, jak np. u płazów z rodzaju *Pseudacris* i *Bufo*. Ciekawym przykładem jest również rzekotka drzewna *Hyla arborea*, której samce po zwiększeniu temperatury otoczenia o 10°C skracają czas trwania dźwięku o jedną trzecią, a odstęp pomiędzy kolejnymi dźwiękami o połowę.

Również inne czynniki środowiska wpływają na wydawanie głosów przez płazy. Duże znaczenie ma wilgotność powietrza oraz zagęszczenie roślinności. Z fizyki wiemy, że głosy o niskiej częstotliwości przenoszą się na większe odległości, z kolei głosy o wyższej częstotliwości są łatwiejsze do zlokalizowania. Dlatego też gatunki żyjące na otwartych terenach, takich jak pustynie czy łąki, wydają głosy znacznie dłuższe oraz o niższej częstotliwości niż gatunki żyjące w lasach. Płazy żyjące na otwartych terenach rozmnażają się zazwyczaj w krótkim okresie czasu, a poszczególne osobniki mogą być rozproszone na dużym obszarze. Głosy niosące się na duże odległości pomagają więc zgromadzić

się płazom w miejscach rozrodu. Przykładowo, obie płci jednego z gatunków ropuch żyjących w USA — *Bufo terrestris* lokalizują miejsca rozrodu dzięki nawoływaniu chórów samców, które wcześniej zgromadziły się w zbiornikach wodnych. Zupełnie inna sytuacja występuje w lasach tropikalnych, gdzie płazy żyją w dużej gęstości i niewielkim oddaleniu. W miejscach takich istotne są głosy krótsze i łatwe do zlokalizowania. Jeszcze inne problemy mają płazy żyjące wzdłuż lub w szybko płynących ciekach wodnych, takich jak górskie strumienie. Muszą one poradzić sobie z hałasem, jaki wywołuje szybko płynąca woda. Niektóre z takich płazów wydają krótkie, impulsywne głosy o dużej częstotliwości, jak np. drzewołazy z rodzaju *Colostethus*. Alternatywnym zachowaniem się płazów żyjących na brzegach lub w strumieniach jest rezygnacja z wydawania dźwięków. Jest to strategia możliwa u gatunków, u których rozpoznawanie partnerów następuje za pomocą wzroku lub substancji chemicznych. W końcu, na niektórych terenach występują jedynie osobniki jednego gatunku, które nie potrzebują sygnałów do rozpoznawania partnerów, tak jak niektóre gatunki górskich ropuch afrykańskich.

W naturalnych warunkach organizmy rzadko żyją samotnie, a płazy nie są tu wyjątkiem. Zazwyczaj w jednym siedlisku można spotkać wiele ich gatunków, co daje potencjalne możliwości różnorodnych interakcji międzygatunkowych. Emitujące głosy samce mogą konkurować np. o odpowiednie miejsca do wydawania dźwięku, o odpowiedni czas lub częstotliwość. Różnice pomiędzy głosami różnych gatunków wynikają więc z działania doboru naturalnego, minimalizującego interakcje pomiędzy głosami. Dlatego praktycznie nie spotyka się dwu różnych gatunków o identycznych parametrach głosów, a głosy często stanowią istotną barierę przygotyczną, uniemożliwiającą kojarzenia międzygatunkowe. Silne naciski ewolucyjne na kształtowanie głosów godowych są dowodem na to, jak bardzo istotnym aspektem życia są one dla płazów, umożliwiając im znalezienie partnera do rozrodu i przekazanie genów potomstwu. Trzeba o tym pamiętać podziwiając wieczorne koncerty rzekotek, pomrukiwania kumaków nizinnych, głośnie rechoty żab czy barwne trele ropuch.

Wpłynęło 10.05.2005

Mgr Artur Osikowski i mgr Sebastian Hofman są asystentami w Zakładzie Anatomii Porównawczej Uniwersytetu Jagiellońskiego. Ich badania dotyczą w szerokim zakresie biologii i genetyki płazów.

Artur OSIKOWSKI, Sebastian HOFMAN (Kraków)

KRAJOWE PŁAZY BEZOGONOWE

W naszym kraju występuje 18 gatunków płazów. Pięć z nich zaliczamy do płazów ogoniastych *Urodela*: są to cztery gatunki traszek (traszka zwyczajna *Triturus vulgaris*, t. grzebieniasta *T. cristatus*, t. górską *T. alpestris* oraz traszka karpacka *T. montandoni*) oraz salamandra płamista *Sala-*

mandra salamandra. Pozostałe trzynaście gatunków należy do płazów bezogonowych *Anura*. Spośród naszych płazów tylko bezogonowe wydają głosy — i nie ma w tym nic dziwnego, ponieważ to właśnie komunikacja akustyczna jest dominującym sposobem porozumiewania się u tych

zwierząt. Krajowe płazy ogoniaste są stworzeniami niemy, co wcale nie znaczy, że nie komunikują się ze sobą. Wręcz przeciwnie, ich gody są bardzo złożone i obejmują m.in. skomplikowany taniec, a bardzo ważną rolę w rozrodzie odgrywa wymiana sygnałów chemicznych o charakterze feromonów.

Nasze płazy bezogonowe, choć często znacznie różnią się morfologicznie oraz pod względem preferencji siedliskowych, posiadają też szereg cech wspólnych. Są to bez wyjątku zwierzęta drapieżne, odżywiające się głównie bezkręgowcami. Większość gatunków zimuje na lądzie i wczesną wiosną rozpoczyna wędrówkę do zbiorników wodnych, gdzie odbywają się gody. To właśnie wtedy samce wykazują największą aktywność wokalną, wabiąc samice i ostrzegając znajdujące się w pobliżu samce własnego gatunku. W kulminacyjnym momencie godów samce wchodzą na grzbiet samicy i przytrzymują ją silnym uściskiem przednich kończyn pod pachami lub w pachwinach — pozycję tę nazywamy *amplexus*. W pewnym uścisku pomagają samcom modzele godowe, czyli zrogowaciałe zgubienia rozwijające się w okresie godowym na przednich kończynach (głównie na palcach). W tej pozycji samice znoszą jaja (skrzek), a samce polewają je nasieniem, co prowadzi do zapłodnienia. U naszych płazów nie występuje opieka nad potomstwem, jaja są pozostawiane przez rodziców swojemu losowi, podobnie jak wykluwające się z nich larwy, nazywane kijankami. Te żyją i rozwijają się w wodzie, żywiąc się pokarmem roślinnym, aż do momentu przeobrażenia, kiedy to zachodzą w ich ciele wielkie zmiany — m.in. zanika ogon, wykształcają się w pełni kończyny oraz gonady, zanikają skrzela, a płuca i skóra przejmują funkcję oddechową. Tak przeobrażone młode żabki, będące już miniaturkami swoich rodziców, opuszczają zbiorniki w których przyszły na świat.

Polskie płazy bezogonowe zaliczamy do 5 rodzin: ropuchowatych, żabowatych, rzekotkowatych, grzebiuszkowatych i *Bombinatoridae* (brak ustalonej polskiej nazwy), dawniej zaliczanych do rodziny ropuszkowatych — *Discoglossidae*. Oto krótka charakterystyka wszystkich gatunków.

Ropuchy (rodzina *Bufonidae*)

Są to płazy o krępej i masywnej budowie ciała. Kończyny ich są krótkie; w odróżnieniu od większości płazów bezogonowych nie są przystosowane do skakania. Tylko młode osobniki niekiedy poruszają się w ten sposób, natomiast dorosłe po prostu krocą. Skóra ropuch pokryta jest licznymi brodawkami, otaczającymi ujścia gruczołów jadowych. Za oczami znajdują się duże skupiska gruczołów jadowych, tworzące parzyste gruczoły zauszne inaczej zwane parotydami. Jad ten nie jest niebezpieczny dla człowieka, o ile nie dostanie się do rany lub oka — wtedy może wywoływać silne podrażnienie oraz ból. Ropuchy, tak jak większość innych płazów, nie posiadają zdolności aktywnego wydzielenia jadu z gruczołów — dopiero uszkodzenie lub silne podrażnienie skóry powoduje jego uwolnienie.

Płazy te pędzą zdecydowanie lądowy tryb życia, do wody wchodząc tylko w okresie rozrodu. Poza okresem godowym ropuchy żyją niekiedy w dużym oddaleniu od zbiorników wodnych. Wykazują aktywność zmierzchową i

nocną, dlatego też nawet na terenach gdzie występują dosyć pospolicie, nie są zbyt dobrze znane.

Ropucha szara *Bufo bufo* to największa z krajowych ropuch — samice osiągają nawet do 13 cm długości, natomiast samce są mniejsze i rzadko przekraczają 8 cm. Ubarwienie wierzchu ciała bywa bardzo zmienne — są to różne odcienie szarości, brązu lub rdzawej czerwieni. Barwa jest zwykle jednolita, jedynie brodawki gruczołów jadowych mogą mieć inny odcień (zwykle rdzawy).

Gody ropuchy szarej odbywają się wczesną wiosną. Zwierzęta łączą się w pary niekiedy już w miejscu zimowania, dlatego często samica wędruje do miejsca rozrodu dźwigając już na grzbiecie obejmującego ją *in amplexus* samca. Skrzek ropuch ma charakterystyczną postać dwóch sznurów, w każdym z nich jaja ułożone są w dwa lub cztery rzędy. Z powodu braku rezonatorów głos godowy ropuchy szarej nie jest zbyt donośny — jest to powtarzana 2–3 razy na sekundę jedna sylaba, brzmiąca jak „oak”.

Ropucha szara należy do najbardziej synantropijnych płazów, często występuje w bezpośrednim sąsiedztwie człowieka, żyjąc np. w ogródkach przydomowych i zimując w chłodnych piwnicach. Jest to gatunek pospolity, występujący zarówno na nizinach jak i w górach.

Ropucha zielona *Bufo viridis* jest nieco mniejsza od ropuchy szarej, samice osiągają wielkość ciała do 10 cm. Podstawowa barwa grzbietu zmienia się od jasnoszarego do ciemnobrunatnego, a na tym tle znajdują się wyraźne, nieregularne zielone plamy oraz czerwone punkciki.

Podobnie jak ropucha szara jest to zwierzę o szerokim zasięgu, wybitnie lądowe i o nocej aktywności. Ciekawostką jest, że można ją niekiedy spotkać nawet w dużych miastach, przykładowo ropuchy zielone żyją w krakowskim Parku Jordana, gdzie rozmnażają się w sztucznym, wybetonowanym zbiorniku. Głos godowy ropuchy zielonej to charakterystyczny, terkoczący trzel, przypominający trochę śpiew kanarka.

Najmniejszym polskim przedstawicielem rodzaju jest **ropucha paskówka** *Bufo calamita*. Osiąga maksymalnie ok. 8 cm długości, ma krępą budowę ciała i krótkie kończyny (ryc. 1). Grzbiet paskówki jest oliwkowobrazowy, upstrzony ciemniejszymi plamami. Łatwo odróżnić paskówkę od innych naszych płazów po wyraźnej, jasnej przedzie biegnącej środkiem grzbietu.

Paskówka porusza się żwawo biegając, a nie skacząc jak większość płazów bezogonowych czy majestatycznie krocząc jak pozostałe nasze ropuchy. Żyje na otwartych, do-



Ryc. 1. Ropucha paskówka *Bufo calamita*. Fot. Artur Osikowski

brze nasłonecznionych terenach, szczególnie często w dolinach nizinnych rzek oraz na suchych, trawiastych łąkach. Szybko i sprawnie zakopuje się w podłożu, dlatego preferuje siedliska o lekkich glebach. Jej głos godowy jest zbliżony do tręlu ropuchy zielonej, jednak ze względu na mniejsze rozmiary ciała jest wyraźny wyższy i podzielony na mniej więcej jednosekundowe części.

Rzekotki (rodzina *Hylidae*)

Rzekotka drzewna *Hyla arborea* to niewielki płaz 4–5 cm długości; jako jedyny w naszej batrachofaunie większość życia spędzający na krzewach i niewysokich drzewach. Z takim trybem życia związane są jej specyficzne przystosowania. Na końcach palców rzekotki posiadają przyłgi, pozwalające utrzymywać się nawet na pionowych, gładkich i śliskich powierzchniach, np. liściach. Ubarwienie wierzchu ciała może podlegać znacznym zmianom, od jaskrawozielonej do brązowej, w zależności od stanu emocjonalnego zwierzęcia i koloru podłoża, na którym przebywa.

Gody odbywają się w niewielkich, silnie zarośniętych zbiornikach (niekiedy nawet w rowach przydrożnych). Samce posiadają na podgardlu pojedynczy, obszerny rezonator. Dzięki niemu głos godowy rzekotki jest bardzo donośny, a ponieważ płazy te zwykle godują w dużych grupach, ich chóry są słyszalne z dużej odległości. Skrzek ma postać niewielkich kulek kilkucentymetrowej średnicy, zawierających zwykle po kilkadziesiąt jaj. Kijanka rzekotki jest bardzo charakterystyczna, posiada wysoką płetwę ogonową i lśniące, zielonozłote ubarwienie.

Grzebiuszki (rodzina *Pelobatidae*)

Grzebiuszka ziemna (huczek) *Pelobates fuscus* osiąga 4–6 cm długości. Ubarwienie ciała grzebiuszki, podobnie jak u wielu innych gatunków naszych płazów, jest dosyć zmienne. Na jasnym tle rozrzucone są duże, ciemniejsze, nieregularne plamy. Są one dodatkowo czarno obrzeżone, co zwiększa kontrastowość ubarwienia. Cechą charakterystyczną, odróżniającą huczka od wszystkich innych krajowych płazów bezogonowych, jest pionowa żrenica oka. Gruczoły skórne grzebiuszki produkują wydzielinę o silnym zapachu czosnku, jednak do jej wydzielenia niezbędne jest mocne podrażnienie powierzchni skóry.

Grzebiuszki występują przede wszystkim na terenach o lekkich, np. piaszczystych glebach. Wynika to z faktu, że jest to zwierzę, które dzień spędza zagrzebane w miękkim podłożu, a na łowy wychodzi o zmierzchu. Grzebiuszki zakopują się dzięki ruchom silnych, zaopatrzonych w modzele tylnych łap. Nocny tryb życia sprawia, że pomimo dosyć powszechnego występowania są to zwierzęta mało znane ogółowi.

Głosy godowe grzebiuszek, wydawane zarówno przez samce jak i samice (co jest wyjątkiem w krajowej batrachofaunie), są bardzo ciche, ponieważ zwierzęta emitują je pod wodą. Zaniepokojone wydają odmienny od godowego, wrzeszczący odgłos. Skrzek grzebiuszki ma postać długiego sznura. Unikalną cechą grzebiuszki są rozmiary jej kijanki, która jest znacznie większa od osobników dorosłych i zwykle osiąga ok. 12 cm długości, choć znane są doniesienia o kijankach które miały ponad 17 cm (ryc. 2).



Ryc. 2. Kijanka grzebiuszki ziemnej *Pelobates fuscus* w zaawansowanym stadium rozwoju, już z wykształconymi kończynami. Fot. Artur Osikowski

Kumaki (rodzina *Bombinatoridae*)

W Polsce występują dwa blisko ze sobą spokrewnione genetycznie gatunki kumaków: nizinny i górski. Pomimo widocznych różnic morfologicznych oraz całkowicie odmiennych preferencji środowiskowych, na granicy gdzie spotykają się zasięgi obydwu gatunków dochodzi do krzyżowania się i powstawania mieszańców. Ponieważ mieszańce są płodne, powstaje obszar, w którym znajdują się osobniki o niejasnym statusie gatunkowym. Jest to tzw. strefa mieszańcowa, która występuje w każdym miejscu, gdzie zasięgi obu gatunków stykają się ze sobą, to jest wokół pogórza Karpat oraz wzdłuż doliny Dunaju. Strefa ma więc kilka tysięcy kilometrów, ale zaledwie 6–10 km szerokości, co oznacza, że tylko w tym wąskim obszarze spotyka się mieszańce międzygatunkowe różnych pokoleń. Badania genetyczne wykazują, że częstości genów poszczególnych gatunków wykazują tzw. charakter klinalny, co oznacza, że frekwencja genów danego gatunku zwiększa się w populacjach leżących bliżej jego zasięgu. Strefa mieszańcowa kumaków jest strefą stałą, utrzymywaną przez dwie przeciwstawne siły. Z jednej strony mieszańce kumaków posiadają obniżone dostosowanie w wyniku niepełnej współpracy dwóch odmiennych genomów lub zależności związanych ze środowiskiem, z drugiej strony przemieszczanie się osobników obu gatunków w obrębie strefy prowadzi do ciągłego powstawania nowych mieszańców. Obecnie obserwowana strefa istnieje od czasów ostatniego zlodowacenia, podczas którego kumaki żyły jedynie w refugium glacialnych.

Kumak nizinny *Bombina bombina*. Samice osiągają 5,5 cm, samce są nieco większe — do 6 cm. Wierzch ciała ubarwiony jest ciemnobrunatnie, oliwkowo lub szarozielono. Skóra grzbietu jest mocno brodawkowata, ponieważ zawiera dużo gruczołów jadowych. Na spodzie ciała występują jaskrawe, najczęściej pomarańczowe plamy na bardzo ciemnym tle. Układ i kształt plam na brzuchu kumaka wykazuje dużą zmienność i jest niezmienny w trakcie życia, dlatego może być używany do indywidualnego rozpoznawania osobników. Co więcej, plamy są jednym z najważniejszych kryteriów pozwalających na odróżnienie kumaka górskiego od nizinnego; kumaki nizinne posiadają plamy piersiowe oddzielone od plam na przedramionach, podob-

nie jak plamy brzuszne nie są połączone z udowymi. U kumaka górskiego plamy te zlewają się ze sobą.

W Polsce kumak nizinny występuje praktycznie na całym niżu, dopiero na pogórzach ustępuje miejsca kumakowi górskiemu. Jego środowiskiem życia są przede wszystkim stawy i małe jeziora, niezbyt głębokie, najlepiej bujnie porośnięte roślinami wodnymi, zarówno wynurzonymi jak i podwodnymi. Gatunek ten jest silnie związany ze środowiskiem wodnym.

Głos godowy kumaka nizinnego to powtarzane ok. 40 razy na minutę, głucho ale dźwięczne „uuu-uuu-uuu”. Samce wydają głosy ustalając w ten sposób terytoria i wabiąc samice. Kumaki składają jaja w małych pakietach, owijając je wokół roślin.

Kumak górski *Bombina variegata*. Kształt ciała i wielkość bardzo zbliżone do kumaka nizinnego. Wierz ciała jest bardzo zmienny, od ciemnobrunatnego do prawie czarnego. Spód ciała pokrywają jaskrawożółte plamy na czarnym tle, podobnie jak u kumaka nizinnego, bardzo zmienne u różnych osobników.

Kumak górski występuje na pogórzach oraz w górach. Preferuje on siedliska zupełnie odmienne od kumaka nizinnego — rozmnaża się w małych, czasowych zbiornikach wodnych, takich jak kałuże czy koleiny na górskich drogach. Ze względu na czasowość zbiorników wodnych rozwój kumaka górskiego jest eksplozywny, a rozwój dużo szybszy niż u kumaka nizinnego. Kumaki górskie rozmnażają się przez cały sezon, trwający od kwietnia do sierpnia; zazwyczaj gody są pobudzane przez deszcze. Samce nie są terytorialne, dlatego bardzo częste są walki o samice. Co ciekawe, samce kumaka górskiego są mało wybredne w wyborze partnerki, często łapią *in amplexus* inne samce, płazy innych gatunków lub różne zanurzone przedmioty.

Głos kumaka górskiego przypomina cichą i krótką sylabę „u-u-u”. W odróżnieniu od kumaka nizinnego kumaki górskie nie rozdmują jamy gębowej i płuc.

Często cytowane w literaturze zachowanie kumaków polegające na odwracaniu się i pokazywaniu brzucha w rzeczywistości nie występuje (ryc. 3). Odruch kumaka (niem. *unken reflex*) polega na wygięciu ciała i eksponowaniu jaskrawo ubarwionych spodnich części kończyn przednich, tylnych i podgardla. Zachowanie to ma na celu odstraszenie drapieżnika dzięki aposematycznemu (wskazującemu na



Ryc. 3. „Odruch kumaka” — mechanizm obronny, ostrzegający o jadowitości przez pokazanie drapieżnikowi jaskrawych plam na spodniej stronie kończyn i podgardla. Fot. Artur Osikowski

obecność dużych gruczołów jadowych w skórze) ubarwieniu brzusznej strony kumaków.

Żaby (rodzina Ranidae)

Występujące w naszym kraju żaby zwyczajowo dzieli się na dwie grupy: tzw. żaby „brunatne” (żaba trawna, moczarowa i dalmatyńska) oraz żaby „zielone” (żaba jeziorkowa, śmieszka i wodna). Podział ten wynika z zasadniczych różnic zarówno w cechach morfologicznych (w tym związanych z ubarwieniem ciała), jak i w środowisku oraz trybie życia.

Żaby „brunatne”

Należące tu trzy gatunki charakteryzują się zbliżonym do siebie kształtem ciała i ubarwieniem, będącym najczęściej odcieniem koloru szarego lub brunatnego, często w połączeniu z różnorodną plamistością. Ubarwienie może być na tyle zmienne, że nie należy traktować go jako cechy pozwalającej na jednoznaczne rozróżnianie gatunków. Od żab „zielonych” wyraźnie odróżnia je brak w ubarwieniu koloru zielonego oraz obecność tzw. plamy skroniowej — czarno ubarwionego pasa, ciągnącego się od przodu pyska przez oko aż za błonę bębenkową (ryc. 4). Najprostszym sposobem odróżniania żab brunatnych jest wykonanie tzw. próby piętowej — schwytanemu zwierzęciu należy delikatnie wygiąć do przodu tylną nogę i sprawdzić, jak daleko sięga pięta. Najdłuższe nogi posiada żaba dalmatyńska (stąd druga jej nazwa — zwinka) — u niej pięta sięga poza krawędź pyska. U żaby moczarowej pięta sięga do krawędzi pyska, natomiast u żaby trawnej tylko do linii oczu.



Ryc. 4. Porównanie kształtów przedniej krawędzi głowy żaby trawnej *Rana temporaria* (z lewej) oraz moczarowej *R. arvalis*. Fot. Artur Osikowski

Żaba trawna *Rana temporaria*, osiągająca 6–10 cm, to najpospolitszy płaz Polski, żyjący zarówno w górach jak i na niżu, bardzo łatwo przystosowujący się do różnorodnych siedlisk. Poza okresem godowym żyje na lądzie, wykazując głównie nocną aktywność. Chętnie przebywa w sąsiedztwie siedlisk ludzkich, można ją spotkać w parkach, ogrodach i na polach uprawnych. Gody odbywają się w różnorodnych stojących i wolno płynących zbiornikach wodnych, często w dosyć dużych grupach. Skrzek składany jest w formie dużych kłębów (2000–4000 jaj), przez kilka dni po zniesieniu spoczywających na dnie, a później unoszących się na powierzchni wody.

Żaba moczarowa *Rana arvalis* morfologicznie odróżnia się od żaby trawnej wspomnianą wcześniej długością tylnych nóg, kształtem pyska, który widziany od góry jest wyraźnie ostrzejszy, a także większym i twardszym modzelem piętowy, który ułatwia im zakopywanie się w podłożu (gatunek ten, w odróżnieniu od żaby trawnej, zimuje na łądzie). W okresie godowym samce zyskują unikalną szatę godową — wierzch ich ciała staje się jednolicie błękitny lub liliowy. W odróżnieniu od żaby trawnej gatunek ten wykazuje aktywność bardziej dzienną. Można ją spotkać przede wszystkim na łąkach i mokradłach, ponieważ preferuje przestrzenie otwarte.

Ostatnią z naszych żab brunatnych jest **żaba dalmatyńska** (zwinka) *Rana dalmatina*. Jest to najrzadszy z naszych płazów, ponieważ występuje głównie w południowej Europie, gdzie jest niekiedy bardzo pospolita (np. na Węgrzech), natomiast w Polsce została stwierdzona w zaledwie kilku niewielkich, izolowanych populacjach na Podkarpaciu. Podobnie jak żaba trawna wykazuje aktywność wieczorną i nocną.

Żaby „zielone”

Trzy gatunki należące do żab „zielonych” tworzą skomplikowany system genetyczny oparty na zjawisku zwanym hybrydogenezą. Odkrycie mechanizmów za niego odpowiedzialnych jest zasługą polskiego herpetologa, prof. Leszka Bergera z Poznania. Żaba wodna *Rana esculenta* jest mieszańcem żaby jeziorkowej *R. lessonae* i żaby śmieszki *R. ridibunda*, ale nie powstaje w wyniku bezpośrednich kojarzeń osobników tych dwóch gatunków. Zwyczajnie w danej populacji występuje tylko żaba wodna oraz jeden z gatunków tworzących mieszańca. W populacjach gdzie żaba wodna żyje wraz z żabą śmieszką, w trakcie mejozy u żaby wodnej eliminowane są chromosomy pochodzące od żaby śmieszki, w wyniku czego wytwarzane są tylko gamety zawierające genom żaby jeziorkowej. Po kojarzeniu żaby wodnej z żabą śmieszką dochodzi do spotkania się w zygocie genomów żaby jeziorkowej oraz śmieszki, w wyniku czego powstają kolejne pokolenia żaby wodnej. W populacjach gdzie żyją obok siebie żaby wodne oraz jeziorkowe zachodzi analogiczny proces, z tym że w trakcie mejozy u żaby wodnej eliminowane są chromosomy żaby jeziorkowej. Potomstwo powstałe z skojarzenia się dwóch żab wodnych jest letalne, dlatego też sytuacja, w której w

danej populacji żyją tylko żaby wodne oraz jeden z gatunków tworzących mieszańca utrzymuje się na stałe.

Największe rozmiary ciała osiąga żaba śmieszka (nawet do 13 cm), natomiast najmniejszym gatunkiem jest żaba jeziorkowa (do 7 cm). Żaba wodna osiąga pośrednie rozmiary ciała. Ubarwienie ciała żab zielonych jest zmienne, najczęściej jednak dominującym kolorem jest jasnozielony, a na nim rozrzucone są ciemne plamy. Morfologiczne żaby „zielone” są do siebie dosyć podobne i rozróżnianie przynależności gatunkowej może sprawiać spore problemy. Najczęściej wykorzystywaną przy rozróżnianiu gatunków cechą jest wielkość i kształt modzeli piętowych na tylnych kończynach — model żaby jeziorkowej jest największy i owalny, natomiast model żaby śmieszki mały i niesymetryczny. U żaby wodnej, podobnie jak w przypadku wielu innych cech morfologicznych, obserwujemy stan pośredni. Dokładny opis różnic pomiędzy gatunkami oraz klucze do ich oznaczania można znaleźć w bardziej szczegółowych opracowaniach.

Głosy żab zielonych są donośne, za co między innymi odpowiedzialne są duże, parzyste rezonatory obecne u samców. Ponadto gody zwykle odbywają się w większych grupach, co potęguje ich hałaśliwość.

Żaby „zielone” należą do najsilniej związanych z wodą płazów w Polsce. Występują nad brzegami jezior, stawów, starorzeczy, wolno płynących rzek czy mniejszych oczek wodnych. Przebywają albo w płytkiej wodzie w okolicach brzegu, albo na łądzie, ale wtedy przy najlżejszym nawet zaniepokojeniu szybko skaczą do wody i nurkują.

W tak krótkim artykule nie sposób zawrzeć choćby niewielkiej części obecnego stanu wiedzy o niewątpliwie pasjonujących zwierzętach, jakimi są nasze płazy. Naszym celem nie było wyczerpujące omówienie krajowej batrachofauny, a jedynie krótkie przedstawienie zwierząt, których głosów można posłuchać dzięki dołączonej płytce. Osoby, które zainteresują się tymi wciąż mało popularnymi i cierpiącymi ze względu na pokutujące od wieków przesady stworzeniami, mogą sięgnąć po dosyć już obszerną literaturę tematu.

Wpłynęło 10.05.2005

Mgr Artur Osikowski i mgr Sebastian Hofman są asystentami w Zakładzie Anatomii Porównawczej Uniwersytetu Jagiellońskiego. Ich badania dotyczą w szerokim zakresie biologii i genetyki płazów.

Łukasz M. KOŁODZIEJCZYK (Kraków)

CZY PŁAZOM ZAGRAŻAJĄ EPIDEMIE PASOŻYTNICZE?

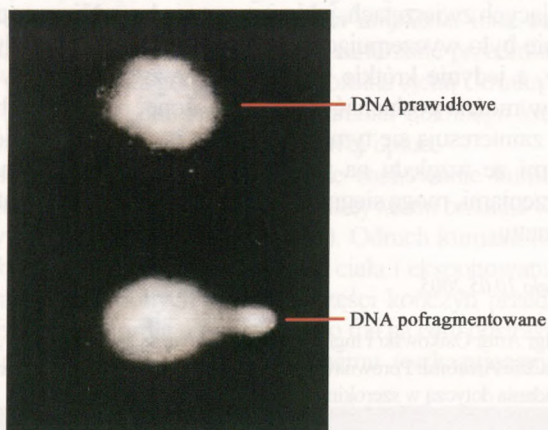
Płazy są zwierzętami bardzo wrażliwymi na niekorzystne czynniki środowiska. Źle znoszą ekspozycję na większość biotycznych i abiotycznych zanieczyszczeń związanych z nagłymi przeobrażeniami ekosystemów oraz degra-

dacyjną działalnością człowieka. Ich dobrze przepuszczalna powłoka ciała nie stanowi skutecznej bariery dla toksycznych związków chemicznych, promieniowania oraz dla rozmaitych patogenów. Dlatego też współcześnie żyjące

gatunki płazów są w dużej mierze zagrożone wyginieciem. Wiele tropikalnych i subtropikalnych taksonów przeszło w ostatnich latach do historii, a gros innych stanęło na skraju zagłady. Przykładem może być żaba jaskiniowa z Negros, na Filipinach *Platymantis spelaeus*, co do której nie wiadomo, czy pozostały przy życiu na wolności jeszcze jakieś okazy. Polska herpetofauna liczy łącznie 18 gatunków płazów, spośród których wszystkie objęte są ochroną gatunkową. Pomimo tego obserwujemy ciągle spadek ich liczebności. Do podstawowych przyczyn wymierania płazów zaliczamy: degradację i zanikanie środowisk wodno — błotnych, zanieczyszczenia chemiczne przedostające się do cieków i zbiorników wodnych, wzrost intensywności promieniowania ultrafioletowego oraz rozpowszechnianie się patogennych organizmów pasożytujących na płazach.

Istnieje proste doświadczenie pokazujące w jaki sposób promieniowanie UV uszkadza DNA i prowadzi do śmierci napromieniowanych komórek. Jest to tzw. test kometkowy, w którym poddajemy elektroforezie DNA, i jeżeli cząsteczka została wcześniej pofragmentowana, to ujawni się w formie jasnego pola z „ogonkiem” (przypomina to komety). Jeżeli natomiast DNA ma prawidłową strukturę, to będzie widoczny jako jednolita plama.

Wykonano test, w którym leukocyty żaby szponiastej *Xenopus laevis* poddano działaniu promieni UV, o długości ok. 280 nm. Następnie ekstrahowano z komórek DNA i wykonano test kometkowy. Wynik przedstawia poniższa fotografia. Ścieżka górna zawiera DNA komórek kontrolnych nie narażonych na promieniowanie. Ścieżka dolna to DNA komórek naświetlanych przez 2 godziny.



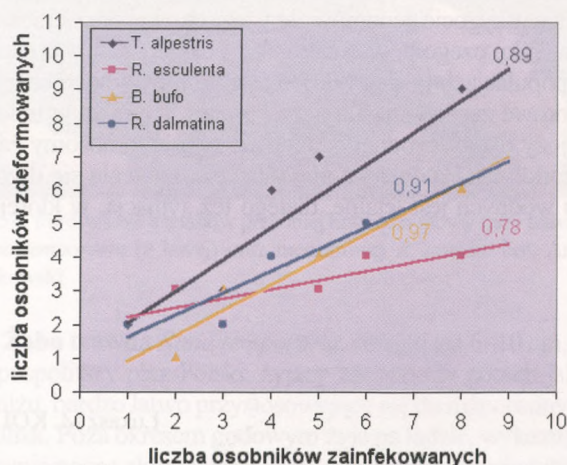
Jak widać, zastosowane promieniowanie ultrafioletowe doprowadziło do znacznego pofragmentowania DNA żabich leukocytów.

Dane literaturowe wskazują, że również w warunkach *in vivo* promieniowanie UV, na którego działanie wystawiano płazy laboratoryjne, obniża istotnie żywotność leukocytów, pomimo iż uszkodzenia DNA tych komórek były mniejsze niż w przypadku ekspozycji komórek izolowanych.

Znanych jest wiele chorób, na które zapadają poszczególne gatunki płazów. Są one atakowane przez wirusy, bakterie, grzyby, niektóre grupy glonów, pierwotniaki zwierzęce oraz pasożyty wielokomórkowe (płazińce i nicienie).

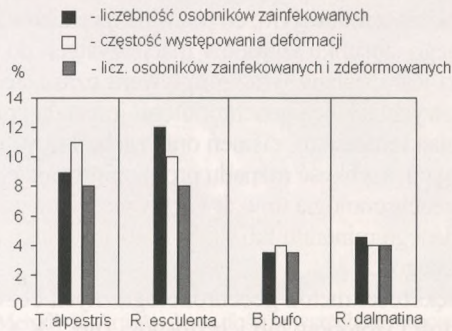
W ostatnim dziesięcioleciu obserwuje się dramatyczny wzrost zainfekowania płazów przez pasożytnicze bezkrę-

gowce. W latach dziewięćdziesiątych ubiegłego stulecia, po raz pierwszy odnotowano masowe wystąpienie infekcji płazów bezogonowych przywrą *Ribeiroia ondatrae*, na terenach Ameryki Północnej. W niektórych przebadanych wówczas populacjach żab wykazano, że nawet do 80% osobników było nosicielami pasożyta. Co więcej, okazy zainfekowane przez *R. ondatrae* charakteryzowały się występowaniem poważnych deformacji rozwojowych, polegających najczęściej na nieprawidłowym wykształceniu kończyn. Okazało się, że larwy przywr wnikając pod powłoki ciała kijanek, umiejscawiają się w okolicy zawiązków przyszłych kończyn i wytwarzają cysty zaburzające chemiczne i mechaniczne kontakty między różnicującymi się komórkami. Efektem tego jest nieprawidłowy przebieg morfogenezy prowadzący do powstania kalekiej żaby, która szybko pada ofiarą drapieżnego ptaka — żywiciela ostatecznego przywry. Przedstawiciele rodzaju *Ribeiroia* zamieszkują wiele różnych rejonów kuli ziemskiej, stąd też o niepokojącym zjawisku pojawiania się zdeformowanych płazów donoszono wielokrotnie nie tylko w Stanach Zjednoczonych, ale także w wielu krajach Europy, Azji, a nawet w Australii. Również w Polsce zaobserwowano w ciągu kilku ostatnich lat występowanie zdeformowanych płazów, będących nosicielami cyst parazytoidalnych. Wykonano badania na czterech gatunkach krajowych płazów i dla wszystkich stwierdzono wysoką korelację pomiędzy stopniem spasożytowania przez przywry, a częstością występowania malformacji rozwojowych (ryc. 1). Na szczęście, odsetek osobników zaatakowanych przez pasożyta, a także liczebność płazów zdeformowanych w badanych populacjach, nie były wysokie sięgając maksymalnie ok. 10% (ryc. 2). Do powstawania malformacji u płazów, oprócz pasożytniczych przywr z rodzaju *Ribeiroia*, mogą prawdopodobnie przyczyniać się również: promieniowanie ultrafioletowe oraz obecne w wodach pestycydy i retinoidy (zanieczyszczenia antropogeniczne).



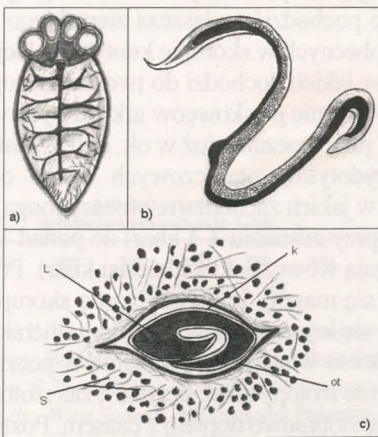
Ryc. 1. Korelacja pomiędzy liczbą larw opadniętych przez *Ribeiroia* sp., a liczbą osobników zdeformowanych w losowych próbach (odłowach), w badanych populacjach płazów krajowych. Wykres dotyczy tych samych badań, które ilustruje ryc. 2. Wysokie wartości współczynników korelacji (umieszczone obok wykresów funkcji) wskazują na statystycznie istotną zależność między ekstensywnością inwazji pasożytniczej, a częstością występowania malformacji rozwojowych u wszystkich czterech gatunków płazów. Badania własne Autora

Inny gatunek przywry — *Microcoelum nigrocladidum* także zagraża europejskim płazom bezogonowym. Płazinięc ten nie powoduje deformacji rozwojowych, lecz pasożytuje jako postać dorosła w jamie otrzewnej żab zielonych. Żywi się głównie krwią z nadtrawionych naczyń kapilarnych otrzewnej i prowadzi do wyniszczenia organizmu gospodarza. W Polsce gatunek ten występuje licznie i największą ekstensywność inwazji przejawia w północnych częściach kraju. Niektóre populacje żaby jeziorkowej *Rana lessonae* na Pomorzu są w ok. 60% opanowane przez tego pasożyta.



Ryc. 2. Poziom zapaszyżycenia larwami przywry z rodzaju Ribeiroia, częstość pojawiania się osobników zdeformowanych oraz liczebność zwierząt kalekich będących nosicielami pasożyta. Pomiarów dokonano w latach 2002–2004 na naturalnych populacjach czterech gatunków płazów krajowych: traszki górskiej *Triturus alpestris*, żaby wodnej *Rana kl. esculenta*, ropuchy szarej *Bufo bufo* i żaby zwinki *Rana dalmatina*. Badania przeprowadzono na późnych stadiach rozwojowych larw płazów, co umożliwiło zaobserwowanie morfologicznych efektów oddziaływania pasożytów na przebieg metamorfozy. Badania własne Autora.

Istnieje ponadto szereg gatunków nicieni pasożytujących na płazach. Przykładem może być **płucnik — *Nematodum pulmonale***, żerujący w dolnych drogach oddechowych żab i ropuch. Gatunek ten znajdowany był w wielu rejonach Polski, m.in. na Pomorzu, Wyżynie Krakowsko — Częstochowskiej, w Tatrach, na terenach zalewowych Pilicy. Badane populacje płazów nie wykazywały bardzo wysokiego stopnia spasożytywania przez *Nematodum pulmonale* (czyli eksten-



Ryc. 3. Niektóre pasożytnicze robaki atakujące płazy w naszej strefie klimatycznej: a) *Microcoelum nigrocladidum*; b) *Nematodum pulmonale*; c) *Ribeiroia* sp. — cysta w skórce płaza; L — larwa przywry; k — kutykula; ot — otoczka białkowa cysty; S — sekwestracja cysty przez komórki tkanki łącznej żywiciela.

Rys.: Ł.M. Kołodziejczyk.



Ryc. 4. Dewastacja i zanikanie małych zbiorników wodnych jest jedną z przyczyn gwałtownego wymierania płazów. Fotografia przedstawia niewielki staw na Wyżynie Krakowsko — Częstochowskiej, który jeszcze w 2001 roku był wartościowym siedliskiem kilku gatunków płazów, m.in. ropuchy szarej i żaby trawnej oraz zespołu żab zielonych (a). Aktualnie zbiornik ten jest składowiskiem odpadów budowlanych (b).

sywności inwazji) — ok. 22%, lecz intensywność inwazji (czyli średnia liczba pasożytów wykorzystujących jednego żywiciela) była znaczna i wynosiła średnio 6 sztuk nicienia na osobnika. Podobną biologią charakteryzuje się także inny nicienie — *Rhabdias bufonis* — często występujący w płucach ropuch i niektórych gatunków żab.

Należy zatem zastanowić się, jakie są przyczyny aktualnej ekspansji pasożytów dziesiątkujących populacje płazów na całym świecie. Na pewno jednym z powodów jest postępująca eutrofizacja wód powierzchniowych. Jak wiadomo, powoduje ona rozrost glonów będących podstawowym pożywieniem ślimaków wodnych, które z kolei są nierzadko pierwszymi żywicielami pośrednimi przywry. Z drugiej strony, prawdopodobnie wpływ ma tutaj obniżona odporność płazów spowodowana ekspozycją na czynniki toksyczne i mutagenne. Wiadomo, że promieniowanie UV może poważnie uszkadzać DNA i zabijać komórki. O ile kręgowce wyższe (ptaki, ssaki) posiadają ochronną warstwę rogowaciejącego naskórka i komórek barwnikowych skóry, które nie przepuszczają promieni UV do tkanek położonych głębiej, to skóra płazów barierę tę ma zdecydowanie słabiej rozwiniętą i mniej skuteczną. Na domiar złego worki limfatyczne płazów bezogonowych, w których okresowo rezydują komórki odpornościowe, zlokalizowane są na grzbiecie, tuż pod skórą. Leukocyty, podobnie jak wiele innych typów komórek, są bardzo wrażliwe na promieniowanie UV, stąd też duża ich liczba ulega destrukcji po wystawieniu płaza na działanie tego czynnika. Po napromieniowaniu płazich leukocytów światłem ultrafioletowym o długości fali ok. 280 nm., ich DNA ulega uszkodzeniu przez powstanie dimerów pirymidynowych. Jeśli zmiany te nie zostaną szybko i sprawnie usunięte np. na drodze fotoreaktywacji (naprawa DNA przez enzym fotoliazę), to materiał genetyczny napromieniowanych komórek zostanie pofragmentowany na krótkie odcinki i leukocyty zginą w wyniku apoptozy. Podobny jest mechanizm powstawania niedoborów odpornościowych u płazów pod wpływem chemicznych mutagenów, które z łatwością przenikają przez ich skórę. Dodatkowo czynniki toksyczne i mutagenne wywołują u płazów nowotwory i powodują obumieranie skrzeku.

Autor pragnie podziękować dr Piotrowi Sura za pomoc i cenne wskazówki udzielone podczas przygotowywania pracy.

Wpłynęło 10.05.2005

Łukasz M. Kołodziejczyk jest studentem I roku Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego. e-mail: lukas.bios@wp.pl

Bartosz BUDZYŃ, Monika A. KUSIAK (Kraków)

GEOCHRONOLOGIA — ZARYS MOŻLIWOŚCI I ZASTOSOWAŃ WYBRANYCH METOD

Wprowadzenie

W jaki sposób doszło do wypiętrzenia Alp lub Himalajów? Jak powstały Tatry, Pieniny, czy też Sudety (ryc. 1)? Skąd pochodzi materiał budujący te obszary? Szybki rozwój technik badawczych, jak również coraz szersza wiedza na temat procesów zachodzących na Ziemi, pozwalają na poznanie odpowiedzi na tego typu pytania. Niezwykle istotne jest przy tym umiejscowienie interesujących nas faktów w czasie, co nie byłoby możliwe bez geochronologii. Najszersze zastosowanie znajduje ona obecnie w badaniach skał krystalicznych, a więc magmowych i metamorficznych. Poszczególne metody umożliwiają poznanie m.in. wieku protolitu skały metamorficznej (np. datowanie cyrkonów metodą U-Pb), wieku wydarzeń metamorficznych (np. datowanie monacytów metodą U-Th-Pb), czy też określenia szybkości studzenia skał (np. termochronologia K-Ar).



Ryc. 1. Skały pokryte lasami w centralnej części Gór Sowich zostały zmetamorfizowane kilkaset milionów lat temu.

Podstawowe założenia geochronologii

Odtwarzanie licznych procesów geologicznych zachodzących na naszej planecie i mechanizmów nimi kierujących nie byłoby w pełni możliwe bez umiejscowienia ich w czasie. Na poznanie tzw. wieku bezwzględnego¹ pozwalają metody wykorzystujące przemiany promieniotwórcze. W trakcie rozpadu promieniotwórczego z jednego izotopu (zwanego macierzystym) powstaje drugi (potomny). Ilość atomów izotopów potomnych w strukturze danego minerału wzrasta z czasem, zaś miarą szybkości z jaką zachodzi ten proces jest okres połowicznego rozpadu ($T_{1/2}$) izotopu macierzystego. Wśród najważniejszych przemian promieniotwórczych można wyróżnić: $^{87}\text{Rb} \rightarrow ^{87}\text{Sr}$ ($T_{1/2} = 48,8$ mld lat), $^{40}\text{K} \rightarrow ^{40}\text{Ar}$ (i ^{40}Ca ; $T_{1/2} = 12,8$ mld lat), $^{147}\text{Sm} \rightarrow ^{143}\text{Nd}$ ($T_{1/2} = 106$ mld lat), $^{238}\text{U} \rightarrow ^{206}\text{Pb}$ ($T_{1/2} = 4,47$ mld lat), $^{235}\text{U} \rightarrow ^{207}\text{Pb}$ ($T_{1/2} = 0,7$ mld lat) i $^{232}\text{Th} \rightarrow ^{208}\text{Pb}$ ($T_{1/2} = 14$ mld lat), przy czym trzy ostatnie stanowią kompleks

przemian U-Th-Pb, będących wynikiem reakcji łańcuchowych.

W określonych warunkach temperaturowych produkty rozpadu promieniotwórczego na drodze dyfuzji mogą być odprowadzane ze struktury minerału do otoczenia. Natomiast poniżej tzw. temperatury zamknięcia, struktura ta staje się układem zamkniętym, co pozwala na zachowanie odpowiedniego stosunku izotopów macierzystych do potomnych, jaki jest ustalany wraz z upływem czasu. Jednym z podstawowych założeń geochronologii jest stała i niezależna od zmian temperatur, ciśnienia oraz zachodzących reakcji chemicznych, szybkość rozpadu promieniotwórczego. Dlatego też geochronologia umożliwia wyznaczenie wieku powstania danego minerału lub skały, bądź też wieku procesu geologicznego.

W większości metod geochronologicznych bezwzględne zawartości izotopów lub ich stosunki (np. $^{40}\text{K} / ^{40}\text{Ar}$) są wyznaczone przy zastosowaniu spektrometrii masowej. Początkowo większość instrumentów wymagała stosunkowo dużych ilości próbek do analiz, natomiast w przeciągu ostatnich kilkunastu lat rozwinęły się techniki mikroanalityczne. Do nich należą m.in.: TIMS (ang. *Thermal Ionisation Mass Spectrometry*), SIMS (ang. *Secondary Ion Mass Spectrometry*), ICP-MS (ang. *Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry*), MC-ICP-MS (ang. *Multi-Collector Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry*) i LA-ICP-MS (ang. *Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry*). Wykonanie mikroanaliz bezpośrednio w próbce umożliwia także opracowana w Australii na początku lat 80. ubiegłego wieku mikrosonda jonowa SHRIMP (ang. *Sensitive High Resolution Ion Microprobe*).

Datowanie minerałów i skał obecnie znajduje zastosowanie w szerokim zakresie prowadzonych badań skał magmowych, metamorficznych (ryc. 2) oraz — choć w mniejszym stopniu — osadowych. W pierwszym przypadku skały powstają w wyniku krystalizacji magmy. Stop magmowy może pochodzić z płaszcza ziemskiego lub z wytopienia skał obecnych w skorupie kontynentalnej, zaś zakres temperatur w jakich dochodzi do tworzenia stopu jest dość szeroki. Wytapianie piaszczowców arkozowych w obecności wody może mieć początek już w ok. 650°C , natomiast „suchych” perydotytów płaszczowych — w ok. 1200°C . Głębokości w jakich zachodzą te procesy mogą wynosić od ok. 10 km (przy ciśnieniu 3–4 kbar) do ponad 100 km (ciśnienia osiągają wówczas kilkadziesiąt kbar). Podczas przedostawania się magmy w płytsze partie skorupy ziemskiej rozpoczyna się krystalizacja kolejnych minerałów. W trakcie tego procesu w strukturze minerałów początkowo występują jedynie izotopy „macierzyste”, zaś izotopy potomne pojawiają się stopniowo dopiero z czasem. Poznanie zawartości tych izotopów w minerale (lub w skale) może posłużyć datowaniom pod warunkiem, że stosunek izotopów w za-

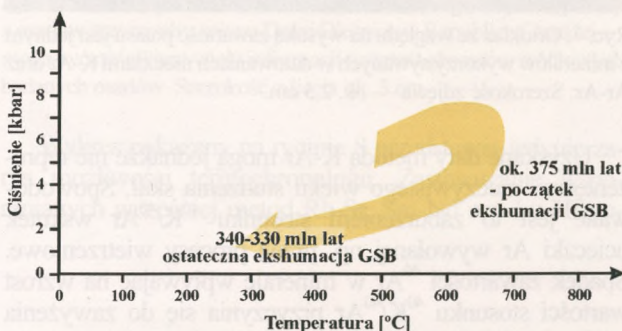
¹ Wiek bezwzględny to wiek minerałów, skał bądź wydarzeń geologicznych wyrażany w latach. W geologii operuje się również wiekiem względnym, który odnosi się do wieku skał lub wydarzeń geologicznych poprzez porównanie ich z wiekiem innych skał lub wydarzeń geologicznych

mkniętym układzie jakim jest dany minerał nie został zaburzony po ostatnim ostudzeniu poniżej temperatury zamknięcia. Istotnym faktem jest to, że uzyskane wyniki datowań odnosić się będą do ostatniego ostudzenia, ponieważ w przypadku podgrzania skały powyżej tej temperatury układ zostaje „wyzzerowany”.



Ryc. 2. Metody K-Ar i Ar-Ar są dość powszechnie stosowane do datowania łyszczyków, podobnie jak metoda Sm-Nd w przypadku granatów. Tym celom mogą służyć takie skały jak łupki łyszczykowe z granatami z rejonu Kletna (Śnieżnicki Park Krajobrazowy, Sudety). Szerokość zdjęcia — ok. 3 cm.

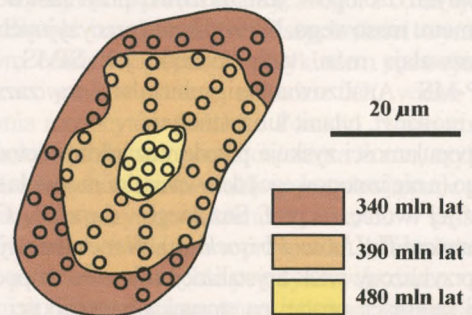
Podobna sytuacja może mieć miejsce w trakcie metamorfizmu, co można przedstawić na przykładzie metamorfizmu orogenicznego. Towarzyszy on pograżaniu znacznych rozmiarów obszarów w głąb skorupy, np. wskutek kolizji kontynentów. Po osiągnięciu maksymalnych ciśnień metamorfizmu rozpoczyna się etap relaksacji (spadek ciśnienia), a na skutek wypiętrzania zmetamorfizowanych skał zaczynają maleć również temperatury. Przebieg metamorfizmu jest zazwyczaj zróżnicowany pomiędzy różnymi orogenami (jak i wewnątrz orogenów) w wyniku zmienności oddziałujących czynników. Dla jego zobrazowania rekonstruowane są tzw. ścieżki P-T-t (ang. *pressure-temperature-time* czyli ciśnienie-temperatura-czas; ryc. 3).



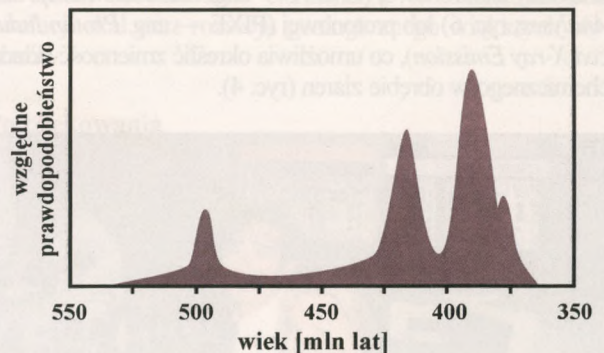
Ryc. 3. Wykres P-T-t ilustrujący metamorfizm gnejsów z Gór Sowich w Sudetach [wg Budzyń B., Manecki M., Schneider D. A. (2004) *Constraints on P-T conditions of high-grade metamorphism in the Góry Sowie Mts., West Sudetes*. Mineralogia Polonica, 35 (2), str. 39–52 oraz cytowanej tam literatury, uproszczony].

Szczegółowa rekonstrukcja ścieżek P-T-t skał powstałych w warunkach średniego i wysokiego stopnia metamorfizmu jest możliwa dzięki szeregowi dostępnych metod geochronologicznych. Jednakże interpretacje na podstawie

uzyskanych dat mogą być utrudnione, zwłaszcza w przypadku skał polimetamorficznych, czyli metamorfizowanych więcej niż jeden raz. Obecne techniki pozwalają na umieszczenie w czasie poszczególnych etapów metamorfizmu, np. przy wykorzystaniu zonalnych monacytów. Temperaturę zamknięcia monacytu określono na ok. 900°C, w związku z czym nawet w warunkach wysokich temperatur z jego struktury nie zostają uwalniane izotopy potomne Pb (produktu rozpadu promieniotwórczego U i Th). Natomiast krystalizacja tego minerału może mieć miejsce już w ok. 400°C, co czyni z niego niezwykle atrakcyjny obiekt do datowań skał metamorficznych. Obecność zonalnych monacytów (ryc. 4), bądź też zmienność wiekowa w obrębie całej populacji monacytów w danej skale (ryc. 5) mogą być jednym ze śladów wielokrotnego metamorfizmu.



Ryc. 4. Hipotetyczna zonalność monacytu z zaznaczonymi punktami analiz wykonanych przy zastosowaniu mikrosondy elektronowej.



Ryc. 5. Hipotetyczny rozkład wiekowy populacji monacytów z jednej skały uzyskany przy zastosowaniu metody CHIME (ang. *chemical U-Th-total Pb isochron method*).

Minerałem o wysokiej temperaturze zamknięcia (>800°C) jest także cyrkon. Jednakże krystalizuje on rzadziej niż monacyt w trakcie metamorfizmu. Datowanie metodą U-Pb cyrkonów może być natomiast stosowane dla określenia wieku protolitu skał metamorficznych. Interpretacje wyników datowań mogą być utrudnione, zwłaszcza w przypadku przyporządkowania uzyskanych dat wydarzeniu (lub wydarzeniom) geologicznemu. Protolitem skały metamorficznej może być zarówno skała magmowa, osadowa, jak i metamorficzna. W pierwszym przypadku wiek cyrkonów przypuszczalnie odnosiłby się do krystalizacji stopu magmowego, zaś w drugim reprezentowałby czas powstania materiału źródłowego skały osadowej. Istnieje jednak znacznie więcej możliwości. Cyrkony w skałach osadowych mogą bowiem pochodzić zarówno ze skał magmowych, metamorficznych, jak i innych skał osadowych, wskutek czego nie można mieć całkowitej pewności do cze-

go odnoszą się daty uzyskane dla cyrkonów ze zmetamorfizowanych skał osadowych.

Metoda U-Th-Pb

Jedną z najstarszych stosowanych metod jest metoda U-Th-Pb, wykorzystująca szereg przemian promieniotwórczych: $^{238}\text{U} \rightarrow ^{206}\text{Pb}$, $^{235}\text{U} \rightarrow ^{207}\text{Pb}$ i $^{232}\text{Th} \rightarrow ^{208}\text{Pb}$. Z uwagi na współwystępowanie tych przemian metoda ta charakteryzuje się szerszymi możliwościami, niż inne metody geochronologiczne. Określenie wieku jest możliwe zarówno na podstawie oznaczonych ilości atomów izotopów macierzystych i potomnych, jak i na podstawie stosunków izotopów potomnych (wówczas nie jest konieczna znajomość ilości izotopów Pb w próbce). Określenie zawartości atomów poszczególnych izotopów jest możliwe przy zastosowaniu spektrometru masowego. Na uzyskanie precyzyjnych wyników pozwalają m.in. takie techniki jak SIMS, TIMS, LA-ICP-MS. Analizowanymi minerałami są zazwyczaj cyrkon, monacyt, tytanit lub ksenotym.

Na popularności zyskuje przede wszystkim metoda chemicznego (a nie izotopowego) datowania, która została nazwana przez jej twórcę — prof. Suzukiego — metodą CHIME (ang. *chemical Th-U-total Pb isochron*). W metodzie tej ustalany jest przybliżony wiek krystalizacji minerału na podstawie złożonej kalkulacji opartej na stosunkach zawartości U, Th, i radiogenicznego Pb w pojedynczych ziarnach monacytu. Pomiar składu chemicznego odbywa się przy zastosowaniu mikrosondy elektronowej (EMPA — ang. *Electron Microprobe Analyses*; ryc. 6) lub protonowej (PIXE — ang. *Proton Induced X-ray Emission*), co umożliwia określić zmienność składu chemicznego w obrębie ziaren (ryc. 4).



Ryc. 6. Mikrosonda elektronowa w laboratorium Uniwersytetu w Nagoya (Japonia), przy użyciu której każdego dnia wyznaczane są dziesiątki dat dla monacytów metodą CHIME. Na zdjęciu widoczna jest autorka artykułu z Prof. Suzukim.

Metoda ta oparta jest na założeniu, że wyznaczona zawartość Pb w trakcie mikroanalizy w ziarnie monacytu reprezentuje ilość izotopów potomnych tego pierwiastka, które stanowią produkt przemian promieniotwórczych U i Th. Innymi słowy przyjmuje się brak nieradiogenicznego Pb w próbce. Nowsze prace oparte na spektrometrii masowej potwierdzają pogląd, że zawartość Pb pierwotnego w monacycie zazwyczaj nie przekracza wartości 1 ppm. Ta ilość pozostaje poniżej granicy wykrywalności nie tylko analiz wykonywanych przy zastosowaniu mikrosondy elektronowej, ale

i innych metod opartych na analizie chemicznej w mikroobszarze. Pomimo mniejszej dokładności oznaczeń względem analiz wykonywanych przy użyciu innych metod (jak np. wymienione wcześniej SIMS lub TIMS), datowanie monacytów metodą CHIME cieszy się znaczną popularnością. Wiąże się to m.in. ze stosunkowo niskim kosztem analiz, a co za tym idzie, z dostępnością tej techniki.

Metody K-Ar i Ar-Ar

Zarówno w przypadku skał magmowych jak i metamorficznych można określić czas ich studzenia, co ściśle jest związane z temperaturą zamknięcia (T_c — ang. *closure temperature*) izotopów w strukturze minerału. Znajduje to zastosowanie np. w przypadku metody K-Ar. Oparta jest ona na rozpadzie promieniotwórczym izotopu ^{40}K , przy czym około 90% produktów stanowi ^{40}Ca , zaś pozostałą część ^{40}Ar . Do szczególnych zalet tej metody można zaliczyć to, że przy jej zastosowaniu można datować zarówno stosunkowo młode skały (już od kilku milionów lat) do znacznie starszych, których wiek może być zbliżony do wieku Ziemi. Najczęściej datowanymi minerałami są: hornblenda ($T_c = \text{ok. } 500^\circ\text{C}$), muskowit ($T_c = \text{ok. } 350^\circ\text{C}$), biotyt ($T_c = \text{ok. } 300^\circ\text{C}$) oraz skałen potasowy ($T_c = \text{ok. } 200^\circ\text{C}$; ryc. 7).



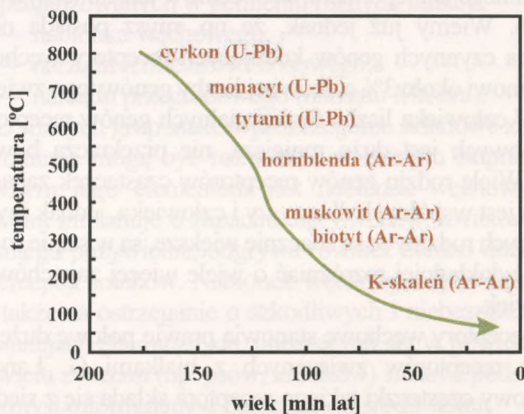
Ryc. 7. Ortoklaz ze względu na wysoką zawartość potasu jest jednym z minerałów wykorzystywanych w datowaniach metodami K-Ar oraz Ar-Ar. Szerokość zdjęcia — ok. 2,5 cm.

Uzyskane daty metodą K-Ar mogą jednakże nie reprezentować rzeczywistego wieku studzenia skał. Spowodowane jest to zaburzeniem stosunku $^{40}\text{K}/^{40}\text{Ar}$ wskutek ucieczki Ar wywołanej np. przez procesy wietrzeniowe. Spadek zawartości ^{40}Ar w mineralach wpływając na wzrost wartości stosunku $^{40}\text{K}/^{40}\text{Ar}$ przyczynia się do zawyżenia wieku ostudzenia minerału poniżej temperatury zamknięcia argonu. Z tego względu z czasem opracowano metodę Ar-Ar. Polega ona na tym, że izotop ^{39}K zamieniany jest na ^{39}Ar podczas stopniowego ogrzewania (ang. *step heating*). W trakcie tego procesu rejestrowane są uwalniane z próbki izotopy ^{40}Ar i ^{39}Ar . Znaczną zaletą tej metody jest fakt, że analizowane są izotopy tego samego pierwiastka. Jedną z niedogodności metody K-Ar była konieczność analizowania ^{40}K i ^{39}Ar z osobnych fragmentów próbki. Ponadto wykonywane są coraz powszechniej analizy *in situ* przy zasto-

sowaniu ablacji laserowej (ang. *laser ablation*), co pozwala na uwalnianie Ar z obszaru o średnicy ok. 10 μm .

Termochronologia

Scharakteryzowane powyżej metody U-Pb, K-Ar oraz Ar-Ar ze względu na ścisły związek z temperaturami zamknięcia poszczególnych izotopów w strukturze minerałów pozwalają m.in. na określenie szybkości studzenia badanych skał (ryc. 8). Ze względu na zależności oznaczeń wiekowych z danymi temperaturowymi często określa się takie badania terminem termochronologia.



Ryc. 8. Teoretyczny wykres temperatura-czas przedstawiający możliwości wykorzystania niektórych metod w rekonstrukcji ewolucji skał.



Ryc. 9. Minerale pochodzące z materiału osadowego — jak te granaty z osadów rzecznych z rejonu Dolni Olešnice w Republice Czeskiej — mogą być nośnikami wielu informacji na temat obszarów źródłowych badanych osadów. Szerokość zdjęcia ok. 3 cm.

Wykres pokazany na rycinie 8 przedstawia jedynie zarys możliwości termochronologii. Zastosowanie wspomnianych wcześniej metod Rb-Sr, Sm-Nd czy Lu-Hf po-

zwala na bardziej precyzyjne rekonstrukcje ewolucji badanych skał. M.in. z tych powodów geochronologia jest obecnie wykorzystywana w bardzo szerokim zakresie. Większość metod jest stosowana wprawdzie głównie w badaniach skał magmowych i metamorficznych, ale coraz częściej znajdują one również zastosowanie dla skał osadowych (ryc. 9).

Podsumowanie

Wiedza na temat metod geochronologicznych, będących często niezbędnym narzędziem w badaniach petrologicznych, jest wciąż uzupełniana w oparciu o nowe dane. Szybki rozwój aparatury pozwala na coraz bardziej precyzyjne oznaczenia wieków. Towarzyszy temu także wzrost wydajności sprzętu analitycznego, a co za tym idzie — możliwość uzyskiwania większych ilości wyników w krótszym czasie. Najlepszym przykładem rozwoju metod jest opracowana w ostatniej dekadzie XX. wieku metoda datowania monacytów CHIME. Ponadto, dzięki coraz powszechniej wykonywanym datowaniom *in situ*, czyli minerałów tkwiących w skale, możliwe jest powiązanie uzyskanych danych z pozycją strukturalną minerału w skale. Istotne są również — zwłaszcza w przypadku datowań *in situ* — analizy punktowe w obrębie pojedynczych ziaren.

Wzrost dostępności aparatury, jak i przystępności kosztów analiz, odgrywają znaczącą rolę w badaniach geochronologicznych. Jest to niezwykle istotne, gdyż geochronologia wnosi obecnie dane elementarne w rekonstrukcjach ewolucji skał oraz rozwoju geologicznego większych obszarów.

Podziękowania

Autorzy składają serdeczne podziękowania dr hab. Markowi Michalikowi (Instytut Nauk Geologicznych Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie) za cenne wskazówki i krytyczne uwagi w trakcie prac przygotowawczych niniejszego artykułu.

Wpłynęło 10.05.2005

Mgr inż. Bartosz Budzyń jest doktorantem w Zakładzie Mineralogii, Petrologii i Geochemii Instytutu Nauk Geologicznych Wydziału Biologii i Nauk o Ziemi Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie. Dr Monika A. Kusiak jest adiunktem w Instytucie Nauk Geologicznych Polskiej Akademii Nauk w Ośrodku Badawczym w Krakowie. Obecnie przebywa na dwuletnim stażu w Nagoja University, Center of Chronological Research w Japonii

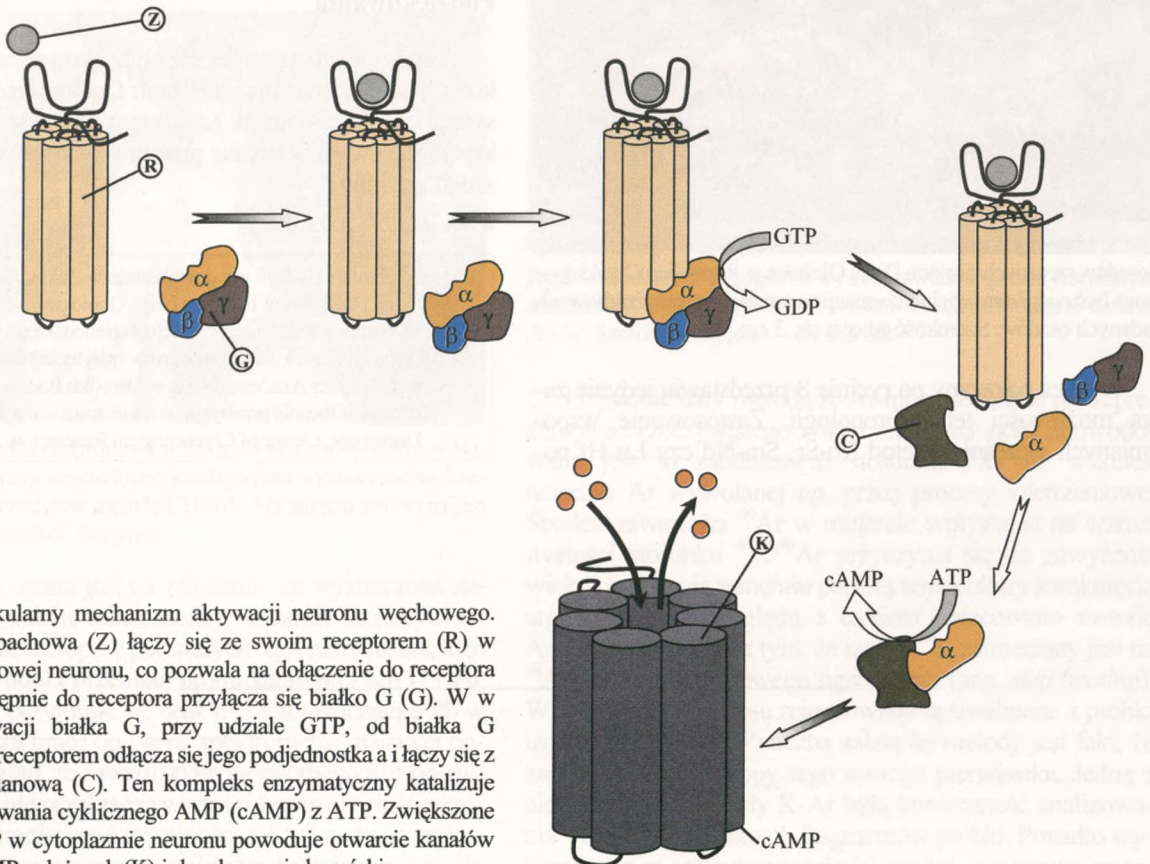
ZMYŚŁ POWONNIENIA — WOKÓŁ NAGRODY NOBLA 2004

Zmysł powonienia jest obok smaku jednym ze zmysłów czucia chemicznego. Badania nad zmysłem powonienia prowadzone są od dawna, jednak dopiero od wczesnych lat dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku, dzięki przełomowej pracy Richarda Axela i Lindy B. Buck, przybrały właściwy kierunek. Opublikowana w 1991 roku, była pierwszym doniesieniem, w którym postulowano istnienie dużej liczby receptorów dla cząsteczek wywołujących wrażenia węchowe. Axel i Buck na początku swoich pionierskich badań sklonowali geny kodujące 18 różnych receptorów błonowych, charakterystycznych dla neuronów występujących w nabłonku węchowym, sugerując istnienie setek a nawet tysiąca innych, należących do tej rodziny (receptorów cząsteczek zapachowych). Jak komentował prof. Matthew Cobb z Manchester University „do momentu tego odkrycia wszystkie schematy przedstawiające funkcjonowanie zmysłu powonienia w miejscu recepcji miały czarną plamę”.

Praca Richarda Axela i Lindy Buck została doceniona i nagrodzona przez komisję przyznającą nagrody Nobla w dziedzinie fizjologii i medycyny w roku 2004. Naukowcy ci, dziś już będący kierownikami różnych laboratoriów zajmujących się badaniem zmysłu powonienia, przyczynili się i nadal wnoszą istotny wkład w poszerzanie naszej wiedzy o funkcjonowaniu układu powonienia. Najważniejszym odkryciem Axela i Buck było wykazanie, że każdy z neuro-

nów czuciowych w nabłonku węchowym ma na swojej powierzchni tylko jeden z około tysiąca różnych receptorów, co za tym idzie, ekspresji ulega w nim tylko jeden z całej rodziny genów kodujących receptory węchowe (olfaktoryczne). Mechanizmy regulacji ekspresji, prowadzące do uaktywnienia genu tylko jednego receptora węchowego z ogromnego ich repertuaru, są obecnie w fazie intensywnych badań. Wiemy już jednak, że np. mysz posiada około tysiąca czynnych genów kodujących receptory węchowe, co stanowi około 3% całkowitej liczby genów tego zwierzęcia. U człowieka liczba funkcjonalnych genów receptorów węchowych jest dużo mniejsza, nie przekracza bowiem 350. Wiele rodzin genów receptorów cząsteczek zapachowych jest wspólnych dla myszy i człowieka, jednak myszy, u których rodziny te są znacznie większe, są w stanie rozpoznać i dokładniej rozróżnić o wiele więcej zapachów niż człowiek.

Receptory węchowe stanowią prawie połowę dużej rodziny receptorów związanych z białkami G. Łańcuch białkowy cząsteczki takiego receptora składa się z siedmiu transbłonowych domen, zawierających aminokwasy hydrofobowe, wykazujących dużą homologię w obrębie całej rodziny. Selektywność tych receptorów jest bardzo wysoka, mają one bowiem zdolność łączenia się z konkretnymi grupami chemicznymi cząsteczek zapachowych. Sygnał z pobudzonego receptora przekazywany jest za pośrednictwem



Ryc. 1. Molekularny mechanizm aktywacji neuronu węchowego. Cząsteczka zapachowa (Z) łączy się ze swoim receptorem (R) w błonie komórkowej neuronu, co pozwala na dołączenie do receptora białka G. Następnie do receptora przyłącza się białko G (G). W wyniku aktywacji białka G, przy udziale GTP, od białka G połączonego z receptorem odłącza się jego podjednostka α i łączy się z cyklazą adenylnową (C). Ten kompleks enzymatyczny katalizuje reakcję powstawania cyklicznego AMP (cAMP) z ATP. Zwiększone stężenie cAMP w cytoplazmie neuronu powoduje otwarcie kanałów jonowych cAMP-zależnych (K) i depolaryzację komórki

białka G na cykliczną adenylanową, która katalizuje reakcję tworzenia cyklicznego AMP (cAMP), powodując wzrost jego stężenia w neuronie receptorowym i w konsekwencji otwarcie kanałów jonowych cAMP-zależnych i depolaryzację (aktywację) komórki (ryc. 1). Pobudzony neuron czuciowy przekazuje następnie informację w postaci serii impulsów nerwowych do opuszki węchowej i dalszych części mózgu.

Anatomia zmysłu powonienia

Zmysł powonienia ssaków składa się z trzech części, wyspecjalizowanych w pełnieniu różnych funkcji:

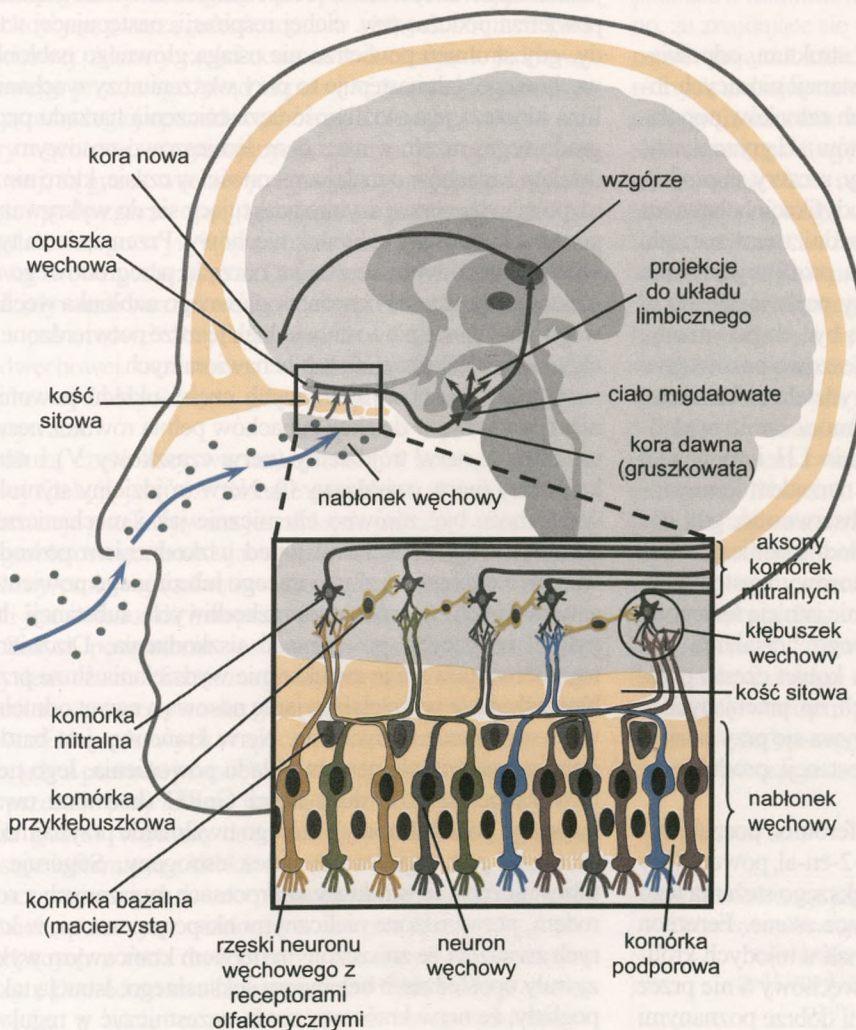
- nabłonek węchowy;
- narządu lemieszowo-nosowego;
- narządu przegrodowego (narządu Masera).

U różnych grup ssaków poszczególne składowe zmysłu powonienia mogą być rozwinięte w różnym stopniu, ale głównym jego elementem jest nabłonek węchowy. Ta struktura informuje o zapachu, np. owoców, kwiatów, czy zepsutego pożywienia, odgrywa również bardzo dużą rolę w percepcji smaków. Nabłonek węchowy odpowiedzialny jest także za ostrzeżenie o szkodliwych i niebezpiecznych substancjach chemicznych, unoszących się w powietrzu, a dla wielu zwierząt (np. psów, królików) stanowi podstawowy zmysł informujący o otaczającym środowisku.

Nabłonek węchowy

Nabłonek węchowy znajduje się w górnych zagłębieniach komór nosowych (ryc. 2). Zrąb tego nabłonka tworzą komórki podporowe, towarzyszące neuronom i stanowiące izolację pomiędzy nimi. Posiadają one na powierzchni mikrokosmki, które prawdopodobnie uczestniczą w regulacji składu śluzu i inaktywują cząsteczki zapachowe a zależnie od miejsca występowania w nabłonku węchowym, mają różną długość. Najważniejszymi komórkami są tu jednak dwubiegunowe neurony, posiadające po kilka wypustek (zwanych ciliami), wystających ponad powierzchnię nabłonka węchowego. Są to komórki zamieniające sygnał chemiczny, pochodzący od cząstek zapachowych, na sygnał elektryczny. Cilia neuronów pozostają zanurzone w śluzie pokrywającym powierzchnię nabłonka węchowego, w którym rozpuszczają się cząsteczki zapachowe pobudzające neuron, co jest warunkiem koniecznym do pobudzenia neuronu.

Neurony posiadające na swojej powierzchni dany receptor węchowy wysyłają swoje aksony do tego samego kłębuszka w opuszce węchowej i skupione są w określonym obszarze nabłonka węchowego. W kłębuszkach opuszki węchowej, które są zgrupowaniami zakończeń aksonów neuronów czuciowych i dendrytów komórek mitralnych i kępkowych (pędzelkowych), sygnały pochodzące z



Ryc. 2. Schemat przedstawiający główny nabłonek węchowy i drogi przekazywania sygnału węchowego do mózgu (przekrój strzałkowy przez czaszkę). Strzałkami oznaczono rozprzestrzenianie się w obrębie mózgu potencjałów czynnościowych neuronów, zainicjowanych przez połączenie się substancji zapachowej z receptorami zlokalizowanymi na rzeskach neuronów węchowych. Uproszczoną budowę nabłonka węchowego oraz połączenia pomiędzy neuronami węchowymi a komórkami mitralnymi w obrębie kłębuszków opuszki węchowej, przedstawia wstawka.

neuronów wrażliwych na tę samą substancję zapachową są sumowane i przekazywane dalej do mózgu przez aksony komórek mitralnych i kępkowych. Skoro człowiek posiada około 350 a mysz około tysiąca rodzajów neuronów węchowych, to w porównaniu z liczbą rodzajów komórek receptorowych w siatkówce oka (trzy rodzaje czopków i pręciki) czy w kubkach smakowych języka, liczba ta wydaje się ogromna.

W nabłonku węchowym, oprócz neuronów i komórek podporowych, występują również inne rodzaje komórek. Są nimi komórki mikrokosmkowe zaopatrzone w mikrokosmki i mające projekcje pseudoaksonalne do opuszki węchowej. Są one podobne do komórek rzęsatych w uchu wewnętrznym i stanowią około 10% liczby neuronów chemoreceptyjnych w nabłonku węchowym. Nie wykazują jednak reakcji na cząsteczki zapachowe, są nierównomiernie rozmieszczone a ich rola nie została jeszcze wyjaśniona. W błonie śluzowej jamy nosowej i w części nabłonka węchowego występują także gruczoły śluzowe (tzw. gruczoły Bowmanna), zbudowane z pojedynczej warstwy komórek produkujących i wydzielających śluz. Poza wymienionymi typami komórek, w nabłonku węchowym występują także dwa rodzaje komórek macierzystych, leżących na błonie podstawnej nabłonka węchowego. Dają one początek zarówno nowym neuronom, jak i innym komórkom występującym w nabłonku węchowym.

Narząd lemieszowo-nosowy

Narząd lemieszowo-nosowy jest strukturą odpowiadającą za detekcję feromonów — substancji niosących informacje o stanie fizjologicznym innych członków populacji (np. płodności lub obecności pasożytów). U gryzoni, najlepiej zbadanych w tym zakresie (myszy, szczury, chomiki), pełni bardzo ważną rolę głównie w modyfikacji behawioru związanego z rozmnażaniem. Za pośrednictwem narządu lemieszowo-nosowego zmianom ulega profil wydzielania hormonów w odpowiedzi na feromony pojawiające się w środowisku. Ilustracją tego faktu mogą być eksperymenty, w których po zniszczeniu narządu lemieszowo-nosowego u samców myszy obserwowano brak wydzielania hormonu luteinizującego (LH) po ekspozycji na mocz samic w płodnej fazie cyklu. Stymulację wydzielania LH i zachowań seksualnych samców ze zniszczonym narządem lemieszowo-nosowym można było jednak zaobserwować, gdy dochodziło do wzrokowego kontaktu z płodną samicą.

U człowieka narząd lemieszowo-nosowy występuje w szczątkowej formie, co nie znaczy, że nie istnieją feromony człowieka! Przykładem „feromonowego” działania jest synchronizacja cykli menstruacyjnych kobiet często przebywających w jednych pomieszczeniach, np. pracujących w jednym pokoju. Synchronizacja ta odbywa się przy udziale dotychczas niezidentyfikowanych substancji produkowanych przez narządy płciowe.

Jednym z najlepiej poznanych jest feromon poszukiwania sutka królików. Jest to 2-metylobut-2-en-al, powodujący migrację noworodków w kierunku większego stężenia tego feromonu i ruchy pyska przypominające ssanie. Feromon ten występuje w mleku matki, jest jednak u młodych królików wykrywany przez główny układ węchowy a nie przez narząd lemieszowo-nosowy. Kolejnymi dobrze poznanymi

są feromony myszy i szczurów. Występujące w moczu samców farnezeny przyspieszają dojrzewanie młodych samic, umożliwiając wcześniejsze zajście w ciążę. Inne feromony moczu samców mają zdolność wywoływania płodnej fazy cyklu (estrus) u samic i skutkiem tego synchronizowania cykli samic, przebywających na jednym terenie z wydzielającym feromony samcem.

Narząd przegrodowy

Narząd przegrodowy, inaczej narząd Masera, jest małą wyspą nabłonka węchowego zlokalizowaną w brzusznej części podstawy przegrody nosowej. Znajdują się tu neurony receptorowe, wykazujące pewną wrażliwość na cząsteczki zapachowe, oraz komórki podporowe, podobne do występujących w nabłonku węchowym. Neurony receptorowe mają tu nieco inny kształt niż w głównym nabłonku węchowym — posiadają nieco krótsze dendryty i są lekko spłaszczone. Funkcja tego narządu nie jest jednak dokładnie poznana. Wiadomo, że molekularne podstawy funkcjonowania neuronów w narządzie przegrodowym są takie same jak neuronów głównego nabłonka węchowego. W narządzie przegrodowym lokalizuje się około 1% neuronów węchowych głównego nabłonka węchowego. Projekcje aksonalne występujących tu neuronów wiodą do opuszki węchowej, jednak wydaje się, że ma on marginalne znaczenie w rozpoznawaniu zapachów podczas węszenia. Może mieć jednak duże znaczenie w rozpoznawaniu zmian zapachu powietrza podczas tzw. cichej respiracji, następującej wtedy, gdy strumień powietrza nie osiąga głównego nabłonka węchowego, jak następuje to przy węszeniu czy wąchaniu. Inną hipotezą jest możliwość uczestniczenia narządu przegrodowego, razem z narządem lemieszowo-nosowym, w detekcji zapachów o małej zmienności w czasie, które nie są rozpoznawane przez szybko adaptujący się do wykrywanego zapachu główny nabłonek węchowy. Przemawia za tym większa wrażliwość neuronów narządu przegrodowego na niektóre zapachy niż neuronów głównego nabłonka węchowego. Badania te nie zostały jednak jeszcze potwierdzone w układach molekularnych lub behawioralnych.

Oprócz wyżej wymienionych części układu powonienia, pewną rolę w detekcji zapachów pełnią również nerwy czaszkowe: nerw trójdzielny (nerw czaszkowy V) i nerw krańcowy (nerw czaszkowy 0). Nerw trójdzielny stymulowany może być zarówno chemicznie jak i mechanicznie, chroniąc drogi oddechowe przed uszkodzeniem powodowanym wdychaniem zbyt gorącego lub zimnego powietrza, zawieszonych w powietrzu szkodliwych substancji lub pyłów, mogących powodować uszkodzenia. Drażnienie tego nerwu powoduje zwiększenie wydzielania śluzu przez błony śluzowe wyściełające jamę nosową a nawet odruchowe wstrzymanie oddychania. Nerw krańcowy jest bardzo słabo poznanym elementem układu powonienia. Jego neurony zawierają dość duże ilości GnRH (hormonu uwalniającego gonadotropiny), którego uwalnianie przynajmniej w części jest regulowane przez estrogeny. Sugeruje to uczestniczenie tej struktury w procesach związanych z rozrodem, potwierdzone wielkimi eksperymentami, w których zwierzęta ze zniszczonym nerwem krańcowym wykazywały upośledzenie behawioru seksualnego. Istnieją także poglądy, że nerw krańcowy może uczestniczyć w regulacji

ukrwienia narządu lemieszowo-nosowego, jednak nerw ten, silnie konserwowany ewolucyjnie, występuje również u zwierząt nie posiadających tej struktury.

Interpretacja wrażeń węchowych przez mózg

Jak już zostało wcześniej wspomniane, pobudzenie neuronu czuciowego w nabłonku węchowym przekazywane jest do kłębuszków opuszki węchowej a następnie na komórki mitralne i kępkowe. W regulacji pobudzenia tych ostatnich uczestniczą komórki przykłębuszkowe i ziarniste, hamujące ich pobudzenie, ale także komórki mitralne i kępkowe w sąsiednich kłębuszkach. Pętle sprzężeń zwrotnych w opuszce węchowej przypominają zatem połączenia w siatkówce oka, między fotoreceptorami a komórkami horyzontalnymi i pełnią w opuszce węchowej funkcję integracji informacji i hamowania bocznego.

Aksony neuronów komórek mitralnych i kępkowych docierają do kory węchowej (kory dawnej). Ta struktura zawiera warstwowo ułożone komórki piramidalne, ich ułożenie jednak nie jest tak skomplikowane jak w korze wzrokowej czy ruchowej. Występują tu jedynie trzy warstwy komórek, przez co przypomina swoją budową korę przodomózgowia niższych kręgowców. Jest to jedyna okolica korowa, do której wiodą bezpośrednie impulsy czuciowe, w każdym innym przypadku informacje sensoryczne przechodzą najpierw przez wzgórze. Aksony komórek mitralnych i kępkowych, biegnące od opuszki węchowej pasmem węchowym, tworzą zakończenia w różnych strefach kory węchowej. Aksony części neuronów docierają do jądra węchowego przedniego, skąd impulsy nerwowe kierowane są do przeciwległej opuszki węchowej. Kolejnymi strukturami kory węchowej, otrzymującymi informację z opuszki węchowej, są guzek węchowy, wysyłający projekcje do tylnej części podwzgórza oraz jądro korowe przyśrodkowe ciała migdałowatego, wysyłające impulsy nerwowe do przyśrodkowej części podwzgórza. Drogi te odpowiedzialne są za oddziaływanie wrażeń węchowych na zachowania seksualne i pokarmowe. Projekcja pasma węchowego do kory śródwęchowej uczestniczy w przekazywaniu informacji węchowej do hipokampa, gdzie jest prawdopodobnie zapamiętywana.

Dużą część kory węchowej stanowi kora gruszkowa, której funkcją jest rozróżnianie zapachów. Z tego obszaru informacja przekazywana jest dalej do jądra przyśrodkowego grzbietowego, znajdującego się we wzgórzu, skąd trafia do kory czołowej (zakrętów oczodołowych płata czołowego) i jest świadomie interpretowana i kojarzona.

Zmysł powonienia jest mocno związany z drugim zmysłem czucia chemicznego — zmysłem smaku. To, co określamy mianem smaku, jest w rzeczywistości kombinacją wrażeń smakowych i zapachowych. Przekonujemy się o tym, gdy z powodu przeziębienia lub grypy zmysł powonienia przestaje prawidłowo funkcjonować, a smak spożywanych potraw staje się dużo uboższy. Niektóre neurony, niosące informację z kubków smakowych, trafiają do struktur uczestniczących w interpretacji wrażeń węchowych, ale niewiele poza tym wiadomo o integracji informacji pochodzących z tych dwóch narządów zmysłów w samym mózgu. Dowodem na silne powiązanie funkcjonalne smaku i węchu a także uczenia się przez mózg schematów

współwystępowania substancji powodujących określone wrażenia smakowe i węchowe, jest zdolność wykrywania cząstek zapachowych w stężeniach poniżej progu pobudliwości w kombinacji ze smakiem zwykle towarzyszącym danemu zapachowi. Tak dzieje się np. przy kojarzeniu smaku cukru z zapachem aldehydu benzooesowego, obecnego w wiśniach i migdałach. W naszym kręgu kulturowym wiśnie lub migdały są zwykle podawane w potrawach słodkich, stąd występuje kojarzenie słodkiego smaku z ich zapachem. Obecność cukru w podawanym roztworze pozwala na wykrycie zapachu aldehydu benzooesowego w stężeniu niższym od koniecznego do osiągnięcia progu pobudliwości. Ponadto, obie te substancje podawane jednocześnie w stężeniach poniżej tego progu są w stanie wywołać wrażenie smakowe!! Picie roztworu glutaminianu, charakterystycznego dla potraw zawierających mięso, nie dawało już efektu obniżenia progu pobudliwości dla zapachu aldehydu benzooesowego!

Komórki macierzyste w układzie powonienia

Nabłonek węchowy i opuszka węchowa zawierają dużą liczbę komórek macierzystych, uczestniczących w ciągłej regeneracji elementów układu powonienia. Opuszka węchowa obfituje w komórki posiadające na swojej powierzchni markery charakterystyczne dla często dzielących się prekursorów neuronów, co sugeruje znaczne natężenie podziałów komórkowych w obrębie tych struktur. Wykazano, że znajdujące się w opuszce węchowej komórki macierzyste mają zdolność do samoodnawiania się i tworzenia różnych rodzajów neuronów. Szacuje się, że u myszy średni czas życia neuronu w nabłonku węchowym, do momentu skierowania na drogę apoptozy i zastąpienia nowym neuronem, wynosi około miesiąca. Neurogeneza w nabłonku węchowym przebiega z różną intensywnością, zależnie od wieku zwierzęcia. Im starsze zwierzę (czy człowiek) tym wolniej są odnawiane neurony jego nabłonka węchowego. To tłumaczy, dlaczego wraz z wiekiem zmniejsza się stopniowo wrażliwość zmysłu powonienia na zapachy. Stopniowe tłumienie czułości zmysłów dotyczy nie tylko powonienia, ale także innych zmysłów, jak wzrok czy słuch.

Zmysł powonienia jest dla ludzi, inaczej niż zwierząt, raczej zmysłem związanym z doznaniem estetycznymi czy emocjami. Dla wielu zwierząt powonienie stanowi ważny, jeśli nie najważniejszy, zmysł niosący informacje, często konieczne do przeżycia w otaczającym je środowisku, silnie związane z emocjami. Znaczenie zmysłu powonienia u ludzi było przez długi czas niedoceniane. W ostatnich latach, rozbudzone dodatkowo przez przyznanie nagrody Nobla w dziedzinie fizjologii i medycyny w 2004 roku, zainteresowanie powonieniem ponownie wzrosło, co powinno przyczynić się do lepszego poznania fascynującego zjawiska, jakim jest percepcja zapachów.

Wpłynęło 11.04.2005

Mateusz Gołąb jest studentem V roku Wydziału Biologii Uniwersytetu Warszawskiego, przygotowuje pracę magisterską w Zakładzie Fizjologii Zwierząt Kręgowych, pod kierunkiem prof. Krystyny Skwarło-Sołty. e-mail: mateusz.golob@wp.pl

WYKORZYSTANIE ENZYMÓW W PRODUKCJI ŻYWNOŚCI

Wprowadzenie

Jednym z ważniejszych wydarzeń w technologii żywności jest wykorzystanie osiągnięć biologii i biochemii w produkcji żywności. Wytwarzanie jej opiera się bowiem na procesach enzymatycznej modyfikacji surowców i półproduktów. Procesy, które są katalizowane przez określone grupy enzymów, znajdują zastosowanie w wielu dziedzinach produkcji takich jak: scukrzanie skrobi przy której wykorzystywane są amylazy ze słodu, stosowane w przemyśle gorzelnicznym i piwowarskim, dojrzewanie mięsa po uboju podczas którego działają enzymy proteolityczne występujących w tkance mięśniowej, jak również wytrącanie masy serowej przy wykorzystaniu podpuszczki. Enzymy były wykorzystywane już u podstaw człowieczeństwa. Na początku ludzie wykorzystywali procesy enzymatyczne nie zdając sobie nawet z tego sprawy. Bardzo wcześnie odkryli, że mięso przechowywane kilka dni ma lepszy smak niż zaraz po uboju. Nieświadomie wykorzystywali zjawisko tenderyzacji, czyli dojrzewania mięsa. Popularne było również otrzymywanie napojów oszalałających z owoców i ze zbóż, wykorzystujące zjawisko fermentacji. Produkcja serów podpuszczkowych także sięga dawnych czasów. Wykorzystywano wtedy sok figowy do krzepnięcia mleka.

Źródła enzymów stosowanych w produkcji żywności

W przemyśle spożywczym zastosowanie znalazły enzymy pochodzenia zwierzęcego, roślinnego, jak również mikrobiologicznego. Głównym źródłem surowców zwierzęcych są gruczoły wydzielania wewnętrznego, których produktem są enzymy proteolityczne, takie jak pepsyna lub trypsyna. Podstawowymi enzymami zwierzęcymi są jednak katepsyny występujące w dużych ilościach w lizosomach komórek nerek, śledziony i w tkance mięśniowej, do których zaliczamy typową endopeptydazę, działającą podobnie jak pepsyna, aminopeptydazę i karboksypeptydazę. Enzymy te mają duże znaczenie w dojrzewaniu mięsa po uboju, ponieważ biorą udział w rozkładzie makrocząsteczek białka włókna mięśniowego oraz zwiększeniu reaktywności wielu grup: hydrosulfidowych, hydroksylowych, karboksylowych i aminowych. Pod ich działaniem zwiększa się też strawność białek poprzez zwiększenie dostępności dla enzymów proteolitycznych, jak również wrasta ilość białek rozpuszczalnych, wolnych aminokwasów i niewielkich peptydów, co poprawia smak mięsa. Do typowych enzymów roślinnych należą natomiast: słód, będący źródłem enzymów amylolitycznych, papaina, ficyna otrzymywana z soku figowca oraz bromelaina pozyskiwana z soku łodyg ananasa. Podstawowym źródłem enzymów są jednak drobnoustroje, ponieważ dzięki nim można otrzymać bardzo wiele zróżnicowanych enzymów, a ich cena jest kilkaset razy niższa niż enzymów zwierzęcych i roślinnych. Znalazły one zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu; na przykład drożdże w piwowarstwie i piekarstwie, bakterie —

w octownictwie i mleczarstwie, czy pleśnie w serowarstwie oraz wędliniarstwie. Drobnoustroje stosowane jako źródła enzymów są mutantami, mającymi zdolność do nadprodukcji wielu enzymów, które następnie wydzielają do podłoża. Enzymy te są potem zagęszczane i utrwalane.

Korzyści wynikające ze stosowania enzymów w produkcji żywności

Enzymy w technologii żywności przynoszą następujące korzyści:

- stwarzają możliwość otrzymania produktów o pożądanym cechach jakościowych, a także wykorzystanie surowców rzadko stosowanych w przemyśle oraz odpadów przemysłowych;
- umożliwiają produkcję nowych rodzajów produktów żywnościowych;
- w dużym stopniu wpływają na poprawę jakości artykułów spożywczych;
- przyspieszają wiele procesów technologicznych i zwiększają ich wydajność;
- są dobrymi konserwantami — przedłużają trwałość produktów żywnościowych.

Tak szerokie zastosowanie enzymów jest możliwe dzięki temu, że ich produkcja nie wymaga dużych nakładów finansowych. Można je otrzymać z soli mineralnych i tanich produktów ubocznych zawierających sacharydy, a także dzięki temu, że działają już w małych ilościach, przekształcając znaczne ilości substratów — to także obniża koszty związane z ich wykorzystaniem. Duży wpływ na wzrost zastosowań preparatów enzymatycznych mają także ich charakterystyczne właściwości. Wykazują one specyficzność działania, dzięki czemu katalizują tylko wybrane reakcje, a ich praca może być regulowana poprzez zmianę temperatury, pH środowiska i stężenia wprowadzonego enzymu. Pochodzą one ze źródeł naturalnych, nie są toksyczne, a do poprawnego działania potrzebują łagodnych warunków fizycznych, co nie tylko zmniejsza koszt produkcji artykułów żywnościowych, ale też umożliwia ochronę składników, które nie są odporne na ostre warunki.

Zastosowanie enzymów w przemyśle

W przemyśle stosuje się przede wszystkim takie enzymy jak: amylazy, poligalakturonazy, celulazy, enzymy proteolityczne i lipazy. Należą one do klasy hydrolaz, a ich wartość stanowi ponad 80% wartości całej produkcji enzymów, z czego większość przypada na enzymy amylolityczne i proteolityczne. Z innych enzymów należy wymienić oksydazę glukozową i katalazę, które również znalazły szerokie zastosowanie w przemyśle. Poniżej przedstawiono działanie i wykorzystanie enzymów najczęściej spotykanych w produkcji żywności.

Amylazy. Amylazy są enzymami katalizującymi rozkład skrobi i glikogenu do cukrów prostszych — malto-

zy lub glukozy. Otrzymuje się je przede wszystkim ze słodu, jednak ostatnio bardzo popularnym źródłem tych enzymów są preparaty amylolytyczne, które są bardziej aktywne od słodu, ponieważ katalizowany przez nie proces scukrzania skrobi zachodzi szybciej i wymaga mniejszych nakładów finansowych. Największe zastosowanie mają endoamylaza α oraz egzoamylazy β i γ . Endoamylaza α atakuje wiązania 1 \rightarrow 4 glikozydowe znajdujące się wewnątrz łańcucha, powodując rozpad cząsteczki amylozy do niewielkich dekstryn. Egzoamylaza β atakuje te same wiązania glikozydowe, jednak znajdujące się na zewnątrz łańcucha odłączając maltozę. Z kolei γ amylaza rozkłada zarówno wiązania glikozydowe 1 \rightarrow 4, jak również 1 \rightarrow 6, rozkładając amylopektynę i glikogen do glukozy.

Amylasy znajdują zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu, między innymi w: fermentacyjnym, piekarskim, cukierniczym, owocowo-warzywnym, tekstylnym i papierniczym, w gorzelnictwie rolniczym oraz w produkcji różnego rodzaju odżywek — szczególnie dla dzieci.

W przemysłach fermentacyjnym, spirytusowym i piwowarskim amylasy mają zastosowanie przy scukrzaniu skrobi, pochodzącej ze słodu. W wyniku tego procesu otrzymuje się brzeczkę będącą substratem fermentacji alkoholowej, zachodzącej w czasie produkcji piwa.

W przemyśle piekarskim pod wpływem amylaz ze skrobi otrzymuje się cukier, który ulega fermentacji. Zwiększa to pulchność ciasta i przedłuża świeżość pieczywa. Dekstryny natomiast otrzymane podczas dekstrynizacji skrobi mają zdolność wiązania wody, dzięki czemu opóźniają czerstwienie pieczywa.

W przemyśle cukierniczym amylasy są wykorzystywane do hydrolizy odpadów cukierniczych i uzyskiwania z nich cukru.

W przemyśle skrobiowym amylasy stosuje się przy otrzymywaniu skrobi modyfikowanej, syropów maltozowych, maltozy i glukozy, natomiast podczas hydrolizy amylopektyny otrzymuje się maltodekstryny i maltozę.

W przemyśle owocowo-warzywnym omawiane enzymy mają za zadanie usunąć skrobię podczas produkcji soków, jak również przed suszeniem warzyw i owoców.

W gorzelnictwie rolniczym amylasy znajdują zastosowanie przy zacieraniu i cukrowaniu surowców skrobiowych, głównie ziemniaków, kukurydzy i żyta.

Pektynazy. Do pektynaz zalicza się trzy enzymy, które należą do różnych grup systematycznych. Są to: protopektynaza, esteraza pektynowa i poligalakturonaza. Pierwszy z nich bierze udział w przemianie nierozpuszczalnej protopektyny w rozpuszczalną pektynę. Proces ten zachodzi m.in. w dojrzewających owocach. Esteraza pektynowa katalizuje rozpad wiązania estrowego, znajdującego się między grupami karboksylowymi reszt kwasu galakturonowego i metanolem. Poligalakturonaza katalizuje natomiast hydrolizę wiązań 1 \rightarrow 4 glikozydowych. Odłącza ona pojedyncze reszty kwasu galakturonowego oraz poprzez działanie na wewnętrzne wiązania glikozydowe — oligogalakturonidy. Pektynazy wykorzystuje się między innymi w przemysłach owocowo-warzywnym i winiarskim.

W przemyśle owocowo-warzywnym pektynazy stosuje się do macerowania surowca, wpływają na wzrost wydajności tłoczenia, klarowania i filtracji soków oraz prze-

ciwdziałają ich żelowaniu. Stosowane są także w produkcji napojów bezalkoholowych i konserw owocowych.

W przemyśle winiarskim wykorzystywane są w produkcji wódek i likierów, gdzie skracają czas klarowania morsów i wina.

Ponadto, w przemyśle spożywczym pektynazy stosuje się do produkcji kawy i koncentratów kawowych w celu usunięcia warstwy żelu z powierzchni ziaren kawy surowej.

Oksydaza glukozy. Oksydaza glukozy stosowana jest przy konserwacji bogatych w witaminę C produktów spożywczych, ponieważ utlenia glukozę do kwasu glukonowego. Znalazła ona także zastosowanie w przemyśle jajcarskim, gdyż przeciwdziała ciemnieniu proszku jajecznego podczas suszenia. Poza tym chroni również konserwowane napoje bezalkoholowe przed zmianami barwy i smaku.

Katalaza rozkładająca H₂O₂. Enzym ten wykorzystywany jest przy usuwaniu resztek H₂O₂ podczas jałowienia mleka.

Inne enzymy sacharolityczne. Do innych enzymów sacharolitycznych należą: sacharaza, czyli β -D-fruktozydaza oraz laktaza, inaczej β -galaktozydaza, które podobnie jak pektynazy hydrolizują cukry. Sacharaza otrzymywana jest głównie z drożdży, powoduje hydrolizę sacharozy do glukozy i fruktozy oraz rafinozy do dwucukru melibiozy i fruktozy. Stosowana jest głównie w przemyśle cukierniczym do przygotowywania syropów cukru inwertowanego, który jest natomiast stosowany do produkcji m.in. miodów, cukierków, marmolad, czy likierów. Laktaza stosowana jest przede wszystkim do hydrolizy laktozy, występującej w mleku, przez co zwiększa się przyswajalność tego cukru u osób nietolerujących laktozy, pełniej wykorzystuje się serwatkę, a także można modyfikować procesy fermentacji laktozy; enzym ten wykorzystuje się też w przemyśle mleczarskim, fermentacyjnym oraz podczas produkcji odżywek dla niemowląt.

Proteinazy. Proteinazy są odpowiedzialne za katalizowanie reakcji hydrolizy wiązań peptydowych w białkach i peptydach. Należą do nich aminopeptydazy, karboksypeptydazy, dipeptydazy i proteinazy. Enzymy proteolityczne są stosowane w wielu gałęziach przemysłu.

W przemyśle mięsnym znalazły zastosowanie enzymy pochodzenia roślinnego takie jak: ficyna, papaina i bromelaina, które zwiększają kruchość mięsa oraz enzymy mięsa zwane katepsynami, które biorą udział w dojrzewaniu mięsa, rozluźniając tkankę mięśniową i łączną. Enzymy te przyspieszają też dojrzewanie ryb marynowanych i farszów, znajdują także zastosowanie przy produkcji past i hydrolizatorów.

W przemyśle mleczarskim wykorzystywany jest enzym zwany podpuszczką, wytwarzany w żołądkach młodych ssaków. Powoduje on ścinanie mleka, poprzez wytrącanie kazeiny związanej z jonami Ca²⁺; w serowarstwie jest wykorzystywany do otrzymywania skrzepu podpuszczkowego, który zawiera znaczną ilość łatwo przyswajalnego Ca²⁺.

W przemyśle spożywczym enzymy te wykorzystywane są do produkcji hydrolizatorów, które otrzymuje się poprzez hydrolizę białek; dobierając odpowiednie enzymy i warunki procesu można otrzymać hydrolizatory o pożądanych cechach smakowych, zapachowych i odpowiednich zdolnościach żelowania, emulgowania oraz tworzenia piany. Są one wykorzystywane m.in. w diecie osób po operacjach,

ponieważ niektóre z nich hamują rozwój bakterii, wirusów i obniżają ciśnienie krwi. Enzymy proteolityczne są też wykorzystywane w produkcji plastein, wzbogaconych w požądane aminokwasy; otrzymuje się je w wyniku inkubacji hydrolizatora białkowego wzbogaconego w estry etylowe określonych aminokwasów z odpowiednią endopeptydazą; za pomocą reakcji plasteinowej można z białek ubogich w reszty niezbędnych aminokwasów, otrzymać produkty o większej wartości biologicznej np. poprzez zmniejszenie gorzkości białka

W przemyśle piwowarskim proteinazy stosowane są w celu rozpuszczenia białek i uwolnienia aminokwasów odpowiedzialnych za poprawne funkcjonowanie drożdży oraz w celu zapobieganiu zmętnieniu piwa przy jego ochłodzeniu, poprzez sklarowanie brzezki i podniesienie jej wartości. Ułatwiają one również filtrację i klarowanie, a także wpływają na wartości smakowe i zapachowe.

W przemyśle cukierniczym i piekarskim enzymy proteolityczne stosowane są do rozluźniania glutenu, co poprawia strukturę ciasta i ułatwia jego formowanie, natomiast w przemyśle cukierniczym znalazły zastosowanie do produkcji kruchej i łamliwej struktury krakersów i sucharów.

W przemyśle paszowym omawiane enzymy poprawiają strawność i przyswajalność pasz. Są także wykorzystywane przy produkcji hydrolizatorów z odpadów mięsnych dodawanych do pasz.

Lipazy. Lipazy hydrolizują wiązanie tłuszczowe w glicerydach poprzez przyłączenie wody i utworzenie wolnych kwasów tłuszczowych. Wykazują one małą specyficzność do rodzaju wiązania tłuszczowego, ale są specyficzne do pozycji rozkładanego wiązania estrowego. Hydroliza triacylogliceroli przebiega stopniowo — najpierw jest odłączony kwas z jednej pozycji α , następnie z drugiej i na koniec z pozycji β . Szybkość tego procesu zwiększa się wraz z długością łańcucha i stopniem nienasylenia. Jest on wspomagany przez kwasy żółciowe.

Lipazy mają zastosowanie m.in. w przemyśle mleczarskim. Stosowane są w czasie dojrzewania serów. Na przykład w serach pleśniowych, wpływają na ich odpowiedni smak i zapach; poza tym wykorzystywane są również do odtwarzania zapachu mlecznego w niektórych produktach żywnościowych jak np. w mleku kakaowym i zwiększają trwałość wielu produktów.

Działanie lipaz jest jednak często niepożądana. Ma to miejsce w przypadku produktów zawierających tłuszczy, takich jak masło, margaryna, mleko, majonez, śmietana, czy smalec. Hydroliza tłuszczy w tych produktach jest szkodliwa.

Enzymy unieruchomione w technologii

Od niedawna w zakresie techniki stosowania enzymów coraz częściej prowadzi się badania dotyczące wykorzystania enzymów unieruchomionych, wiązanych na nośnikach stałych. Metoda ta oparta jest na powiązaniu enzymów ze strukturami nadcząsteczkowymi — przykładem są chociażby enzymy błonowe. Wykorzystywanie enzymów unieruchomionych prowadzi do wielu korzyści, ponieważ enzymy te można używać wielokrotnie, umożliwiając one prowadzenie procesów ciągłych, podczas ich stosowania łatwo można oddzielić produkty reakcji, a unieruchomienie kilku kolejno działających enzymów umożliwia prowadzenie przemian złożonych. Enzymy unieruchomione są też bardziej odporne na niekorzystne działanie temperatury, pH i inhibitorów. Enzymy te są unieruchomione metodami fizycznymi lub chemicznymi na różnorodnych nośnikach, do których należą m.in. celuloza, dekstrany, agaroz, czy alginiany. Najbardziej opłaca się je stosować gdy mamy do czynienia z dużą objętością substratu i niską jednostkową ceną produktu końcowego.

Enzymy unieruchomione znajdują coraz szersze zastosowanie w przemyśle spożywczym. Unieruchomione proteinazy są odpowiedzialne za modyfikację zapachu i usuwanie peptydów, które nadają smak goryczki, enzymy amylolityczne powodują scukrzanie skrobi podczas otrzymywania glukozy i syropów skrobiowych, β -galaktozydaza stosowana jest do usuwania laktozy z mleka spożywanego przez ludzi wykazujących nietolerancję względem laktozy, natomiast unieruchomione papaina lub bromelaina usuwają zmętnienia występujące w piwie, winie i sokach owocowych.

Wpłynęło 11.04.2005

Angelika Janus jest studentką Wydziału Nauk o Żywności i Żywieniu Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu.
e-mail: laura-pati@tlen.pl

Andrzej BUDZISZEWSKI, Jakub MICHALCEWICZ

PROBLEMY OCHRONY NADOBNICZY ALPEJSKIEJ *ROSALIA ALPINA* (L.) (*COLEOPTERA*, *CERAMBYCIDAE*) W POLSCE

Nadobnica alpejska *Rosalia alpina* (L.) należąca do rodziny kózkowatych (*Cerambycidae*) jest bezsprzecznie jednym z najpiękniejszych chrząszczy krajowych (ryc. 1). Równocześnie dzięki popularyzacji jej ochrony, wraz z jelonkiem rogaczem i niepylakiem apollo, jest jednym z naj-

bardziej znanych owadów chronionych w Polsce. Spotkanie z tą kózką w naturze jest dla każdego przyrodnika dużą atrakcją.

Nadobnica alpejska jest w Polsce chrząszczem znikającym, ma status skrajnie zagrożonego i ginącego gatunku.

ku. Najczęściej zobaczyć można ją obecnie w Beskidzie Niskim i Bieszczadach, gdzie z wielu powodów znajduje najlepsze warunki rozwoju. W naszym kraju jest związana prawdopodobnie wyłącznie z bukiem zwyczajnym, którego drewnem odżywiają się jej larwy.



Ryc. 1. Nadobnica alpejska *Rosalia alpina* (L.). Fot. Jakub Michalcewicz

Na wielu obszarach Polski, gdzie dawniej występowała, nie obserwowano tej kózki od lat. Pomimo licznych danych historycznych, jak również obserwacji z ostatnich lat, rozprzestrzenienie jej na terenie Polski jest obecnie stosunkowo słabo poznane. Dane literaturowe dotyczące występowania nadobnicy na terenie m. in. Sudetów, Tatr czy Gór Świętokrzyskich mają głównie znaczenie historyczne. Przy obecnym stanie wiedzy można zaryzykować stwierdzenie, że chrząszcz ten występuje w większej liczbie i w zwartym zasięgu jedynie w Beskidzie Niskim i Bieszczadach. Obecna kondycja i rozmieszczenie jej pozostałych — nielicznych, rozproszonych, niewielkich populacji w Polsce, to problem wymagający pilnie szeroko zakrojonych badań, stałego monitoringu i odpowiedniej, czynnej ochrony. Zaliczenie nadobnicy do gatunków chronionych bez odpowiednich starań ze strony człowieka nie daje obecnie gwarancji przetrwania gatunku, a jak pokazują doświadczenia z ostatnich kilkudziesięciu lat prowadzi do stałego zmniejszania się liczby jej stanowisk.

Najpilniejszym problemem dotyczącym badań nad nadobnicą w Polsce wydaje się szybkie poznanie, zinventaryzowanie i ochrona jej niewielkich stanowisk na terenie południowej Polski, a zwłaszcza wyspowych stanowisk na Jurze Krakowsko-Częstochowskiej i w Beskidach. Według naszych najnowszych obserwacji stanowiska nadobnicy na Jurze i w niektórych częściach Beskidów są obecnie rozproszone, a populacje nieliczne, często ograniczone do niewielkich powierzchni, a nawet pojedynczych drzew. Stanowiska takie są przez to szczególnie zagrożone zniszczeniem zarówno w trakcie prac leśnych, jak i przez miejscową ludność, która często pozyskuje drewno bukowe na opał.

Ostatnio mówi się o progresie omawianego gatunku w Polsce. Czy fakt mnożących się relacji dotyczących obserwacji nadobnicy jest zatem wynikiem lepszej kondycji populacji tej kózki w naszym kraju, czy może jest wynikiem łatwości jej spotykania w konkretnych miejscach i większej penetracji niektórych terenów przez człowieka? Większość obserwacji z ostatnich lat dotyczy bowiem nie okazów obserwowanych na pniach w lesie — miejscach naturalnego występowania i życia tej pięknej kózki, a okazów spotykanych w Beskidzie Niskim i Bieszczadach na sagach drewna bukowego, złożonych wzdłuż dróg leśnych i przygotowanych do wywozu, składach drewna bukowego w miejscach wypalania węgla drzewnego, czy wreszcie na składnicach

drewna, często daleko od lasu. Miejsca takie działają jak swoiste wabiki ściągające dorosłe chrząszcze, nierzadko ze znacznego obszaru. Wydawać by się mogło, że nadobnica na tych terenach jest liczna i nie zagrożona, natomiast nie zwraca się uwagi na to, że duża ilość jaj i młodych larw ulega przez to zniszczeniu. Nie można jednak zapomnieć, że czynnikiem determinującym tutaj istnienie konkretnych stanowisk jest człowiek-leśnik, kształtujący bezpośrednio środowisko życia tej kózki. Od niego to w dużej mierze zależy trwałość i dalsza, dobra egzystencja tego gatunku w naszych lasach. Obserwacje nie tylko autorów tego artykułu dowodzą niestety, że w postępowaniu człowieka brakuje tutaj często elementarnych zasad dotyczących ochrony zagrożonych gatunków. Argumenty entomologa-przyrodnika wydają się zwykle nieprzekonujące i blahe. Tymczasem takie gatunki jak nadobnica stały się rzadkością m. in. z powodu swej specyficznej biologii i ekologii i stąd są tak wrażliwe na zmiany ich środowiska życia. Brak odpowiednich miejsc lęgowych w postaci starych, martwych pni bukowych, w ciepłych, nasłonecznionych miejscach w lasach, a zwłaszcza na ich skrajach, chętnie zamieszkiwanych przez tą kózkę, to główny czynnik, który ogranicza jej występowanie i zmusza ją do szukania innych miejsc do swego rozwoju. Ostatnio jeden z autorów niniejszego artykułu obserwował w Beskidzie Sądeckim nadobnicę bezskutecznie poszukującą odpowiednich miejsc do złożenia jaj w terenie, gdzie wcześniej usunięto stary, zmurszały pień buka, w którym odbywała rozwój od wielu lat i gdzie stale obserwowano kilka lub kilkanaście osobników. W wyniku braku odpowiednich siedlisk nadobnica odbywa rozwój w różnych nietypowych miejscach — np. w dość cienkich, martwych konarach w koronach drzew.

Odrębnym problemem jest zagrożenie dla istnienia pewnych populacji nadobnicy, które stwarzają niekiedy hobbyści-entomolodzy. Nie jest to problem istotny w przypadku np. Bieszczadów, ale istotny w innych okolicach. O ile odłowienie nawet sporej ilości imagines np. ze składu drewna w terenie, gdzie populacje są liczne jest niewielką dla nich stratą, to odłowienie jednej czy kilku samic z naturalnego miejsca występowania, zwłaszcza w przypadku lokalnych i niewielkich stanowisk (Beskid Sądecki, Pieniny, Jura Krakowsko-Częstochowska) może wyraźnie osłabić, a czasem nawet zniszczyć populację.

Jak więc powinna być realizowana ochrona nadobnicy? Na pewno na obszarze Beskidu Niskiego i Bieszczadów odpowiednia ochrona biotopów będzie wystarczająca. Na innych terenach konieczna wydaje się czynna ochrona w formie hodowli owadów i zasilania nimi naturalnych populacji, oczywiście w porozumieniu i za zgodą Państwowej Rady Ochrony Przyrody i Głównego Konserwatora Przyrody. Czy jest ona w stanie na dłuższą metę zarządzić problemom jakie niesie dla tego gatunku gospodarka leśna i związane z nią zmiany środowiska? Wydaje się, że w chwili obecnej taka ochrona jest konieczna. Według naszej wiedzy kilku entomologów-amatorów rozmnaża tego chrząszcza z powodzeniem w warunkach domowej hodowli teraryjnej. Niestety, brak jest publikacji o szczegółowych warunkach tych hodowli, częściowo zapewne dlatego, że jest ona niezgodna z obowiązującym w Polsce prawem. Przepada przez to szereg istotnych informacji, często bardzo cennych, gdyż biologia i ekologia nadobnicy alpejskiej są jeszcze wciąż

niedostatecznie poznane. Należy zaznaczyć, że okazy ze wspomnianych hodowli dotychczas w dużej mierze pokrywają zapotrzebowanie kolekcjonerskie, a nad owadami złowionymi w naturze mają tę przewagę, że są włączane do zbiorów po wyjściu z poczwarki, a więc są nieuszkodzone.

Konieczne wydaje się więc uruchomienie hodowli tej kózki w warunkach laboratoryjnych w pomieszczeniach zamkniętych, jak również stworzenie hodowli półotwartej w warunkach polowych, co pozwoli dokładnie poznać biologię tego gatunku. Równocześnie na terenach objętych ochroną prawną (m. in. Pieniński Park Narodowy, Magurski Park Narodowy, Bieszczadzki Park Narodowy, Popradzki Park Krajobrazowy i Zespół Jurajskich Parków Krajobrazowych) powinno się przeprowadzić choćby częściową inwentaryzację stanowisk i wprowadzić ich stały monitoring. Należy również bardziej wyeksponować problemy ochrony nadobniczy alpejskiej w oparciu o istniejącą bazę edukacji ekologicznej na terenie tych placówek, być może także z ekspozycją hodowli półotwartej. Doskonałym miejscem takiej hodowli mógłby być np. Gminny Park Ekologiczny w Rytrze, na terenie Popradzkiego Parku Krajobrazowego, w pobliżu którego nadobnica występuje, a gdzie istnieją już tradycje ochrony zwierząt (płazy i gady) i roślin, a także ich środowisk.

Dalszych badań w naturalnym środowisku, a także w hodowli, wymaga również ekologia nadobniczy, m. in. konkurencyjność w stosunku do niej — larw innych chrząszczy

z rodziny kózkowatych, zamieszkujących to samo środowisko. Wiele problemów dotyczących biologii i ekologii nadobniczy można by rozwiązać w stosunkowo krótkim czasie i przy minimalnych nakładach. Znacznie większych nakładów i współpracy wielu ludzi dobrej woli wymaga inwentaryzacja obecnych stanowisk tego owada w naszym kraju, zwłaszcza tych rozproszonych, a być może również nowo powstałych na skutek przewożenia larw wraz z drewnem.

Na koniec należy podkreślić, iż szczególnie istotną kwestią, mającą olbrzymie znaczenie dla ochrony omawianego chrząszcza, jest odpowiednia edukacja — zwłaszcza młodych pokoleń przyszłych leśników polskich w szkołach ponadpodstawowych, a szczególnie w szkołach wyższych. Najważniejsze jest uczulanie przyszłych gospodarzy lasu na konieczność pozostawiania w drzewostanach — starych, martwych buków lub ich części, nie przedstawiających przeważnie żadnej wartości materialnej, a będących koniecznymi składnikami dobrze funkcjonujących ekosystemów lasów bukowych, a zarazem niezbędnym warunkiem pomyślnej egzystencji ich chyba największej ozdoby — nadobniczy alpejskiej.

Wpłynęło 20.11.2004

Dr inż. Jakub Michalcewicz jest pracownikiem Akademii Rolniczej w Krakowie

Wiesław HEFLIK, Lucyna NATKANIEC-NOWAK (Kraków)

FORMY ARTYSTYCZNE PRZYRODY NIEOŻYWIONEJ

Przyroda nie lubi standardów. Z prostych postaci tworzy najbardziej skomplikowane kombinacje, zawsze jednak spełniające podstawowe prawa matematyki i fizykochemii. Jej dzieła zachwycają, a zarazem zdumiewają prostotą rysunku i zawilnością formy. W końcu lat 90. XX wieku IMA (Międzynarodowa Asocjacja Mineralogiczna) zaliczyła do grupy minerałów krystaliczną postać wody, tj. lód. Naturalne lodowe formy przestrzenne i rysunki wzorów, jakie tworzy przyroda, z niczym nie da się porównać. Są zróżnicowane i niepowtarzalne, niczym linie papilarne u człowieka.

Należy pamiętać jednak, że postać zewnętrzna, tzw. pokrój minerału, jest ściśle uzależniony od warunków krystalizacji, czyli warunków swobodnego wzrostu. Każdy przypomina sobie proste doświadczenie, jakie wykonywał w szkolnych latach, ze stężonym roztworem soli. Pozostawiona na spodku ciecz z czasem zamieniała się w regularne kryształki halitu. Oczywiście wielkość tych sześciątów była mała. Inaczej sprawa przedstawia się w kopalniach soli, gdy działa czas geologiczny i gdy tworzący się kryształ nie ma ograniczonej przestrzeni. Takie warunki stwarzają pustki czy szczeliny skalne. Powstające kryształy mogą wtedy osiągać duże rozmiary, o boku długości nawet do kilkudziesięciu centymetrów. Zwykle jednak mamy do czynienia

ze skupieniami zbitych, drobnych ziaren, których obserwowany pokrój jest najczęściej nieregularny. Ale to tylko pozory. Już przy niewielkich powiększeniach rzędu kilku lub kilkunastu razy, widoczne są strefy wzrostu kryształu, a zarazem typowa dla niego postać zewnętrzna. Kończąc temat soli kamiennej i zróżnicowania jej form występowania w przyrodzie należy wspomnieć o rzadko spotykanej postaci soli włóknistej, której generującym czynnikiem jest głównie ciśnienie (ryc. 1).

Do grupy minerałów solnych zalicza się min. gips $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Mineral ten tworzy się w procesie ewaporacji, tj. krystalizacji soli z jonów zawartych w wodzie morskiej lub jeziornej, dając nagromadzenia skał gipsowych. Gips krystalizuje w układzie jednoskośnym tworząc typowe kryształy tabliczkowe, spłaszczone wzdłuż jednej ze ścian, często zbliżone do kwadratu, bądź też kryształy słupkowe, wydłużone — gips włóknisty. W zależności od warunków wzrostu i chemizmu roztworów barwa kryształów gipsu jest zróżnicowana, od bezbarwnych, białych, szarych, przez żółtawe, aż do zupełnie czarnych. Dobrze wykształcone, czyste chemicznie kryształy gipsu zwane są selenitem, a osiągające nieraz gigantyczne rozmiary określa się terminem szklicy gipsowej.



Ryc. 1. Halit włóknisty z kopalni soli Inowrocław. Z kolekcji Zakładu Mineralogii, Petrografii i Geochemii AGH. Średnica okazu 10 x 5 x 3 cm

Niewątpliwie ciekawostką przyrodniczą są wspomniane już bliźniaki gipsu, zwane „jaskółczym ogonem”. Są one dość pospolite. Tworzą się poprzez zrost dwóch tabliczkowych kryształów wzdłuż ścian (100). Mogą być różnej wielkości, od drobnych form mierzących kilka centymetrów, do gigantów osiagających nawet 1 m. Zwykle budujące je kryształy są bezbarwne, przezroczyste bądź przeświecające.



Ryc. 2. Róża pustyni z Sahary Algierskiej. Z kolekcji Zakładu Mineralogii, Petrografii i Geochemii, AGH. Średnica okazu 15 x 7 x 5 cm

Do unikatowych form mineralnych należą niewątpliwie „róże skalne”, zwane też „różami pustyni”. Są to rozetkowe skupienia spłaszczone, lekko beczułkowate kryształy gipsu, jednorodnie zabarwionych w odcieniu brunatnym lub żółtobrunatnym przez równomiernie rozmieszczony na powierzchni kryształów drobny pigment związków żelaza, głównie hematytu Fe_2O_3 . Nazwa oddaje wygląd owych skupień, tworzących się w warunkach pustynnych, do złudzenia przypominających kwiaty róż. A gdy przyjrzeć się im uważnie, to można dostrzec płatki tulące się do siebie, niczym młode, nierozwinięte jeszcze pąki kwiatów, to

znów rozchylone, dojrzałe kwiatostany. Ilość kombinacji tych układów jest prawie nieograniczona. Niektóre pokryte są drobnymi, przezroczystymi kryształkami kwarcu, sprawiającymi wrażenie kropeł porannej rosy osiadłych na płatkach pustynnych „kwiatów”. Nie będzie przesadą w stwierdzeniu, że „róże skalne” są łącznikami przyrody nieożywionej i ożywionej (ryc. 2).

Do powstania tego rodzaju naturalnych form mineralnych konieczne są specyficzne warunki krystalizacji. Dotyczy to zarówno klimatu, jak i uwarunkowań geologicznych. Splot tych czynników może dopiero dać jedyny w swoim rodzaju efekt, niespotykany w innych środowiskach. Krystalizacja „róż skalnych” ma miejsce na pustyniach piaszczystych. Zachodzi ona w sprzyjających warunkach klimatycznych, wodnych, chemicznych, litologicznych oraz przestrzennych, umożliwiających rozwój idiomorficznie wykształconych kryształów, w tym przypadku gipsu. Róże takie tworzą się w miejscach, gdzie panuje wzmożone parowanie, ciągła cyrkulacja roztworów wodnych wzbogaconych w jony Ca^{2+} i SO_4^{2-} , a skały macierzyste, w których występują, mają odpowiednią porowatość. Głębokość strefy skalnej, na której krystalizują, jest stosunkowo mała, bo zaledwie kilkadziesiąt centymetrów od powierzchni. Przy ich tworzeniu ważną jest zmiana temperatury. W okresie chłodnym, np. podczas zimy saharijskiej, przez utwory piaszczyste przepływają roztwory descenzyjne (pochodzące z powierzchni), wzbogacone w jony Ca^{2+} i SO_4^{2-} . W porze letniej ruch tych roztworów jest odwrotny, ascenzyjny, tzn. od dołu ku górze. Wskutek intensywnego parowania dochodzi wówczas do przesycenia roztworu i krystalizacji gipsu, wykształconego m.in. w formach przypominających omawiane róże. Jedno ze złóż, w których występują omawiane formy skalne, znajduje się w miejscowości Ksabi w pobliżu ouedu Es-Souireg (północno-zachodnia Sahara, Algieria).



Ryc. 3. Zeolit z regionu Poona, Indie. Z kolekcji L. Natkaniec-Nowak. Średnica okazu 3 x 2 x 1,5 cm

Do innych interesujących form mineralnych należą skupienia rozetkowe, promieniste, a w szczególności tzw. „słońca”. Najbardziej spektakularne formy tworzą osobniki turmalinów, bądź aktynowitu (amfibol), zwane w terminologii mineralogicznej jako „słońca turmalinowe” i „słońca aktynowitowe”.

Turmaliny to skomplikowana chemicznie grupa boroglinokrzemianów. Krystalizują w układzie trygonalnym, tworząc kryształy o pokroju słupkowym. Zmienny układ chemiczny (stwierdzono w nich około 25 pierwiastków)

implikuje obecność różnorodnych barw i odcieni. Nie do rzadkości należą osobniki polichromatyczne turmalinów, w których jeden koniec kryształu może być czerwony, a drugi zielony. W „arbusowym” turmalinie różowoczerwone wnętrza kontaktuje z zieloną otoczką. Rzadką odmianą jest tzw. „czarna głowa”, tj. bezbarwny kryształ (słup trygonalny) zakończony czarną piramidą. Obok wspomnianej wyżej różnorodności barw, turmaliny wykazują ponadto ciekawe zjawisko, a mianowicie zmianę barwy w zależności od kierunku obserwacji i przechodzącego przez nie światła. Nazywa się to pleochroizmem.



Ryc. 4. Wawellit z Wiśniówki Dużej k/Kielc. Z kolekcji W. Heflika. Średnica okazu 1, 5 cm

„Słońca turmalinowe” nie należą do rzadkości, niemniej te spotykane na Ukrainie to prawdziwe ewenementy przyrodnicze. W rejonie Żytomierza napotkano skupienia promieniste czarnych turmalinów, w których kryształy miały do 25 cm długości i ok. 5 cm szerokości. Szczególnie efektowne bywają „słońca turmalinowe” utworzone przez różowe odmiany tego minerału zwane rubelitem, z podwyższoną zawartością manganu i litu. Charakterystyczną cechą genetyczną turmalinów jest ich związek z krystalizacją lub metasomatycznym oddziaływaniem lotnych produktów magmy. Stanowią więc produkty działalności pneumatolitycznej, hydrotermalnej i metasomatozy kontaktowej.

Podobne skupienia tworzą aktynolity. Jest to grupa jednoskośnych amfiboli, krystalizujących w postaci osobników o pokroju słupkowym, pręcikowym, bądź włóknistym, często zbliźniaczonych. Formy promieniste zwane są „słońcami aktynolitowymi” bądź „kamieniami promienistymi”. Niekiedy tego rodzaju formy promieniste zbudowane są z tremolitu (minerał grupy aktynolitu o niższej zawartości żelaza). Jedne i drugie najczęściej spotkać można w obrębie serpentynów, np. „tremolitowe słońce” spod Śnieżnika Kłodzkiego. Tremolit powstaje łatwo z serpentynu przy wzniesieniu stopnia metamorfizmu i wzbogaceniu środowiska jego krystalizacji w wapń.

Skupienia rozetkowe, promieniste tworzą też inne minerały, m. in. zeolity (ryc. 3). To szczególna grupa glinokrzemianów o zmiennym składzie chemicznym, a tym samym właściwościach optycznych. Można by powiedzieć, że to nieprzewidywalne formy przyrody, a ta ich osobliwość wynika z obecności w strukturze dużych luk śródsieciowych i kanałów, w których dochodzi do ciągłej wymiany kationów. W pustkach i szczelinach skalnych, gdzie najczęściej krystalizują te minerały, spotkać można różnego rodzaju

formy skupień, o ciekawych odcieniach barw: od bezbarwnych i białych do lekko żółtawych, żółtobrunatnych, brunatnych, czerwonych, różowych, zielonych. Zdecydowana większość zeolitów należy do produktów hydrotermalnych, szczególnie pochodzenia pomagmowego, zwłaszcza powulkanicznego. Bywają lawy, w których prawie całe tło skalne jest impregnowane zeolitami (np. w niektórych rejonach Nowej Zelandii, czy Irlandii). Czyste i prawidłowo wykształcone zeolity najczęściej spotkać można w szczelinach i próżniach skalnych. Warto wspomnieć, że w badaniach nad zeolitami szczególne zasługi i sławę światowego znawcy tych minerałów zdobył polski mineralog prof. S. J. Thugutt.



Ryc. 5. Staurolit z Kejwy, Półwysep Kola, Rosja. Z kolekcji Zakładu Mineralogii, Petrografii i Geochemii, AGH. Średnica okazu 2 x 2 cm

W świecie minerałów fosforany należą do związków pospolitych. To jak wiadomo podstawowy budulec mineralny (apatyt) kręgowców, do których należy również człowiek. W grupie fosforanów wymienia się min. wspomniany wyżej apatyt, waryscyt, wiwianit, wawellit i turkus. Najbardziej znanym i cenionym jest oczywiście turkus, natomiast mniej znanym, ale równie interesującym, jest wawellit. Jest to minerał krystalizujący z roztworów hydrotermalnych, tworzący skupienia promieniste lub włókniste kryształów słupkowych lub igielkowych. Nie do rzadkości należą nacieki i naskorupienia wawellitu w szczelinach i na płaszczyznach spękań skał, głównie łupków krystalicznych. W obrazie mikroskopu elektronowego (SEM) widać wyraźnie pokrój kryształów wawellitu i ich układ promienisty (ryc. 4). Wawellit należy do minerałów rzadkich, rozpowszechnionych tylko w niektórych rejonach świata. W Polsce znany jest m.in. z Gór Świętokrzyskich, a zwłaszcza z Wiśniówki Małej koło Kielc, gdzie w piaskowcach kwarcytowych, na płaszczyznach niektórych ławic lub w szczelinach tych skał, napotkać można wyjątkowo efektowne, różnobarwne (bezbarwne, białe, zielone, różowe i brunatne) kryształy wawellitu o dobrze rozwiniętej budowie promienistej. Bogata kolekcja tych minerałów znajduje się w Muzeum Geologicznym Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie.

Do osobliwych form mineralnych należą niewątpliwie bliźniaki krzyżowe staurolitu (ryc. 5). Sam staurolit jest typowym minerałem skał przeobrażonych średniego stopnia metamorfizmu regionalnego. Tworzy krótkie słupki, często zbliźniaczone, przenikające się prostokątnie lub ukośnokątnie. Bywa żółtobrunatny lub czerwobrunatny, a na-

wet czarny. Staurolit jest minerałem pospolitym. Występuje najczęściej w łupkach mikowych, łupkach kwarcytowych oraz niektórych odmianach gnejsów. W Polsce dobrze wykształcone pojedyncze oraz krzyżowo zbliżone kryształy staurolitu, osiągające nawet do kilku centymetrów długości, występują w okolicach Głucholaz w dolnodewońskich łupkach kwarcytowych

Zaprezentowane formy mineralne nie wyczerpują możliwości twórczych natury. Wspomnieć chociażby można o niezrównanym bogactwie form w szatach naciekowych jaskiń krasowych. To prawdziwy majstersztyk. Dużo mniej obrazowe są wypełnienia pustek i szczelin skalnych w postaci tzw. szczotek krystalicznych (m.in. kwarcowych, kalcytowych). Z formami krasowymi mogłyby jedynie konkurować struktury agatowe, ze swoją różnorodnością,

zawiłością rysunków wzorów i kolorystyką. Ale agaty to odrębny temat.

Dzieła natury to arcyzm w najlepszym wydaniu. Można by rzec, że to najdoskonalsza klasyka, a człowiek w swoich dokonaniach w mniej lub bardziej udany sposób próbuje je odwzorowywać..

Wpłynęło 2.05.2005

Prof. dr hab. Wiesław Heflik jest emerytowanym profesorem w Zakładzie Mineralogii, Petrografii i Geochemii Wydziału Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie.

Dr inż. Lucyna Natkaniec-Nowak jest adiunktem w Zakładzie Mineralogii, Petrografii i Geochemii Wydziału Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie.

Andrzej SAMEK (Kraków)

MIĘCZAKI NA ZNACZKACH

Mięczaki, a właściwie ich muszle, pojawiły się dość późno na znaczkach pocztowych. Wyprzedziły je heraldyczne lwy, orły, a także zwierzęta egzotycznych krajów na znaczkach z ówczesnych kolonii.



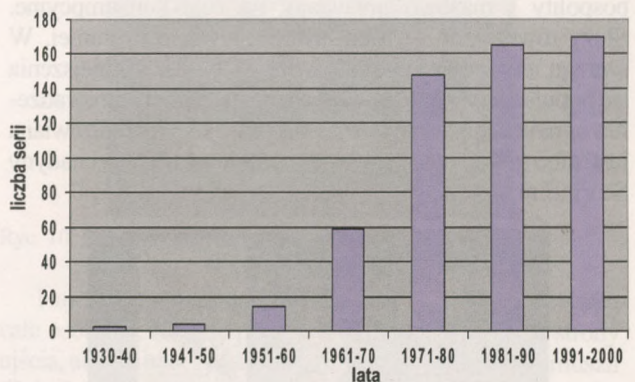
Ryc. 1. Jeden z wczesnych znaczków z muszlami, muszla jako motyw drugorzędny

Po raz pierwszy motyw muszli znalazł się, zresztą jako motyw drugorzędny, na znaczkach kolonii brytyjskiej, Kajmanów w 1935 r. Obok portretu króla Jerzego V, na znaczkach uwidoczniła muszlę wielkiego ślimaka morskiego *Strombus gigas*, pospolitego w obszarze Morza Karaibskiego, zwanego w języku angielskim „muszlą królowej”. Pojawiła się ona również na kolejnych seriach tej kolonii, z portretem króla Jerzego VI (1938, 1947, 1950). Można zauważyć, że w pierwszej serii muszlę umieszczono wierzchołkiem w dół, (sposób przedstawiania muszli charakterystyczny dla publikacji francuskich).

Kolejna muszla na znaczku, już jako motyw główny, ukazała się dopiero w 1952 r. z okazji XIX Kongresu Geologów w Algierii. Był to amonit.

Można jednak stwierdzić, że do lat 60. muszle na znaczkach ukazywały się rzadko. Występują sporadycznie np. wśród serii przedstawiającej faunę Jugosławii (1956), czy

już jako seria muszli, na znaczkach kolonii brytyjskiej Turks i Caicos, leżącej w obszarze wysp Bahama. Dopiero w latach 1960-75 rozpoczyna się prawdziwa eksplozja motywu muszli na znaczkach. Może się to łączyć z rozwojem w tym okresie techniki swobodnego nurkowania i rosnącym gwałtownie zainteresowaniem fauną morską. Penetracja wód przybrzeżnych, zwłaszcza obszaru raf koralowych spowodowała, że człowiek ponownie, jak to było uprzednio w XVIII wieku, odkrył piękno muszli. Stały się one także przedmiotem kolekcjonerstwa.



Ryc. 2. Wzrost liczby serii znaczków z muszlami

Na załączonym wykresie przedstawiono orientacyjne liczby serii znaczków z muszlami, jakie ukazywały się w latach 1935-2005. Do 1990 r. ukazało się już ponad 150 serii znaczków z muszlami. O tego czasu pojawia się ich już mniej, przyrost jest wolniejszy. Rocznie ukazuje się jednak kilka do kilkunastu nowych edycji. Jak zresztą cała faunistyka na znaczkach, sposób prezentacji muszli staje się coraz bardziej wyrafinowany i odznacza się niekiedy bardzo wysokim poziomem graficznym.

Liczba gatunków mięczaków, które dotąd ukazały się na znaczkach jest bardzo duża. Do roku 2005 ukazało się ich około 600, mimo że byłyby to zaledwie 1 % znanych gatunków morskich. Na znaczkach przeważają zdecydowanie ślimaki i małże morskie (około 76%). Inne grupy mięczaków pojawiają się rzadko. Są to ślimaki lądowe i małże słodkowodne (około 10%), głownogi (około 6%), a także morskie ślimaki tyłoskrzelne (około 5%). Reszta to muszle mięczaków kopalnych i motywy związane z muszlami.



Ryc. 3. Znaczki ze skrzydelnikiem *Strombus gigas*

Najczęściej na znaczkach pojawiają się muszle ślimaków dużych, o pięknym ubarwieniu lub ciekawym kształcie. Pierwsze miejsce wśród nich utrzymuje właściwie nieprzerwanie, od pierwszej edycji muszli do dzisiaj, *Strombus gigas* (pojawia się na około 30 znaczkach). Ślimak, jest jednym z największych przedstawicieli rodziny Strombidae, dochodzi do 150-350 mm wysokości. Występuje w Morzu Karaibskim, Oceanie Atlantyckim u południowo-wschodnich wybrzeży Florydy i wokół Bermudów w strefie przybrzeżnej do 30 m głębokości, na koralowym piasku. Po dnie porusza się w bardzo charakterystyczny sposób, skokami, a w utrzymaniu równowagi pomaga mu odgięta w kształcie skrzydła warga zewnętrzna. Jest bardzo pospolity i masowo poławiany na cele konsumpcyjne. Służy również do wyrobu biżuterii, zwłaszcza kamei. W szeregu akwenach jest przełowiony i wobec zmniejszenia się populacji, w wielu państwach, np. na Kubie wprowadzenia ograniczenia w wywozie. Na znaczkach przedstawiana jest albo jego muszla lub też cały osobnik (Grenadyny St. Vincent).



Ryc. 4. Znaczki z trytonem *Charonia tritonis*

Zaraz za nim, na liście najczęściej występujących na znaczkach ślimaków morskich, plasują się duże ślimaki z rodziny trytonów (Cymatiidae), *Charonia tritonis* (na 26 znaczkach) i *Charonia variegata* (na 13 znaczkach). Występują na rozległych obszarach i wiele krajów umieściło je na

swoich znaczkach (Kenia, Mikronezja, Palau, Papua-Nowa Gwinea, Święta Helena, Malta, Cypr).



Ryc. 5. Znaczki ze sławnym stożkiem *Conus gloriarius*

Charonia tritonis, zwany pospolicie rogiem Trytona, jest jednym z największych ślimaków morskich (100-430 mm wysokości). Występuje w Morzu Czerwonym i Oceanie Indyjskim, w Oceanie Spokojnym, wokół wschodnich wybrzeży Afryki po południowe wybrzeża Japonii, Hawaje, Polinezję i pomocne wybrzeża Nowej Zelandii i Australii, na piaszczystym dnie, na rafie i na większej głębokości. Odżywia się głównie rozgwiazdami, strzykwami. Jako taki, jest jedynym naturalnym sprzymierzeńcem człowieka w zwalczaniu niebezpiecznej rozgwiazdy korony ciemniowej — *Acanthaster planci*, groźnego szkodnika raf koralowych. Gatunek poławiany masowo do wyrobu pamiątek, jest w wielu akwenach przełowiony. W niektórych krajach, jako ginący, znajduje się pod ochroną. Podobny wygląd ma ślimak morski *Charonia variegata* dochodzący do 100-380 mm wysokości. Występuje w Morzu Karaibskim, w zachodniej części Oceanu Atlantyckiego, od Bermudów do wybrzeży Brazylii i wschodniej części Oceanu Atlantyckiego wokół Wysp Kanaryjskich, a także w Morzu Śródziemnym. Jest niezbyt częsty i również w wielu obszarach przełowiony.



Ryc. 6. Porcelanki Indopacyfiku

Pośród pięknych i niebezpiecznych stożków Conidae, najczęściej pojawia się *Conus textile*, stożek złotogłów (na 11 znaczkach). Stożki, drapieżne ślimaki morskie, mają zęby tarki przekształcone w podobne do harpunów groty, połączone z gruczołem jadowym. Ukłucie poraża ofiary, a jad niektórych gatunków jest niebezpieczny dla człowieka i może spowodować śmierć. *Conus textile* był uważany za jeden z bardzo jadowitych stożków, stąd może jego obecność na znaczkach. Nowsze badania wykazały, że jego jad nie zagraża życiu. Występuje on w Morzu Czerwonym, w Oceanie Indyjskim i Oceanie Spokojnym, aż po Australię i Hawaje, w strefie przybrzeżnej na rafie. Jest pospolity, poluje na ślimaki przodoskrzelne. Często prezentowany jest cały

osobnik (Wyspa Bożego Narodzenia, Madagaskar, Pn. Wy-
spy Cooka).



Ryc. 7. Znaczkiz przedstawicielami rodziny pleurotomarii

Dość często zamieszczany jest również (na 6 znaczkach) najslawniejszy chyba stożek świata *Comus gloriamaris* — sława mórz. Tak nazwał go znakomity koncholog I. H. Chemnitz, który opisał go w 1777 r. Stożek był bardzo rzadki, zwłaszcza, kiedy pod wodą zniknęło jedyne, jak wówczas przypuszczano, miejsce gdzie znaleziono dalsze okazy. Odkryty ponownie w pobliżu wyspy Bohol, w archipelagu Filipin, przez H. Cuminga, wkrótce został uznany za zaginiony, gdy rafę zniszczył wybuch wulkanu. Po drugiej Wojnie Światowej znane było zaledwie 22 okazy. Później okazało się, że występuje na znacznym obszarze wokół Filipin, Nowej Gwineji i Wysp Salomona. Niemniej i obecnie należy do bardzo rzadkich i jest poszukiwany przez kolekcjonerów.



Ryc. 8. Znaczkiz trójkątne (Tunezja) i okrągłe (Tonga)

Z porcelanek Cypraeidae, często pojawiają się najbardziej znana chyba porcelanka *Cypraea tigris* porcelanka tygrysa i *Cypraea mauritiana*. Nie brak oczywiście największego małża, przydaczni *Tridacna gigas*. Ciekawe, że na znaczkach nie występują największe ślimaki świata: *Syrinx auranus* z Australii i *Pleuroploca gigantea* z zachodniej części Oceanu Atlantyckiego. Raczej więc piękno kształtów czy bogactwo ubarwienia decydowało o wyborze tematu na znaczku.

Niezbyt często przedstawiane są również muszle bardzo rzadkich gatunków, poza słynną rodziną pleurotomarii Pleurotomariidae. Pleurotomarie są starożytną rodziną ślimaków, wywodzącą się z kambriu. Pierwsze odkryto u wybrzeży Japonii w połowie XIX w. Zwane były „muszlą milionera” Choja-gai, gdyż rybakowi, który wyłowił jedną z pierwszych, ofiarowano zawrotną wówczas sumę 40 jenów. Dzisiaj są to jedne z najrzadszych muszli świata; znanych jest około 20 gatunków. Występują na dużych głębokościach w tropikalnych morzach świata, głównie u wybrzeży Japonii i w obszarze Morza Karaibskiego. Nic dziwnego, że pierwszą pleurotomarie *Micadotrochus beyrichii* wydała na znaczku Japonia już w 1963 r., a później ukazała się ona jeszcze na znaczkach innych krajów (Montserrat, Nowa Kaledonia, Tajwan).

Liczba krajów, których znaczkiz zdobią muszle jest bardzo duża, ponad 130. Są to zarówno duże państwa, USA,

Australia, Brazylia, jak i państwa niewielkie, Bahamy, Tuwalu czy Tonga. Są wśród nich także terytoria uprawnione do edycji własnych znaczków. Należą do nich terytoria zamorskie np. Wyspy Kokosowe, terytoria autonomiczne np. Wyspy Cooka, a także wspólnoty terytorialne (Saint Pierre i Miquelon) i terytoria zależne (Pictaim Island). Najliczniejsze serie obejmujące kilkanaście znaczków wydawane są przez kraje wyspiarskie lub otoczone morzami o bogatej, tropikalnej faunie, takie jak: Belize, Wyspy Cooka, Grenada, Kajmany, Kuba, Malediwy.



Ryc. 9. Porcelanki, całe osobniki i muszle (Wyspy Gilberta i Ellice, obecnie Kiribati)

Ciekawe jednak, że znaczkiz z mięczakami morskimi wydają również kraje nieposiadające dostępu do morza. I tak Afganistan wydał serię ślimaków lądowych i morskich (1999), a Laos górzysty kraj bez dostępu do morza, serię muszli ślimaków i małży morskich (1993).

Mięczaki przedstawiane są na znaczkach w różnorodny sposób. W ogromnej większości są to piękne wielobarwne rysunki wykonane różnymi technikami: akwarele, gwasze, pastele. Na tym tle nader ubogo przedstawia się polska seria dwóch znaczków przedstawiających ślimaki słodkowodne z 1997 r. Bardzo rzadko reprodukowane są fotografie (Afganistan, Komory).



Ryc. 10. Hodowla dużych małżów (Palau)

Najczęściej przedstawiane są same muszle, ale czasem i całe osobniki. Muszle pokazywane są zazwyczaj od strony ujścia, ale nie brak i prezentacji obustronnej tej samej muszli (Palau), lub nawet wielu niezwykłych ujęć od strony syfonalnej czy wierzchołkowej (jak to ma miejsce w przypadku *Strombus gigas* na znaczkach Saint Kitts i Nevis). Rysunki muszli są przeważnie bardzo wierne, ale zdarza się, że stylizacja lub uproszczenie powodują, że niekiedy są mało podobne do oryginału (Libia, Holandia).

To jest przeważnie białe lub jednokolorowe, ale często przedstawia także dno morskie (Wyspy Cooka, Indie), piasek wybrzeża (Kenia, Majotta, Niue), albo naturalne lub stylizowane wodorosty (Ghana, Somali, Grenada).

Przeważnie wydawane są serie kilku różnych gatunków mięczaków, charakterystycznych dla danego obszaru, a na-

wet endemitów (Urugwaj, Falklandy). Pojedyncze muszle ślimaków i małży pojawiają się także w seriach faunistycznych wśród ryb, skorupiaków, ptaków, owadów (Wyspy Salomona, Rumunia, Wyspy Kokosowe).



Ryc. 11. Głównogoi na znaczkach (Niue)

Oprócz znaczków o normalnym kształcie znaleźć można także znaczki w kształcie trójkąta (Tunezja), a nawet niezwykle znaczki w kształcie krążka (Tonga).



Ryc. 12. Różnorodnie ubarwione ślimaki z rodzaju *Liguus* (Kuba)

Często seriom towarzyszą bloki, niekiedy bardzo bogate, przedstawiające np. fragment dna morskiego z poszczególnymi osobnikami umieszczonymi również na odrębnych znaczkach (Australia, Gwinea, Niue). Zdarzają się również bloki złożone z 6-24 znaczków, tworzące jeden obraz, na którym widoczne są różne morskie zwierzęta, także i mięczaki (Malta). Czasem na bloku znajduje się kompozycja utworzona z wielu muszli, eksponowanych w serii (Barbados, Malta, Grenada).

Można by wymienić dwa ciekawe bloki. Jednym jest blok przedstawiający porcelanki (Wyspy Gilberta i Elice, obecnie Kiribati), gdzie obok muszli przedstawiono żywe osobniki, co jest rzadkością. Ich muszla ostłonięta jest prawie w całości płaszczem, który maskuje zwierzę. Drugim jest blok (Palau 1991), pokazujący pracę ośrodka hodowli wielkich małży z rodzaju *Tridacna* i *Hippopus*, *Micronesian Mariculture Demonstration Center* (MMDC), działającym w Koror na wyspie Palau. Wyhodowane z larw młodociane osobniki są zasiedlane na rafach w kilkunastu krajach. Hodowla może w przyszłości zapobiec wyginięciu, jakie w wyniku przełowienia zagraża obecnie tym wielkim małżom.

Barwne morskie ślimaki tyłoskrzelne przedstawiane są prawie zawsze w środowisku naturalnym, na dnie lub wśród wodorostów (Somali, Niue, Wyspa Norfolk). Serię

muszli mięczaków kopalnych, poza amonitami, wydała chyba tylko Etiopia.



Ryc. 13. Cykl rozrodczy lądowego ślimaka (Korea Północna)

Z głównogów przedstawionych na znaczkach, prawie połowa to łodziki (*Nautilus* sp.). Łodziki są jedynym żyjącym obecnie rodzajem głównogów czteroskrzelnych, bliskim krewniakiem wymarłych amonitów. Spośród kilku gatunków najbardziej pospolity jest *Nautilus pompilius* i on właśnie figuruje na znaczkach. Występuje w obszarze pomiędzy Wyspami Moluckimi a Filipinami. Jako ciekawostkę można wymienić blok wydany przez Palau w 1988 r. opisujący szczegółowo nowy gatunek z tego obszaru *Nautilus balauensis*, przedstawiają go również znaczki Niue.



Ryc. 14. Błędne, lewoskrętne muszle (Somali)

Ślimaki lądowe na znaczkach to najczęściej pięknie ubarwione ślimaki z rodzajów *Polymita* charakterystyczne dla Kuby i *Liguus* sp. występujący także w obszarze Karaibów i na Florydzie. Serie przedstawiają kilka ich gatunków (Kuba). Nie brak również największego ślimaka lądowego achatyny (Kongo). Niezwykły blok, przedstawiający cykl rozrodczy lądowego ślimaka ukazał się w Korei Północnej (1997). Przedstawiono na nim poszczególne fazy rozrodu, a także opis szczegółowej anatomii ślimaka. Niestety napisy są tylko w postaci ideogramów.

Na znaczkach znaleźć można także sporadycznie tradycyjne ozdoby stroju z muszli kauri (Togo), wyroby ludowe, naszyjniki (Kuba), a nawet instrument muzyczny „putoka”, wykonany z muszli trytona (Polinezja Francuska).

Wreszcie należy wspomnieć o błędach, występujących w przedstawianiu muszli na znaczkach. Błąd, polegający na odwróconym przedstawieniu muszli po raz pierwszy

popęłił Rembrandt, sztychując w 1650 r. stożek *Conus marmoreus*. Otrzymał zamiast normalnej, prawoskrętnej, muszlę lewoskrętną. Błąd ten powtarza się i dzisiaj, na wielu seriach znaczków z muszlami i to wśród krajów wydających często takie znaczki. Wystarczy wymienić Somali, Palau, Nową Kaledonię, czy Wyspy Św. Tomasza i Książęcą. Zdarzają się też błędnie umieszczone podpisy (Mikronezja), a czasami podpisów brak zupełnie.

Znaczki z mięczakami są dość liczne, wydano ich na pewno ponad 1500. Może nie zawsze mogą konkurować z

takimi tematami jak motyle, ryby czy nawet ptaki, albo kwiaty. Z pewnością jednak wśród filatelistów, a także zainteresowanych filatelistyką, malakologów spotykają się one z dużym zainteresowaniem.

Wpłynęło 12.05.2005

Prof. zw. dr hab. inż. Andrzej Samek pracuje w Katedrze Automatyzacji Procesów w Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie.
Kolekcjoner muszli

Małgorzata WÓJTOWICZ (Kraków)

CO W ŚCIÓLCE PISZCZY, CZYLI O DEKOMPOZYCJI

Mało, kto zdaje sobie sprawę, że pod naszymi stopami toczy się życie bujniejsze niż wokół nas. Przez cały czas niezliczone drobne organizmy odżywiają się martwą materią organiczną i oddychają, a dzięki temu nasz świat funkcjonuje i jest zielony.

Ściółka

Wszędzie tam, gdzie gleba jest porośnięta roślinnością i gdzie występują organizmy żywe, wciąż gromadzi się martwa materia organiczna. Gromadzenie martwej materii organicznej bardzo intensywnie przebiega w lasach, zwłaszcza w okresie jesieni (ryc. 1). Stwierdzono, że aż około 90% nadziemnej produkcji netto w lasach strefy umiarkowanej może docierać corocznie do podłoża leśnego. W ściółce znajdują się, więc głównie liście, ale też kora, nasiona, fragmenty gałęzi, obumarłe rośliny runa, martwa fauna ściółkowa (ryc. 3). Tempo, w jakim gromadzona jest martwa materia może być różne — głównie w zależności od strefy klimatycznej. Na przykład w równikowych lasach

deszczowych warunki sprzyjają rozkładowi większej ilości materiału, niż jest dostarczany, natomiast w tajdze tempo dekompozycji jest znacznie wolniejsze niż tempo produkcji. Tak więc, każda cząstka wyprodukowanej biomasy długo pozostaje nierozłożona i w wyniku materii organicznej przybywa (Tab. 1).

Tabela 1. Akumulacja materii organicznej w różnych typach ekosystemów lądowych (wg Schlesingera, 1991)

Typ ekosystemu	Tempo akumulacji (g C · m ⁻² · rok)
Tundra	0,2
Tajga	11,7-15,3
Las iglasty strefy umiarkowanej	6,8-10,0
Las liściasty strefy umiarkowanej	0,7-5,1
Równikowy las deszczowy	2,3-2,5

Dlaczego warto zajmować się tym, co gromadzi się na powierzchni Ziemi? Dlatego, że właśnie w tej warstwie zachodzi jeden z ważniejszych procesów zachodzących w przyrodzie — rozkład martwej materii organicznej, umożliwiający obieg pierwiastków chemicznych. Procesom tym poświęcono znacznie mniej uwagi niż produkcji biomasy. Produkcja pierwotna wydawała się bardziej istotna chociażby z ekonomicznego punktu widzenia (produkcja żywności), a także łatwiejsza do badania. Za produkcję biomasy w ekosystemie odpowiedzialnych jest zwykle kilka-kilkadziesiąt dobrze poznanych gatunków roślin, podczas gdy martwą materią organiczną rozkłada zespół organizmów, często trudnych do identyfikacji z powodu ich mikroskopowych rozmiarów, pozostających ze sobą w skomplikowanych układach. To czyni dekompozycję procesem o wiele bardziej złożonym i trudniejszym do badania.

Komu smakuje celuloza

Rozkładająca się materia organiczna jest idealnym środowiskiem życia dla wielu mikroorganizmów i drobnych bezkręgowców. Bez trudu mogą tam znaleźć schronienie i pożywienie. Mikroorganizmy pojawiają się na liściach już w momencie powstawania pąków, jednak ich intensywny



Ryc. 1. W lesie liściastym strefy umiarkowanej ściółka najintensywniej gromadzona jest w okresie jesieni. Zabierzów k. Krakowa, las mieszany świeży. Fot. Przemysław Król

rozwój następuje dopiero po opadnięciu liści. Jest to dobre źródło pokarmu, ponieważ zawiera dużo odżywczych substancji organicznych — głównie cukrów. Dlatego też liczba bakterii w 1 gramie suchej masy ściółki może osiągać 10^9 - 10^{10} . Oprócz bakterii znajdują tam pożywienie grzyby (ryc. 2) oraz liczne gatunki bezkręgowców. Najczęściej spotykane bakterie glebowe biorące udział w procesach rozkładu należą do rodzajów: *Pseudomonas*, *Archomabacter*, *Arthrobacter*, *Bacillus*, *Chromobacterium*, *Clostridium*, *Fluorobacterium*, *Sarcina*, *Mycobacterium*, *Nocardia*, *Streptomyces*, *Streptosporangium*. W początkowych stadiach rozkładu występuje również duża liczebność grzybów (rzędu 10^6 - 10^7 na 1 gram suchej masy). We wczesnych stadiach rozkładu dominują *Aureobasidium pullulans*, *Phoma*, *Phomopsis*, *Coleophoma*, *Epicoccum*, *Desmazirella acicola*. W dalszych stadiach przeważają *Mucor*, *Penicillium*, *Trichoderma*. W końcowych stadiach występują głównie typowe grzyby glebowe z rodzaju *Penicillium*, *Mucor*, *Trichoderma* i *Mortinella*.



Ryc. 2. Podstawczaki odgrywają ważną rolę w procesie rozkładu ściółki. Czubajka kania *Lepiota procera*. Fot. Przemysław Król

Na czym polega rola drobnych zwierząt w procesach rozkładu materii organicznej? Organizmy te odżywiają się w sposób mechaniczny rozdrabniają organiczne szczątki oraz przepuszczają ten materiał przez swoje przewody pokarmowe, przyczyniając się do powstania materiału bardziej drobnego, homogennego i zawierającego związki o prostszej budowie, bardziej podatne na rozkład. Wstępna obróbka udostępnia materię organiczną kolejnym organizmom, przez co tworzy się bardzo skomplikowany zespół mikroorganizmów, działających równolegle lub kolejno po sobie. Zarówno zagęszczenie i jak i różnorodność gatunkowa są większe w warstwie ściółki niż w położonych pod nią górnych warstwach gleby. W lasach strefy umiarkowanej zamieszkuje tu stale ok. 100 różnych gatunków *Protozoa*, a do najliczniejszych należą tu *Rhizopoda*, *Nematoda*, *Testacea* i *Ciliata*. Wśród przedstawicieli mezofauny najliczniejsze są *Acari* i *Collembola*. Wśród makrofauny szczególnie ważną rolę pełnią *Lumbricidae*. Ponadto występują tu *Diplopoda*, larwy *Tipulidae*, *Bibionidae*, *Lycoriidae*, *Sciophilidae*.

Po wstępnym rozdrobieniu przez drobne bezkręgowce, niestrawione szczątki zawierają w znacznej części materiał o niezmienionej budowie chemicznej, oprócz tego jednak znaczną ilość prostszych niż materiał wyjściowy związków, podatnych na dalszy rozkład.

Cykle biogeochemiczne

Rozkład martwej materii organicznej polega na przetwarzaniu związków organicznych powstałych w procesie chemo- lub fotosyntezy, na proste związki nieorganiczne jak: dwutlenek węgla, woda, jony wodorowe, aniony i kationy. Energia zawarta w wiązaniach chemicznych zostaje uwolniona w postaci ciepła. Dekompozycja zachodzi zarówno przy, jak i bez udziału organizmów żywych, dzięki działaniu tlenu zawartego w atmosferze, wody i promieniowania słonecznego.

Dekompozycja martwej materii organicznej jest procesem skomplikowanym, stopniowym i ma wiele stadiów pośrednich. Jego przebieg zależy głównie od czynników zewnętrznych, ale też od składu chemicznego ściółki. Szczątki docierające do warstwy organicznej nie pochodzą zwykle z jednego źródła. Liście różnych gatunków drzew rozkładają się w różnym tempie, a uzależnione jest to głównie od procentowej zawartości w nich związków łatwo i słabo rozpuszczalnych w wodzie. Tak na przykład, w naszej szerokości geograficznej najtrudniej rozkładają się liście buka (gdzie 95% rozkład zachodzi po ok. 30—40 latach) oraz igły sosny i świerka, zaś najszybciej ulegną dekompozycji liście grabu (95% materiału zniknie po niecałych 3 latach).



Ryc. 3. Roślinnymi komponentami ściółki oprócz liści są również nasiona, fragmenty drewna czy też obumarłych roślin runa. Zabierzów k. Krakowa, las mieszany świeży. Fot. Przemysław Król

Najszybciej rozkładowi ulegają związki rozpuszczalne w wodzie, które w początkowych stadiach zostają wypłukane z nagromadzonego materiału. Jako pierwsze rozkładają się cukry, estry sterydowe, trójglicerydy, celuloza i hemiceluloza. Długo rozkładają się niektóre alkohole izoprenowe, sterole czy lignina, która jest prawdopodobnie najwolniej rozkładającym się składnikiem ściółki. Bardzo długo pozostają nierozłożone naturalne woski roślinne, chityna, która buduje szkielety bezkręgowców i wchodzi w skład grzybów, garbniki czy terpenoidy, do których należą żywice. Bursztyn jest dowodem na to, że żywice mogą pozostać nierozłożone nawet przez kilkadziesiąt milionów lat.

Oprócz wody, dwutlenku węgla i związków mineralnych w wyniku dekompozycji materii organicznej powstają również słabo poznane substancje — kwasy humusowe. Mają one skomplikowaną budowę i w zależności od tego czy się rozpuszczają w wodzie, czy też nie, mówimy o kwasach huminowych (nierozpuszczalne w wodzie długie łańcuchy zawierające związki aromatyczne i alifatyczne) lub kwasach fulwowych (rozpuszczalne w wodzie i wielu rozpuszczalnikach organicznych, zbudowane prawdopodobnie z mniejszych cząsteczek niż kwasy huminowe).

W trakcie wzrostu lasu, w liściach i drewnie kumulują się pierwiastki biogenne. To jak długo dany pierwiastek pozostanie unieruchomiony w glebie, zależy w skład, jakiego związku wchodzi. Przejście pierwiastka w formę mobilną oznacza, że może on zostać wbudowany w struktury kolejnych organizmów żywych. Taki średni czas obiegu pierwiastka w ekosystemie można obliczyć i tak np. azot w tajdze zalega średnio przez ok. 230 lat zanim ponownie zostanie wykorzystany przez organizmy (Tab. 3).

Tabela 2. Średni czas zatrzymania pierwiastków odżywczych w ściółce ekosystemów leśnych (wg Schlesinger, 1991)

Typ ekosystemu	Czas zatrzymania (lata)				
	N	P	K	Ca	Mg
Tajga	230	324	94	149	455
Las iglasty	17,9	15,3	2,2	5,9	12,9
Las liściasty	5,5	5,8	1,3	3,0	3,4
Zarośla śródziemnomorskie	4,2	3,6	1,4	5,0	2,8
Równikowy las deszczowy	2,0	1,6	0,7	1,5	1,1

Czynniki warunkujące dekompozycję

Pomijając aktywność flory i fauny ściółkowej najistotniejszymi czynnikami wpływającymi na procesy rozkładu są skład chemiczny ściółki i klimat. Nie wiadomo dokładnie, które ze składników chemicznych mają największy wpływ na przebieg procesu. Z pewnością bardzo ważna jest zawartość materii organicznej rozpuszczalnej w wodzie, ponieważ ta część najszybciej zostaje uwolniona ze ściółki w związku, z czym najszybciej przechodzi do dalszych etapów rozkładu.

Tempo dekompozycji zmienia się wykładniczo wraz temperaturą otoczenia. Aby ująć to ilościowo, stosuje się tzw. współczynnik Q_{10} , który określa ile razy wzrośnie tempo reakcji, jeżeli, podniesimy temperaturę o 10°C . Dla dekompozycji współczynnik ten wynosi ok. 2, czyli tempo procesów rozkładu podwaja się przy wzroście temperatury o każde 10°C . Szybkość dekompozycji nie rośnie jednak w nieskończoność wraz ze wzrostem temperatury. Optymalna temperatura dla tego procesu wynosi ok. 33°C , natomiast przy wyższych wartościach jej efektywność maleje. Jednak na terenach ciepłych, ale narażonych na wysychanie obserwowano niższe tempo dekompozycji niż by to wynikało z samej zależności od temperatury. Wilgotność jest bowiem kolejnym ważnym czynnikiem warunkującym procesy rozkładu. Skutkiem tego materia organiczna i pierwiastki odżywcze najkrócej zalegają w równikowych lasach deszczowych, gdzie wysokie temperatury i łatwy dostęp mikroorganizmów do wody pozwalają na szybkie jej przetwarzanie. Najdłużej materia ta jest zatrzymywana w północnych szerokościach geograficznych, gdzie zimno i niedostępna

woda (zwykle zablokowana w warstwie wiecznej zmarzliny) wykluczają aktywną działalność organizmów ściółkowych przez większą część roku (Tab. 2).

Tabela 3. Średni czas zatrzymania materii organicznej w ściółce ekosystemów leśnych (wg Schlesinger, 1991)

Typ ekosystemu	Czas zatrzymania (lata)
Tajga	353
Las iglasty	17
Las liściasty	4
Zarośla śródziemnomorskie	3,8
Równikowy las deszczowy	0,4

„Ciężki” problem

Procesy, które przebiegają w przyrodzie od wielu tysięcy lat okazały się być bardzo wrażliwe na działalność człowieka. Przemysł, który stał się dobrodziejstwem dla ludzi niestety spowodował, że w funkcjonowaniu ekosystemów pojawiły się pewne zmiany. Na zaburzenia rozkładu martwej materii organicznej zwrócono uwagę w latach 70. w Szwecji, gdzie w okolicach huty mosiądzu w Gusum zaobserwowano, że nierozłożona ściółka była akumulowana w postaci grubej warstwy, a jej produkcja zachodziła szybciej niż rozkład. Okazało się, że podczas produkcji w hucie do środowiska uwalniane były duże ilości metali ciężkich, które zmniejszały aktywność i różnorodność mikroflory i fauny glebowej, a przez to tempo rozkładu materii organicznej. Metale ciężkie takie jak ołów, cynk, miedź, kadm, rtęć, nikiel występują normalnie w skorupie ziemskiej, lecz ich zawartość w emisjach przemysłowych i innych zanieczyszczeniach przekracza czasem wielokrotnie ich naturalne stężenia. W pobliżu huty cynku stężenia tego pierwiastka w wierzchniej warstwie gleby mogą dochodzić nawet do 50–80 tys. ppm, podczas gdy zaburzenia metabolizmu u roślin pojawiają się już przy stężeniach 100–400 ppm. Niepokojące jest to, że metale ciężkie mają dużą zdolność do wiązania się z materią organiczną, a przez to mogą się kumulować i przez długi czas wywierać szkodliwy wpływ na organizmy żywe — w tym również człowieka.

Niestety, metale ciężkie nie są jedynymi zanieczyszczeniami, które docierają do powierzchni Ziemi. Innym zagrożeniem dla procesów rozkładu są kwaśne opady, które zmieniając odczyn środowiska wpływają na tempo dekompozycji. Kwaśne deszcze mają również wpływ na metale ciężkie, które gdy nagromadzą się w glebie i ściółce mogą tam pozostawać unieruchomione przez wiele lat bez oznak degradacji środowiska. Jednak nawet mała zmiana pH środowiska może powodować przejście jonów metali w formy mobilne, w efekcie, w kwaśnym środowisku organizmy żywe są znacznie bardziej narażone na zatrucie metalami, niż przy wyższych wartościach pH. Przykładowo przy $\text{pH} = 5,8$ jony cynku są związane w materii glebowej w około 60% jego stężenia, a przy niższych wartościach sorpcja prawie zanika.

Co dalej?

Procesy dekompozycji są dziś już dość dobrze poznane. Można je badać w warunkach laboratoryjnych i w terenie. W laboratorium można wyeliminować czynniki, których nie sposób nie uwzględnić przy pomiarach terenowych

(np. wahania temperatury), a można się skupić na wpływie czynników czysto antropogenicznych — np. aplikując różne stężenia pestycydów, metali ciężkich, etc. Badania terenowe natomiast uwzględniają wszystkie czynniki zewnętrzne, jakie wpływają na rozkładającą się martwą materię organiczną w przyrodzie.

Zmiany w procesach rozkładu materii organicznej spowodowane przez człowieka mogą zmienić krążenie pierwiastków w naturalnych ekosystemach na skutek działania różnych mechanizmów, które pomimo naszego stanu wiedzy są wciąż dla nas nie do końca zrozumiałe a przez to nieprzewidywalne. Nie możemy kontynuować zanieczyszczania środowiska w naiwnej wierze, że cykle pierwiastków biofilnych mają nieskończenie dużą odporność na dopływ pierwiastków ze źródeł antropogenicznych.

Sprawą kluczową wydaje się być także globalne ocieplenie klimatu i jego wpływ na proces dekompozycji. Teo-

retycznie im cieplej tym szybciej powinien on przebiegać, z drugiej zaś strony wiąże się to ze zwiększeniem zawartości dwutlenku węgla, zaburzeniem obiegu pierwiastków, nadmiernym wypłukiwaniem biogenów z gleby i in.

Najważniejsze wydaje się, więc prowadzenie intensywnych badań nie tylko nad samym procesem dekompozycji, ale przede wszystkim nad wpływem zanieczyszczeń przemysłowych oraz zmian klimatycznych na ekosystemy. To jest warunek, aby w tej sytuacji znaleźć środki do zapobiegania dalszym zaburzeniom procesów rozkładu.

Wpłynęło 8.07.2004

Mgr Małgorzata Wójtowicz jest doktorantką w Instytucie Nauk o Środowisku UJ i pracownikiem Zakładu Ochrony Środowiska na Wydziale Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska AGH w Krakowie

Roman KARCZMARCZUK (Kraków)

DRZEWO „WIADOMOŚCI DOBRA I ZŁA” — PRZESZŁOŚĆ I TERAŻNIEJSZOŚĆ

Do rodzaju *Malus* — jabłoń — z rodziny różowatych zaliczamy około 25 gatunków drzew i krzewów występujących w stanie dzikim na obszarze umiarkowanych połaci klimatycznych Azji, Europy i Ameryki Północnej. Nie mogą one egzystować w strefach subtropikalnych i tropikalnych, gdyż dla swego rozwoju wymagają od 30 do 90 dni zimowego spoczynku przy temperaturze nieprzekraczającej 10°C.

Uprawy użyteczne powstały m.in. przy współudziale poniżej omówionych taksonów. Jabłoń niska *Malus pumila*, która rośnie w lasach Kaukazu i w górach Tien-szan, dochodzi do wysokości 6 m i rodzi cierpkie owoce. Natomiast jabłoń dzika — płonka *M. sylvestris* o podobnych owocach, rodzima w Azji Zachodniej oraz w południowo-wschodniej Europie, osiąga wysokość 10 m. Z kolei jabłoń jagodowa, inaczej syberyjska, *M. baccata*, pochodząca z północno-wschodniej Azji, trochę wyższa od wzmiankowanej, dała początek wielu drobnoowocowym odmianom i doskonale znosi niskie temperatury.

Dotychczas zidentyfikowano około 10 tysięcy odmian uprawnych. Niekiedy traktuje się je jako jeden gatunek zbiorowy pod nazwą jabłoń domowa *Malus domestica* Borkh. Drzewo to charakteryzuje się szarobrazową, szorstką korą, piłkowanymi liśćmi o kształcie jajowatym i białoróżowymi kwiatami. Po zapyleniu i zapłodnieniu powstają owoce rzekome (szupinkowe), stanowiące mięsniaste dno kwiatowe zrosnięte z zalążnią. Są one przeważnie kuliste, o różnej wielkości, barwie, smaku i konsystencji miąższu. Możliwość przechowywania jabłek zależy od natężenia ich oddychania. Tam, gdzie zaznacza się jego intensywność, mamy do czynienia z odmianami letnimi. Takim klasycznym przykładem jest „Inflancka”, powszechnie znana jako „Papierówka”. Natomiast do jesiennych zaliczamy m.in. „An-

tonówkę”, a z zimowych można wymienić: „Idared”, „Jonathan” i „Boiken”. Nie możemy też zapominać o walorach dekoracyjnych jabłoni. Wiosenne kwitnienie obserwowane w sadach sprawia człowiekowi wielką przyjemność. Szczególne znaczenie mają gatunki i odmiany ozdobne o pięknych, ciemnoróżowych kwiatach i czerwonych liściach. Sadzone często na skwerach, w parkach i zieleńcach radują nasze oczy swym subtelnym wdziękiem, pełnym niewysłowionego splendoru.

Historia jabłoni sięga czasów bardzo odległych. Początkowo eksploatowano owoce z drzew dziko rosnących. Następnym etapem była ich uprawa, która rozpoczęła się na Bliskim Wschodzie 10 tysięcy lat przed naszą erą. Warto przypomnieć, że w palafitach niemieckich i szwajcarskich z młodszej epoki kamienia — neolitu, odkryto sporo zwęglonych szczątków jabłek. Dochodziły one do średnicy 36 mm, a najstarsze wydobyto z neolitycznych osadów ceramiki wstęgowej, rozłokowanych nad rzeką Neckar w Niemczech. Były dwukrotnie mniejsze od wymienionych, a ich wiek wynosił 5 tysięcy lat. Podobne resztki dostrzeżono na obszarze osiedla obronnego kultury łużyckiej w Biskupinie. Oszacowano je na 1600 lat p.n.e.

W poznawaniu sposobów doskonalenia wiedzy sadowniczej zadziwiająco są osiągnięcia starożytnych luminarzy. Wystarczy podać do wiadomości, że grecki uczyony i filozof Teofrast z Eresos na wyspie Lesbos (370–287 p.n.e.) znał już metody oczkowania i szczepienia, a ponadto zwrócił uwagę na niewłaściwość hodowli jabłoni z dziczek. Natomiast rzymscy pisarze Pliniusz Starszy (23–79 n.e.) oraz Kolumela z Gades (I w.) zobrazowali szczegółowo sposoby szczepienia, m.in. łączenie zrazu z podkładką. Ponadto Pliniusz wyselekcjonował 29 najbardziej wartościowych odmian z wielu istniejących. Można jeszcze napomknąć, że

największe znaczenie miały wówczas sady zlokalizowane w południowo-wschodniej Italii nad Morzem Tyrreńskim.

Średniowiecze nie dostarcza nam zbyt wielu przykładów w tej dziedzinie. Niemniej jednak godny podkreślenia jest zbiór ustaw i zarządzeń „Capitulare de villis” króla Franków Karola Wielkiego (742–814), w którym znajdujemy opisy różnych odmian jabłoni wraz z cechami owoców. Ponowne ożywienie wiedzy nastąpiło w czasach nowożytnych. Niemiecki lekarz i przyrodnik Valerius Cordus (1515–1544) wyszczególnia 33 odmiany, a szwajcarski botanik, anatom i zielnikarz Gaspard Bauhin (1560–1624) wspomina o 70 odmianach uprawnych. Trzeba też przypomnieć, że wiele odmian pochodzących z Europy dotarło dzięki Holendrom do Ameryki Północnej, gdzie przez krzyżowanie z tamtejszymi gatunkami przyczyniło się do rozwoju hodowli jabłoni we wschodniej części Stanów Zjednoczonych.

Na obszarze ziem polskich początki uprawy dotyczą okresu kultury łuzycyckiej. Odkrywki archeologiczne wykazują, że już w początkach panowania Piastów było u nas dość dużo drzew owocowych. Następnie, w wyniku coraz częstszych kontaktów z zagranicą przedstawiciele dworów magnackich i królewskich przywozili z podróży zrazy lub drzewka celem ulepszenia naszego sadownictwa.

Na podkreślenie zasługuje dynamiczna działalność zakonników, przede wszystkim benedyktynów i cystersów. Ich cenny wkład polegał nie tylko na sprowadzaniu nowych odmian, lecz również na upowszechnianiu wiedzy ogrodniczej. Do dalszego rozwoju owocarstwa przyczynili się w znacznej mierze późniejsi władcy, zwłaszcza ostatni Jagiellonowie. Ich następcy popierali zdecydowanie wszelkie wysiłki zmierzające w kierunku wzmoczonej uprawy drzew owocowych. Szczególnie wyróżnił się na tym polu król Jan III Sobieski (1629–1696). Przez długi czas owoce traktowano jako przysmak i niekonieczne uzupełnienie codziennego jadłospisu. Ten stan rzeczy uległ zmianie w XIX stuleciu. Wzrastający popyt wymagał większej podaży i właściwego doboru drzew. Zaczęły się ukazywać fachowe publikacje ułatwiające ogrodnikom podejmowanie racjonalnych decyzji. Wystarczy wymienić pracę księdza Karola Kotschego pt. „Książeczka o sadach i owocu”. Ukazała się ona w Bernie w 1844 roku. Znajdujemy w niej wyszczególnienie i opis 33 odmian jabłoni najbardziej przydatnych do uprawy. Ponadto godny wzmianki jest „Atlas owoców” zredagowany przez znawcę owoców Adama Hrebnińskiego, który w latach 1893–1896 założył pierwszy w Polsce sad pomologiczny. W dziele tym odnotowano m.in. 512 odmian jabłoni. W czasach międzywojennych obserwujemy wzmoczone wysiłki zmierzające do unowocześnienia omawianego działu gospodarstwa wiejskiego. Na obszarze całego kraju zakładano coraz więcej wydajnych sadów. Powstało wiele czasopism ogrodniczych uwzględniających w szerokim zakresie problemy owocarstwa. Zwracano uwagę na niecelowość uprawy form wysokopiennych i piennych. Inicjatorem zmian był Bronisław Gałczyński, który postulował szersze wprowadzenie drzew półpiennych i niskopiennych, przynoszących największe zyski. Zarysowujące się wyraźne sukcesy pokrzyżowała ostra zima na przełomie lat 1928/29. Spowodowała ona w naszym sadownictwie unicestwienie od 60 do 80% drzew. Wkrótce nastąpiła ożywiona odbudowa zniszczeń i zaczęto w większym stopniu korzy-

stać z zalecanych odmian. Odnowa stawała się coraz bardziej realna, lecz sparaliżowały ją silne mrozy w 1940 roku. Wycenione straty dochodziły do podobnych rozmiarów, co poprzednio.

Po zakończeniu drugiej wojny światowej nastąpił renesans polskiego owocarstwa. Obok sadów amatorskich w gospodarstwach indywidualnych powstały duże jednostki, nie tylko z myślą zaspokojenia spotęgowanego zapotrzebowania ludności, ale również przemysłu przetwórczego i eksportu. Aby sprostać tym zadaniom i prowadzić rozsądną gospodarkę, w 1951 roku powołano do życia Instytut Sadownictwa w Skierniewicach, gdzie osiągnięcia naukowe i organizacyjne jego dyrektora profesora Szczepana Pieniążka oraz współpracowników okazały się bardzo korzystne dla kraju. Podobną rolę odegrały utworzone na wyższych uczelniach rolniczych katedry i zakłady sadownictwa. Wieleletnie żmudne wysiłki sprawiły, że owoc ten stał się tani i dostępny przez cały rok. Jeżeli w 1936 r. wyprodukowano w Polsce 213 tys. t jabłek, to w 2001 r. uzyskaliśmy 2434 tys. t, co oznacza czwarte miejsce w zbiorach światowych.

W swym składzie chemicznym jabłka zawierają m.in. 8–13% cukrów, ok. 0,33% białka, 0,4–0,8% kwasów organicznych, 0,4% pektyn, witaminę C i sporo związków mineralnych, przede wszystkim potasu, siarki, fosforu, wapnia i magnezu. Są spożywane masowo w stanie surowym, służą do uzyskiwania soków pitnych, dżemów, kompotów, galaretek, suszu i musu. Użytkuje się je również w postaci nadzienia do kaczek i gęsi. Ponadto z jabłek produkuje się napoje wysokokowe; słynna francuska wódka calvados o mocy 40%, charakteryzująca się specyficznym smakiem i zapachem, jest wyrabiana z wytypowanych odmian jabłek. Oprócz tego we Francji oraz w niektórych innych krajach dość znaczną rolę odgrywa jabłecznik (cydr), zawierający 2–8% alkoholu.

O próbach wykorzystywania jabłek do zwalczania różnych dolegliwości informują nas zapiski babilońskie pochodzące z VIII wieku p.n.e. Poza tym znajdujemy w nich wzmiankę o ogrodzie roślin leczniczych króla Mardukapaliddina. Wzmiankowane owoce chroniły też legionistów rzymskich przed szkorbutem podczas ich zwycięskiego pochodu przez Europę. W średniowiecznej medycynie znalazły również swoje miejsce. Nadawały się do tego celu dlatego, że ówczesne bardzo kwaśne i cierpkie gatunki zawierały znacznie więcej witamin i garbników. W czasach późniejszych nie straciły swego znaczenia, a niektóre zalecenia terapeutyczne przetrwały do naszych dni. Chorym podawano na wzmocnienie jabłka duszone w mleku, a biegunki leczono surowymi owocami startymi razem ze skórką. Bóle żołądkowe próbowano eliminować przez przyjmowanie co pół godziny łyżeczki rozdrobnionego owocu, nerwicę zaś łagodzono herbatą z jabłek. W aptekach propagowano lek przeciw anemii *Extractum ferri pomatum*, w skład którego wchodziły kwaśne jabłka zmieszane z opiłkami żelaznymi.

Niskokaloryczność omawianych owoców ułatwia nam pozbycie się nadmiaru kalorii. Podczas takiej kuracji jedynym całodziennym posiłkiem jest 1,5 kg kwaśnych jabłek, przeważnie startych. Działają one nie tylko odchudzająco, lecz również są pomocne w przypadku biegunki, reumatyzmu i nadciśnienia. Ponadto nie należy zapominać o tym, że dzięki zawartości kwasów organicznych czyszczą skutecz-

nie zęby i dlatego warto je spożywać po głównych posiłkach.

Od najdawniejszych czasów jabłka uwzględniano w kulcie, mitach i wierzeniach. Z przekazów starożytnych dowiadujemy się, iż bóg wina i płodnych sił przyrody Dionizos stworzył jabłko i ofiarował je bogini miłości i piękności Afrodycie. Kierując się pobudliwością zmysłową utożsamiano jabłka z piersiami niewiast, a gniazda nasienne widziane w przekroju — z narządami rodnymi.

Grecka bogini niezgody Eris, będąc na weselu Peleusa i Tetydy, rzuciła między znajdujące się tam boginie złote jabłko z napisem „Dla najpiękniejszej”. Tym postępkim wywołała kłótnię między Herą, Ateną i Afrodytą. W konsekwencji doszło do sądu Parysa, porwania Heleny i wybuchu dziesięcioletniej wojny trojańskiej. Natomiast syn Zeusa Herakles, podporządkowując się wyroczni delfickiej, był zobowiązany za popełnione zabójstwa do realizacji 12 prac dla zadowolenia króla Myken Eurysteusza. Jedenaste zadanie polegało na zdobyciu trzech złotych jabłek z ogrodu Hesperyd, leżącego na krańcach Zachodu (gr. *hēspēros* — wieczór, zachód). Matka Rodzicielka Gaja (gr. *ge* — ziemia) podarowała ten skarb Herze, najstarszej córce Kronosa i Rei, jako symbol płodności z okazji jej ślubu z Zeusem.

W mitologii skandynawskiej bogini Iduna sprawowała pieczę nad złotymi jabłkami, których konsumpcja gwarantowała bogom nieprzemijającą młodość. Gdy znany z próżności bóg Loki (Kusiciel) został zmuszony przez olbrzyma Thajaziego (Grubas) do zagarnięcia jabłek i sprowadzenia mu Iduny, Azowie zażądali od niego zwrotu drogocennych owoców oraz bogini. W obawie przed srogą karą Loki przeobrażony w sokoła wtargnął do posiadłości olbrzyma, przemienił Idunę w orzeszek i odleciał z nią do domu, zabierając ze sobą również jabłka.

W biblijnej opowieści o wodzeniu na pokuszenie Ewy przez węża nie wymienia się jabłka, lecz jest mowa o owocu drzewa zlokalizowanego w centrum raju. Wielu badaczy wyraża opinię, że drzewem „wiadomości dobra i zła” mogły być figa, morela, winorośl lub bananowiec. Należy przy tym wyjaśnić, że w południowych obszarach Bliskiego Wschodu, gdzie miał być raj, nie rosły jabłonie. Jabłko jako

owoc zakazany pojawia się znacznie później. Namówiona przez węża Ewa poczęstowała nim Adama, co w rezultacie zadecydowało o wygnaniu prarodziców z raju, a ich niewinne potomstwo zostało skazane na nieszczęścia i cierpienia. W ten sposób jabłko uznano za symbol grzechu. Ukształtowała się również legenda głosząca, że wyniosłość krtaniowa — jabłko Adama (łac. *pomum Adami*), na przodzie szyi to cząstka zakazanego owocu, który ugrzązł prarodzącemu w gardle. Jabłka zawieszane na bożonarodzeniowej choince przypominają o możliwości powrotu do raju dzięki przyjsciu na świat Zbawiciela. Natomiast pojawiająca się w sztuce baroku śmierć w postaci szkieletu z jabłkiem w dłoni uosabia potępienie za popełnienie grzechu pierworodnego.

Kulistość jabłka sprawiła, że stało się ono wyobrażeniem globu ziemskiego lub sfery kosmicznej. Z tego względu osiągnęło rangę emblematu monarszego. Oprócz berła władcy trzymali w dłoniach również złote jabłko królewskie symbolizujące panowanie nad światem. Insignia te były nieodzowne podczas ceremonii koronacyjnych. Pierwotnie jabłko zdobiła figurka bogini zwycięstwa Nike, która w czasach chrześcijańskich została zastąpiona przez krzyż.

Popularność jabłoni dostrzegamy również w naszej toponimii. Wystarczy wspomnieć o mieście Jabłonowo Pomorskie w województwie kujawsko-pomorskim. Nazwa ta jest znana od XIII wieku. Można jeszcze dodać, że na mapie administracyjnej Polski w skali 1:500 000 widnieje 27 takich nazw, jak: Jabłeczna, Jabłkowo, Jabłków, Jabłonica, Jabłoniec, Jabłonka, Jabłonno i Jabłoń. Od jabłoni pochodzi też wiele nazwisk, m.in. Jabłkiewicz, Jabczyk, Jabłczyński, Jabłuszko, Jabłuszewski.

Według Rocznika Statystyki Międzynarodowej w 2001 roku zebrano na globie ziemskim 62 897 tys. t jabłek. Czołowym producentem są Chiny — 24 007 tys. t, udział w świecie 38,2%. Drugie miejsce zajęły Stany Zjednoczone — 4850 tys. t, 7,7%. Na trzecim miejscu uplasowała się Turcja — 2500 tys. t, 4%.

Wpłynęło 21.02.2005

Dr Roman Karczmarski jest emerytowanym nauczycielem

Urszula ŻUREK-PYSZ (Koszalin)

OCHRONA BAŁTYKU NA POMORZU ZACHODNIM

Morze Bałtyckie (ryc. 1) jest małym, płytkim morzem wewnętrznym o powierzchni prawie 415 tysięcy kilometrów kwadratowych, porównywalnym z Morzem Północnym.

W zlewisku Bałtyku w 9 krajach żyje 80 milionów ludzi, z czego blisko połowa to Polacy. Wąskie cieśniny duńskie utrudniają połączenie Bałtyku z Morzem Północnym. Czas potrzebny na wymianę wód w naszym morzu wynosi od 25 do 40 lat.

Historia Bałtyku

Morze Bałtyckie jest jednym z najmłodszych mórz istniejących na Ziemi. Cała historia morza Bałtyckiego jest związana z historią ostatniego zlodowacenia.

13 tysięcy lat temu łodolód znalazł się mniej więcej na linii rozgraniczającej obszar wybrzeża Polski od wybrzeża Szwecji i jest to czas kiedy możemy mówić o początkach istnienia Morza Bałtyckiego. Poziom słodkich wód Bałtyckiego Jeziora Lodowcowego był 20 metrów wyższy niż

obecnie a ich nadmiar spływał do Morza Północnego. Około 10 tysięcy lat temu zaczął cofać się lodowiec. Obniżył się poziom wód jeziora i napływały wody oceaniczne. Jezioro powoli przekształciło się w Morze Yoldiowe. Tysiąc lat później ocieplił się klimat, podniosła się też Skandynawia, co spowodowało całkowite odcięcie Bałtyku od wód oceanicznych i powstanie ogromnego, wysłodzonego Jeziora Ancylusowego. Około 8,5 tysięcy lat temu obniżył się ląd skandynawski i otworzyło się połączenie z Morzem Północnym — powstało Morze Litorynowe, akwen słonawowodny. Klimat stale się ocieplał, więc 4 tysiące lat temu skończył się okres litorynowy w rozwoju Bałtyku. Podniosło się też dno w cieśninach duńskich, co zmniejszyło dopływ wód oceanicznych. Powstało morze słonawe, takie, jakie znamy dzisiaj.



Ryc. 1. Morze Bałtyckie. Fot. U. Żurek-Pysz

Życie w Bałtyku

Życie w Bałtyku jest mało urozmaicone. Spotykamy tu znacznie mniej gatunków roślin i zwierząt niż w Morzu Północnym. Jest to spowodowane niskim zasoleniem, możliwym do zaakceptowania przez gatunki morskie i słodkowodne o szerokim zakresie tolerancji. Występują tu organizmy słodkowodne i morskie. Niektóre z nich mają wymiary mniejsze niż w morzach o wyższym zasoleniu, co jest istotą fauny mórz brakicznych. Rozmiary ich są znacznie mniejsze, następuje ich karlenie. Przyczyną jest niskie zasolenie, co uniemożliwia życie i rozród wielu gatunków morskich.

Duży zakres zasolenia wód bałtyckich, od 1 promila w Zatoce Botnickiej i Fińskiej do 30 promili w pobliżu cieśnin duńskich, pozwala na występowanie w nich różnych grup organizmów, od słodkowodnych po morskie. Najlicniejszą grupą są gatunki morskie o dużej tolerancji na zmiany zasolenia, takie jak: dorsze, śledzie i krewetki. W wodach przybrzeżnych i wysłodzonych zatokach, a także w przybrzeżnych jeziorach występują gatunki słodkowodne, np. okoń, płoć i błotniarka.

Ilość występujących gatunków jest zróżnicowana, od około 160 w wysłodzonych wodach zatok i jezior przybrzeżnych po blisko 2000 gatunków morskich w rejonie cieśnin duńskich.

Gorące punkty — Hot spots

Skomplikowany ekosystem Bałtyku wiąże się z dużym zanieczyszczeniem, związanym z produkcją przemysłową i rolniczą państw okołobałtyckich.

Hot spots — to gorące punkty, obszary koniecznych działań na rzecz ochrony środowiska Bałtyku. Określone zostały przez HELCOM — organ wykonawczy Konwencji Hesińskiej z 1974 roku, umowy podpisanej przez wszystkie kraje okołobałtyckie.

Na Pomorzu Zachodnim są to: gospodarka wodno-ściekowa Szczecina, zanieczyszczenia rolnicze w zlewni Odry i Zalew Szczeciński.

Dzisiaj największym zagrożeniem spośród zachodniopomorskich „gorących punktów” jest gospodarka wodno-ściekowa Szczecina — 450 tysięcznej aglomeracji, stolicy regionu.

Obszar zlewni jeziora Miedwie jest intensywnie użytkowany rolniczo a samo jezioro jest źródłem wody pitnej dla Szczecina. Gospodarka ściekowa tego obszaru musi więc podlegać szczególnym rygorom ochrony.

Wody dorzecza Odry spływają do Zalewu Szczecińskiego, który stanowi też naturalną oczyszczalnię dla ścieków aglomeracji Szczecina. Zalew chroni więc Bałtyk przed zanieczyszczeniami, pochodzącymi z całej zlewni Odry.

Monitoring środowiska na Pomorzu Zachodnim a zagrożenia Bałtyku

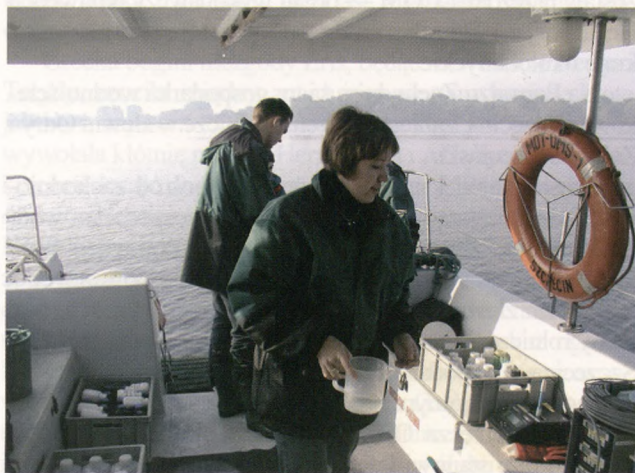
Informacja jest podstawowym instrumentem polityki środowiskowej w skali kraju i w wymiarze międzynarodowym. Do zbierania informacji, przetwarzania danych i tworzenia prognoz stanów środowiska służy system zwany monitoringiem.

Na lądzie powstaje 97% wszystkich zanieczyszczeń Bałtyku. Na obszarze Pomorza Zachodniego głównym źródłem zanieczyszczeń są wody zlewni Odry i rzek Przymorza: Regi, Parsęty, Wieprzy i Grabowej. Jakość wody w rzekach uzależniona jest od ilości zanieczyszczeń, odprowadzanych z licznych miejscowości, zlokalizowanych wzdłuż ich biegu. Badania jakości wody w rzekach w Polsce są prowadzone w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska. Pobrane próbki wody kierowane są do laboratorium, gdzie poddawane są analizie chemicznej, hydrobiologicznej i ocenie normowej. Pobierane są one w stałych punktach pomiarowo-kontrolnych, co umożliwia dokładne porównanie uzyskanych wyników. Nowoczesne laboratorium Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Szczecinie i w Koszalinie prowadzi w sposób ciągły badania i analizy próbek z rzek Przymorza.

Zatoka Pomorska jest akwenem, gdzie zaznacza się silne oddziaływanie wód morskich i śródlądowych. Zmiany wskazujące na eutrofizację wód przybrzeżnej części Zatoki są spowodowane napływem zanieczyszczonych wód z Zalewu Szczecińskiego.

Jakość wód Zalewu Szczecińskiego uzależniona jest od zanieczyszczeń, przynoszonych przez dopływy zlewni Odry. Głównym źródłem zanieczyszczeń Zalewu Szczecińskiego jest zrzut nieoczyszczonych ścieków z lewobrzeżnej części Szczecina.

Stały monitoring Zalewu (ryc. 2) prowadzony jest od 1960 roku we współpracy z Niemcami. Ze strony polskiej badania prowadzone są w Wojewódzkim Inspektoracie Ochrony Środowiska w Szczecinie. Od wielu lat w tym akwenu utrzymują się na wysokim poziomie zakwity fitoplanktonu (ryc. 3 i 3a), co świadczy o zaawansowanej eutrofizacji.



Ryc. 2. Pobieranie próbek wody na Zatoce Pomorskiej przez pracowników Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Szczecinie. Fot. U. Żurek-Pysz

Raz w miesiącu w okresie wegetacyjnym tj: od kwietnia do listopada próbki wody pobierane są z warstwy powierzchniowej, czyli 1m pod powierzchnią i z warstwy przydennej, czyli 1m nad dnem. Dostarczone do laboratorium próbki poddawane są później analizie chemicznej, hydrobiologicznej oraz ocenie stanu sanitarnego wody, czyli wykonaniu oznaczenia bakterii z grupy Coli. Okrzemki *Coscinodiscus* (ryc. 4) sinice *Microcystis* i *Aphanizomenon* są bardzo charakterystyczne dla Zatoki Pomorskiej



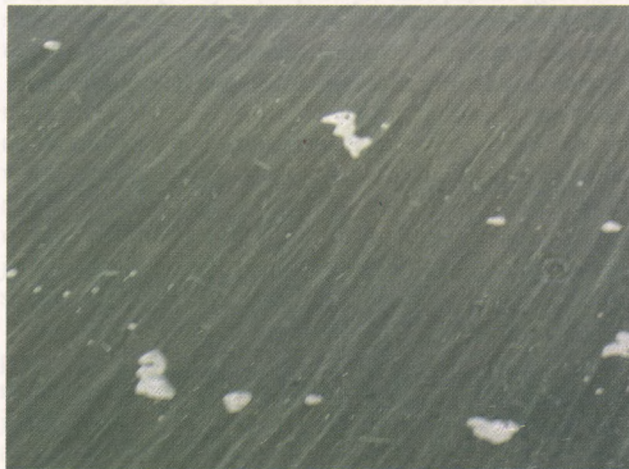
Ryc. 3. Zakwity fitoplanktonu w Zatoce Pomorskiej. Fot. U. Żurek-Pysz

Badania wykazują, że stan jakości wód Zatoki, Zalewu i ujścia Odry zależy od gospodarki ściekowej Szczecina.

Naturalne procesy w Zalewie są zakłócanie przez działalność człowieka, a więc żeglugę, prace przy pogłębianiu torów wodnych i niekontrolowany połów ryb.

Wymiana wód Zalewu Szczecińskiego z morzem odbywa się poprzez cieśninę Świny, Piany i Dziwny. Więc

wszystkie skażenia i zanieczyszczenia w końcu i tak trafiają do Bałtyku. Cofka, czyli wlewy przy silnych wiatrach północnych wód morskich do akwenu oczyszczają Zalew, lecz zanieczyszczają Zatokę Pomorską. W Zalewie Szczecińskim w sposób ciągły trwa proces sedymentacji zarówno zanieczyszczeń, jak i naturalnej zawiesiny wód Odry, Świny, Dziwny, Piany oraz spływów powierzchniowych. Następuje więc spływanie zbiornika, co utrudnia żeglugę. Dlatego stale trwają prace przy pogłębianiu torów wodnych, a wybrany osad odkładany jest na polach refulacyjnych.



Ryc. 3a. Zakwity fitoplanktonu w Zatoce Pomorskiej. Fot. U. Żurek-Pysz



Ryc. 4. Okrzemki *Coscinodiscus* w wodzie Zatoki Pomorskiej obserwowane w laboratorium WIOS w Szczecinie. Fot. U. Żurek-Pysz

Innym ważnym zagrożeniem dla Bałtyku są:

— prace eksploatacyjne złóż ropy i gazu, które w polskiej strefie prowadzi Petrobaltic. Wymagają one szczególnych zabezpieczeń, bowiem skutki katastrofy ekologicznej, związanej z niekontrolowanym wyciekami ropy do morza, są trudne do oszacowania. Konieczny jest więc stały monitoring oraz ocena wpływu prowadzonych prac na naturalne środowisko;

— zmagazynowane po I i II wojnie światowej, na dnie i w strefie brzegowej, pojemniki z amunicją, ładunkami wybuchowymi, gazami bojowymi i bronią chemiczną. Nie wiemy, kiedy pod wpływem korozji zostaną one uwolnione i przedostaną się do wód. To bomby ekologiczne z opóźnionym zapłonem, które stanowią trudne do oszacowania zagrożenie.

Działania ochronne

Chronić Bałtyk, to znaczy chronić też jego szeroko pojęte otoczenie, to przede wszystkim ochrona i przeciwdziałanie skażeniom wód, dopływających do niego, a więc rzek Przymorza.

Oddana do eksploatacji w 1997 roku oczyszczalnia ścieków w Świnoujściu (ryc. 5) stała się znaczącym elementem ochrony środowiska krajów nadbałtyckich. Wysoki koszt realizacji zwraca się w postaci czystej plaży, polepszenia czystości wód Świny i Bałtyku.



Ryc. 5. Nowoczesna oczyszczalnia ścieków w Świnoujściu.
Fot. U. Żurek-Pysz

Zlokalizowanie oczyszczalni w tym miejscu pozwoliło na odbieranie ścieków także ze strony niemieckiej.

Mechaniczno-biologiczna oczyszczalnia ścieków w Trzebiatowie spełnia surowe wymogi Unii Europejskiej, bowiem oprócz tradycyjnej funkcji oczyszczalni wyposażona jest też w instalację do usuwania związków azotu. Po zredukowaniu zanieczyszczeń, ścieki zanim wpłyną do Regi są dodatkowo naturalnie oczyszczane w rowach melioracyjnych.

Mechaniczno-biologiczna oczyszczalnia w Grzybowie przejmuje ścieki od kilku nadmorskich miejscowości, w tym z Kołobrzegu, Dźwirzyna, Ustronia i Sianożęt.

Miejskie Wodociągi i Kanalizacja w Koszalinie, do których należy oczyszczalnia ścieków w Jamnie, uzyskały certyfikat Systemu Zarządzania Jakością ISO 9002, jako trzecia firma tej branży w Polsce. Istniejący układ technologiczny oczyszczalni składa się następujących zespołów: mechanicznego i biologicznego oczyszczania ścieków oraz instalacji do chemicznego strącania związków azotu i fosforu. Przyjęta technologia w oczyszczalni w Jamnie należy do najlepszych i najefektywniejszych w Polsce i w Europie. Od kilku lat dużo lepiej oczyszczone ścieki wędrują do jeziora Jamno, którego stan czystości w związku z tym, ulega poprawie.

Oczyszczalnia mechaniczno-biologiczna w Żukowie Morskim przyjmuje ścieki z rejonu Darłowa. Odpad uzyskany w procesie oczyszczania ścieków, po procesie higienizacji oraz kontrolnym badaniu i oznaczaniu zawartości metali ciężkich, wapnia i substancji organicznych jest wykorzystywany jako nawóz w rolnictwie.

Oczyszczalnia Pomorzany, która jest w trakcie budowy, będzie przyjmować ścieki z lewobrzeżnej części Szczecina.

Dotychczas, nieoczyszczone ścieki trafiały bezpośrednio do Odry i Zalewu Szczecińskiego.

Nie do przecenienia wydają się wysiłki społeczności lokalnych i służb ochrony środowiska podejmowane, np. w ramach międzynarodowej akcji „Sprzątania Świata”. Każdego roku, we wrześniu, wolontariusze oczyszczają rzeki i nadmorskie wybrzeża z tego wszystkiego, co powinno trafić na składowiska śmieci.

Zakłady Chemiczne Police zlokalizowane są w rejonie ujścia Odry do Zatoki Odrzańskiej. Prowadzą one całodobowy pomiar emitowanych zanieczyszczeń.

Instalacja oczyszczania gazów pokalcyacyjnych została wybudowana kosztem około 10 mln zł i oddana do dyspozycji w maju 2000 r. Dzięki niej Zakłady Chemiczne Police zmniejszyły emisję związków siarki, tzn. dwutlenku tytanu i mgieł kwasu siarkowego do atmosfery o ok. 700 ton na rok. O poprawie czystości środowiska w tym rejonie świadczy rezerwat ornitologiczny, zlokalizowany na terenie zbiorników wód pościekowych.

Dużym zagrożeniem dla morza są ścieki sanitarne i zaolejone, pochodzące ze statków.

Morska Baza Paliw Płynnych „Porta Petrol” w Świnoujściu prowadzi stały monitoring obecności węglowodorów w powietrzu. Maty zaporowe umieszczone w wodzie Zatoki Pomorskiej stanowią zabezpieczenie przed przedostaniem się rozlanego paliwa do morza.

Spółka Wodna Międzyodrze posiada mechaniczno-biologiczną oczyszczalnię ścieków sanitarnych oraz instalację do odbioru i oczyszczania ścieków zaolejonych ze statków.

Połączenie tych trzech stopni oczyszczania jest rzadko spotykane i nie każdy port morski może się poszczycić takimi instalacjami, znajdującymi się w jednym miejscu.

Zmienił się również system karania statków, powodujących zanieczyszczenia. Wprowadzono system nie pobierania opłat za zaolejone odpady z maszynowni, a także śmieci i ścieki. Wiele statków jest wyposażonych w oczyszczalnię ścieków, a także w pojemniki do segregowania odpadów, np. statek szkoleniowy Wyższej Szkoły Morskiej w Szczecinie „Nawigator”.

Katastrofa tankowca jest dla środowiska morskiego porównywalna z wybuchem bomby atomowej. „Kapitan Poinc” — to najlepszy statek Polskiego Ratownictwa Okrętowego do zwalczania zanieczyszczeń i katastrof ekologicznych (ryc. 6).

Niewłaściwe składowanie odpadów komunalnych i przemysłowych w zlewni Bałtyku — to istotne źródło zanieczyszczeń. Przedsiębiorstwo Gospodarki Komunalnej w Koszalinie zarządza składowiskiem w pobliskim Sianowie. Jest ono zlokalizowane w sprzyjających warunkach hydrogeologicznych. Dodatkowo nowa część jest wyłożona geomembraną a odcieki są w obiegu zamkniętym. Składowisko jest odgazowane; gaz jest wykorzystywany na potrzeby energetyczne do produkcji energii elektrycznej (ryc. 7).

Ochrona Bałtyku — to również zapobieganie zniszczeniu strefy brzegowej. Europejska Unia Ochrony Wybrzeża — Polska prowadzi działalność, której celem jest ochrona i zagospodarowanie wybrzeży morskich. W polskiej strefie Bałtyku wybrzeże może być wydmowe, klifowe, a także zalewowe, które powstaje w pobliżu miejsc, gdzie rzeki wpadają do morza. Klify — strome brzegi — są efektem

niszczącej działalności morza. Brzeg wydmowy powstaje w wyniku akumulacji materiału piaszczystego.



Ryc. 6. Statek Polskiego Ratownictwa Okrętowego KAPITAN POINT. Fot. U. Żurek-Pysz

Urzędy Morskie realizują rządowy projekt celowy „Strategia ochrony brzegów morskich”. Jego celem są wszelkie działania ochronne i monitoring potencjalnych zagrożeń na wybrzeżu. A skala tych zagrożeń jest często niewyobrażalna. Możemy posłużyć się tutaj znanym przykładem kościoła w Trzęsaczu. Dane wskazują, że kościół w XII wieku wybudowano w odległości prawie 2 km od brzegu, a obecnie na wysokim brzegu klifowym pozostał tylko fragment południowej ściany kościoła (ryc. 8)



Ryc. 8. Ruiny kościoła w Trzęsaczu. Fot. U. Żurek-Pysz



Ryc. 9 a. Formy zabezpieczenia brzegu morskiego — falochrony. Fot. U. Żurek-Pysz



Ryc. 9 b. Formy zabezpieczenia brzegu morskiego — zabudowa biologiczna. Fot. U. Żurek-Pysz



Ryc. 7. Składowisko odpadów w Sianowie koło Koszalina. Fot. U. Żurek-Pysz

Wszelkie prace zabezpieczające wybrzeże muszą służyć skutecznemu wytracaniu energii przez fale morskie, szczególnie przy sztormowej pogodzie, gdy przeważają wiatry północno-zachodnie. Stosuje się różne formy ochrony brzegu, falochrony (narzuty kamienne, narzuty z gwiazdoblók, zabudowę biologiczną wydm oraz sztuczne zasilenie piaskiem wydm i plaż za pomocą rur refulacyjnych (ryc. 9a-c).

Stabilizację biologiczną brzegu zapewniają: róża fałdzistolistna, rokitnik, turzyce, wierzby oraz drzewa lasów sosnowych i bukowych. Jest to naturalna forma ochrony. Gdy ona zawodzi niezbędne są prace hydrotechniczne i umacnianie brzegów materiałami kamiennymi i betonowymi.

Kilkutonowe gwiazdoblóki i bloki kamienne zabezpieczą modernizowane wejście do portu w Kołobrzegu. Po modernizacji wejścia do portu szerokość jego zwiększy się do 80 m, co umożliwi wpływanie jednostek o długości 100 m, natomiast głębokość wejścia będzie wynosiła 7,5 m. To stworzy dogodne warunki nawigacyjne dla większych jednostek wpływających do portu.



Ryc. 9 c. Formy zabezpieczenia brzegu morskiego — rura refulacyjna. Fot. U. Żurek-Pysz

W szeroko rozumianych działaniach ochronnych akwenu Bałtyku mieszczą się również te przedsięwzięcia, które wiążą się z wytwarzaniem energii z odnawialnych źródeł. Taka produkcja energii jest nieszkodliwa dla środowiska, bo eksploatawanie energii Słońca, ciepła Ziemi, wody, biomasy i wiatru (ryc. 10) — to wykorzystywanie czystej energii.

Energię Słońca można wykorzystywać na wiele sposobów. Panele fotowoltaiczne mogą być instalowane na dachach budynków, ale także na pławach nawigacyjnych i latarniach dla sygnalizacji świetlnej na morzu. Po to by produkować energię elektryczną z energii słonecznej.



Ryc. 10. Wykorzystanie energii odnawialnej na Pomorzu Środkowym

Na Pomorzu Zachodnim w Pyrzycach zlikwidowano kilkadziesiąt kotłowni emitujących szkodliwe substancje do atmosfery. Było to możliwe, bowiem wybudowano tu swobodną fabrykę ciepła — ciepłownię geotermalną, która wykorzystuje ciepło wnętrza Ziemi do podgrzewania wody użytkowej i do zasilania centralnego ogrzewania.

Wykorzystywanie energii wody znane jest od wieków. Dzisiaj najczęściej stosuje się ją do produkcji prądu elektrycznego, wspomagającego krajowy system energetyczny.

W Oczyszczalni Swinoujście w czasie fermentacji osadu powstającego na etapie biologicznego oczyszczania ścieku wytwarza się biogaz. Służy on do zasilania agregatu prądotwórczego. Produkowana energia elektryczna jest wykorzystywana w procesach technologicznych oczyszczalni. Na składowisku odpadów komunalnych w Sianowie ze spalania gazu wysypiskowego otrzymujemy prąd, który zasilą krajową sieć energetyczną.

W pasie wybrzeża Bałtyku istnieją szczególnie dogodne warunki do lokalizacji siłowni wiatrowych. Wykorzystywa-

nie energii wiatru do produkcji prądu elektrycznego ma wiele zalet. Po pierwsze, jest to energia bardzo tania, bowiem raz zbudowany wiatrak pracuje przez dziesięciolecia. Po drugie jest to czysta forma energii, bez negatywnych skutków dla środowiska.

Ochrona Bałtyku nie może być rozpatrywana w oderwaniu od reszty kraju i działań państw nadbrzeżnych. Zostało podpisane regionalne porozumienie między Niemcami a Polską w zakresie współpracy w czyszczeniu akwenów, jeżeli tutaj na akwenu granicznym dojdzie do jakichkolwiek zanieczyszczeń. W październiku 2002 roku odbyły na Zatoce Pomorskiej się polsko-niemieckie ćwiczenia ratownictwa morskiego w usuwaniu zanieczyszczeń wód Bałtyku. Całością dowodził Polak, jako że ćwiczenia odbywały się w ramach odbywającego się w tym czasie w Szczecinie pierwszego posiedzenia grupy HELCOM Response.

W ostatnich latach dzięki znacznej redukcji zanieczyszczeń nastąpiła widoczna poprawa stanu czystości morza. Paradoksem jest, że właśnie recesja gospodarcza, brak pieniędzy na nawozy dla rolników, zmniejszenie produkcji, spowodowało to, że mamy coraz mniejsze ładunki zanieczyszczeń i to się odbija nie tylko w wodzie, nie tylko w powietrzu, ale również w osadach. Możliwe jest więc odtworzenie w Bałtyku wielu gatunków flory i fauny.

Według Krzysztofa Skóry z Instytutu Oceanografii Uniwersytetu Gdańskiego (Stacja Morska na Helu) te odcinki brzegu, gdzie człowiek będzie się zachowywał w miarę poprawnie, gdzie stworzy szanse dla życia fok — tam foki wrócą (ryc. 11). „Przecież są rejony świata, gdzie foki żyją bardzo blisko człowieka, na Antarktydzie, można obok fok przechodzić metr i foki nie uciekają i jeżeli naszej agresji w stosunku do fok nie będzie, to obok nas na plażach foki mogą leżeć”.



Ryc. 11. Foka szara w Stacji Morskiej na Helu. Fot. U. Żurek-Pysz

Pustynnienie dna Bałtyku chyba mamy za sobą i jest nadzieja, że Bałtyk będzie żywy i będzie się rozwijał, uważa prof. dr hab. Stanisław Musielak z Instytutu Badań Morza Uniwersytetu Szczecińskiego.

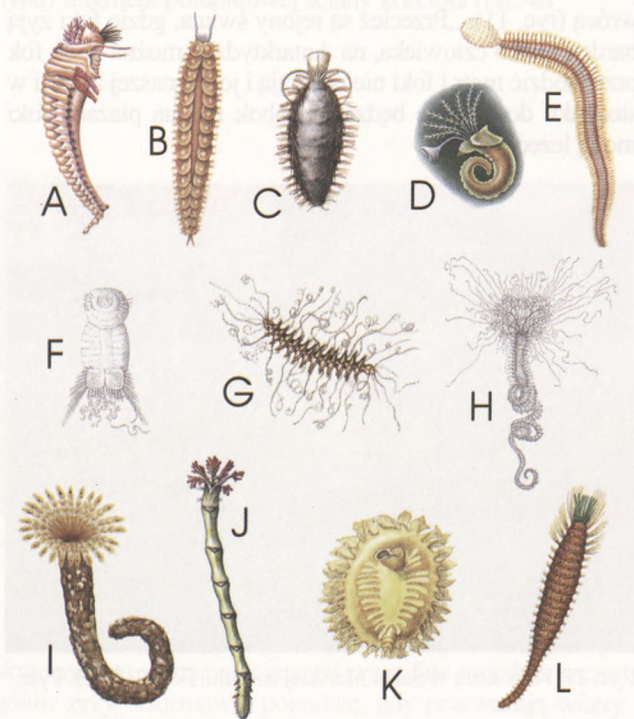
Wpłynęło 17.12.2004

dr inż. Urszula Żurek-Pysz jest adiunktem w Katedrze Geotechniki Wydziału Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Koszalińskiej

Radomir JASKUŁA i Aleksandra JABŁOŃSKA (Łódź)

MAŁO ZNANI KREWNIACY DŹDŻOWNICY

Przeciętnemu obserwatorowi pierścienice *Annelida* kojarzą się na ogół z pospolitą dżdżownicą wychodzącą po deszczu na powierzchnię gruntu, rurecznikami używanymi przez akwarystów jako pokarm dla ryb, lub co najwyżej z pijawką, zwykle od razu posądzaną o krwiozercze zapędy wobec człowieka... Grupa ta jest jednak znacznie bardziej zróżnicowana, a jej liczni przedstawiciele zasiedlają nie tylko zdecydowaną większość środowisk lądowych (od półpustyń do brzegów mórz i lasów tropikalnych), ale także wszelkie typy zbiorników od jezior i rzek począwszy, na głębiniach oceanicznych i wodach podziemnych kończąc. Pierścienice na drodze ewolucji wykształciły szereg różnorodnych przystosowań morfologicznych, fizjologicznych i behawioralnych, które nie tylko skutecznie pozwalają im zasiedlać wiele odmiennych środowisk, ale wręcz sprawiły, że stały się one grupą odznaczającą się w wielu biocenozach najwyższym zagęszczeniem i biomasą. Ta różnorodność biologiczna i wiążące się z nią zróżnicowanie zajmowanych siedlisk będzie głównym tematem poniższego artykułu. Zanim jednak przejdziemy do tej części zastanówmy się, **co kryje się pod nazwą „pierścienica”?**



Ryc. 1. Przedstawiciele *Polychaeta*: A — *Pentinaridae*, B — *Polynoidea*, C — *Aphroditidae*, D — *Spirorbidae*, E — *Nephtyidae*, F — *Sternaspidae*, G — *Syllidae*, H — *Terebellidae*, I — *Sabellidae*, J — *Owenidae*, K — *Amphinomidae*, L — *Flabelligeridae* (A-E, G, I-L - Hayward i in. 1996, F — Malmgren 1867 H — Ushakov 1972)

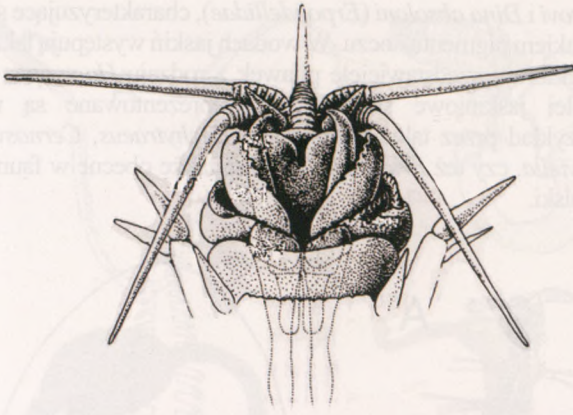
Klasyczna definicja „pierścienicy” podaje, że jest to zwierzę bezkręgowce, o wydłużonym ciele i wyraźnie zaznaczonych pierścieniach (tzw. metamerach), od których zresztą

wywodzi się nazwa grupy. W budowie większości pierścienic można wyróżnić część głowową, tułowiową i odbytową, a ich układ krwionośny po raz pierwszy w obrębie królestwa zwierząt jest typu zamkniętego. Przez lata tradycyjnie zaliczane były tu trzy gromady: skąposzczety *Oligochaeta*, pijawki *Euhirudinea* — do niedawna *Hirudinea* i wieloszczety *Polychaeta*, znacznie rzadziej włączano tu także szczenice *Echiura* czy rurkoczułkowce *Pogonophora*. Te dwie ostatnie grupy są jednak ciągle jeszcze traktowane przez niektórych systematyków jako osobne typy zwierzęce.

Mimo, że pierwsze gatunki pierścienic zostały opisane już przez Linneusza w 1758 roku, to jednak dopiero prawie 100 lat później niektóre grupy (np. *Polychaeta*) zostały wyodrębnione w osobne jednostki systematyczne w randze gromady. Szybki rozwój badań molekularnych, jaki obserwuje się w ostatnich latach, zrewolucjonizował sposób postrzegania pierścienic nie tylko jako typu zwierzęcego, ale także zweryfikował wzajemne relacje filogenetyczne pomiędzy poszczególnymi taksonami w obrębie tej grupy. Ponieważ jednak zagadnienie obecnego układu systematycznego pierścienic zasługuje na dokładne omówienie, przerażające założenia tego artykułu, dla potrzeb niniejszego tekstu w dużej mierze zachowaliśmy „tradycyjną” systematykę *Annelida*.

Kiedy powstały i ile jest ich dzisiaj?

Dane kopalne odnoszące się do pierwszych pierścienic pochodzą ze środkowego kambry, choć część naukowców uważa, że grupa ta musiała być obecna na Ziemi już w czasach proterozoicznych. Jednak ze względu na brak łatwo fosylizujących fragmentów ciała, szczątki kopalne pierścienic są nieliczne. Zdecydowana większość skamieniałości to charakterystyczne domki wieloszczetów lub ślady przemieszczania się pierścienic w postaci odcisków ich ciała. Tak było w przypadku gatunku *Marifugia cavatica*, którego odcisk znaleziono pod koniec lat 90. ubiegłego wieku w słoweńskiej jaskini. Jest to jak dotąd nie tylko jeden z nielicznych wieloszczetów znany z życia w jaskiniach, ale także jedyny słodkowodny przedstawiciel rodziny *Serpulidae*. Dość dobrze poznane są także, zachowujące się za względu na silne schitynizowanie, aparaty szczękowe (tzw. skolekodonty) paleozoicznych wieloszczetów z grupy *Eunicida*. Jednym z nielicznych przykładów pijawek kopalnych jest dewońska *Pontobdellopsis cometa* znaleziona w Ameryce Północnej. Morfologicznie gatunek ten był zbliżony do współcześnie żyjących *Euhirudinea*. Właśnie na bazie takich śladów, jak również dzięki zastosowaniu metod genetyki molekularnej (np. metoda tzw. zegara molekularnego) szacuje się, że duża część obecnie wyróżnianych rzędów pierścienic była reprezentowana już pod koniec ery paleozoicznej. Co ciekawe, skamieniałości pierścienic znane są także z obszaru Polski, gdzie ze skał datowanych na ordowik opisane zostały m.in. gatunki *Pogonophora* z rodzajów *Ivanovites*, *Beklemishevites* i *Sokolovisyrix*.



Ryc. 2. Skolekodonty — jedno z najlepiej zachowanych skamieniałych elementów pierścienic (Wild 1980)

Z czasem zróżnicowanie w obrębie typu zwiększało się, tak że dzisiejsza nauka rozpoznaje ponad 18 tysięcy gatunków, z czego ponad połowa przypada na wieloszczety *Polychaeta* — ok. 10–13 tys., w tym *Echiura* ok. 150 gat. i *Pogonophora* — ok. 100 gat.), około 7 tys. na skąposzczety *Oligochaeta* (w tym ostatnio traktowane jako osobne gromady *Aphanoneura* — ok. 30 gat. i pijawczaki *Brachiobdellida* — ok. 150 gat.) i zaledwie 650 na pijawki *Euhirudinea* (z wyłączeniem ostatnio w randze gromady grupą *Acanthobdellida* — 2 gat.). Szybki postęp w rozpoznawaniu kolejnych taksonów wskazuje jednak, że liczba realnie żyjących obecnie gatunków pierścienic może sięgać nawet 150 tysięcy.

Polska fauna pierścienic z oczywistych względów jest znacznie uboższa i liczy łącznie niewiele ponad 300 gatunków. Najliczniejszą grupą są skąposzczety *Oligochaeta* (210 gat.), następnie pijawki *Euhirudinea* (42 gat.), wieloszczety *Polychaeta* (37 gat.), *Aphanoneura* (14 gat.) i *Brachiobdellida* (5 gat.). Warto jednak w tym miejscu zaznaczyć, że część gatunków wykazanych z kraju nie jest stałym elementem naszej fauny. Jest tak w przypadku ponad połowy gatunków wieloszczetów, wykazywanych z polskiej części Bałtyku jedynie sporadycznie, a do tego często na podstawie pojedynczych okazów. Innym, ale niezwykle istotnym faktem, ze względu na szybko postępujące zmiany różnorodności biologicznej, jest pojawienie się czterech obcych dla fauny Europy Środkowej gatunków pierścienic. Dwa z nich to wieloszczety z rodziny *Spionidae*. *Marenzelleria viridis* został zawleczony z wodami balastowymi z Ameryki Północnej, a od końca lat 80-tych ubiegłego wieku pospolicie występuje u wybrzeży Bałtyku, z kolei *Polydora redeki* pochodzi z Morza Północnego. Kolejne inwazyjne gatunki to słodkowodny skąposzczet należący do rodziny *Tubificidae* — indopacyficzny gatunek *Branchiura sowerbyi* i przedstawiciel *Aphanoneura* — *Aelosoma bengalense* z Azji. Niewykluczone, że wkrótce można spodziewać się kolejnego obcego gatunku dla fauny Polski, tym razem będzie to pijawka opisana w Europie, *Helobdella europaea* (*Glossiphoniidae*), w rzeczywistości pochodząca z Ameryki Południowej.

Rola pierścienic w ekosystemie

Mimo, że według obecnych szacowań pierścienice stanowią niewielki procent wszystkich bezkręgowców, ich

rola w ekosystemach jest znacząca. Morskie wieloszczety i słodkowodne skąposzczety stanowią często ponad 50% (nierzadko nawet do 90%) biomasy bezkręgowców zaliczanych do makrozoobentosu. Z tego też powodu stanowią cenne źródło białka dla wielu bezkręgowców (również innych pierścienic), ryb, ptaków i ssaków, w tym także dla człowieka.

W środowiskach lądowych skąposzczety, szczególnie dżdżownice *Lumbricidae*, wpływają na użyźnianie i spulchnianie gleby. Na łąkach i pastwiskach ich zagęszczenie może sięgać nawet 800 osobników na 1 m², a w ciągu jednego roku są w stanie „przerobić” do 90 ton gleby w przeliczeniu na 1 hektar. Wydalane przez nie gruzełkowate struktury, tzw. koprolity, zbudowane z elementów organicznych i mineralnych oraz witamin, są bardzo ważnymi składnikami próchnicy. Dodatkowo dżdżownice żyjąc w ziemi drążą w niej korytarze, zwiększając w ten sposób jej przepuszczalność dla wody i powietrza.

Równie ważną rolę pełnią skąposzczety wodne w procesach samooczyszczania się zbiorników. Podobnie jak ich glebowi krewniacy, biorą udział w rozdrabnianiu szczątków organicznych, powodując przy tym uwalnianie pierwiastków z osadów dennych. Na ten proces ma także wpływ penetracja dna przez skąposzczety. Przedstawiciele rureczników *Tubificidae* mogący żyć w wodach ubogich w tlen, przednią częścią ciała zagrzebują się w muł, a tylną intensywnie poruszają, wykonując w ten sposób tak zwane ruchy oddechowe. Ruchy te ułatwiają oddychanie rurecznikom, ale także wpływają na zwiększenie natlenienia strefy przydennej zbiorników. Te procesy mają szczególnie duże znaczenie w mocno zanieczyszczonych wodach, gdzie skąposzczety osiągają bardzo duże liczebności, nawet do kilkuset tysięcy osobników na 1 m², będąc jednocześnie niemal jedyną grupą zasiedlającą dno. Żyjąc w skażonym środowisku *Tubificidae* kumulują w swoich ciałach szkodliwe pierwiastki, takie jak metale ciężkie. Fakt ten ma duże znaczenie dla akwarystów wykorzystujących rureczniki jako pokarm dla swoich hodowli. Dobrze wszystkim znane „tubifeksy” pochodzące z niewiadomego źródła mogą być trujące dla ryb.

Różnorodność siedlisk — różnorodność form

Środowiskiem życia większości skąposzczetów jest środowisko lądowe i słodkowodne, pijawek słodkowodne, a wieloszczetów morskie. Są wśród pierścienic także bezkręgowce zamieszkujące wody podziemne i jaskinie.

Śród dotychczas opisanych gatunków wieloszczetów większość zasiedla morza i oceany rejonów tropikalnych i subtropikalnych. Z drugiej jednak strony także morskie rejony polarne, szczególnie Antarktyda, obfitują w gatunki *Polychaeta*. Znanych jest stąd około 10% ogólnej liczby gatunków tych bezkręgowców. Zdecydowana większość prowadzi denny tryb życia drążąc powierzchniowe warstwy osadów, lub aktywnie się po nich poruszając („*Etrantia*”). Wieloszczety z grupy „*Sedentaria*” prowadzą osiadły tryb życia, zagrzebując się w osadach lub budując swoje domki na różnego typu podłożach (kamienie, morskie glony, a nawet, jak to robią m.in. przedstawiciele rodziny *Spirorbidae*, pancerze różnych gatunków krabów). Niezmiernie ciekawą grupą są morskie gatunki planktonowe z rodzin *Alciopidae*, *Iospilidae*, *Lopadorhynchidae*, *Tomop-*



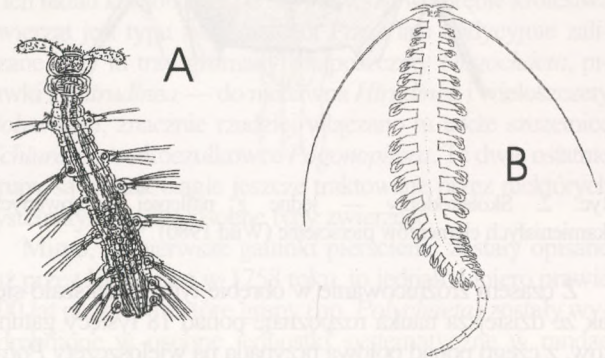
Ryc. 3. Osiadły wieloszczet z grupy „Sedentaria” — *Sabella* sp. (*Sabellidae*). Fot. R. Jaskuła



Ryc. 4. Domki wieloszczetów z rodziny *Spirorbidae*. Fot. M. Grabowski

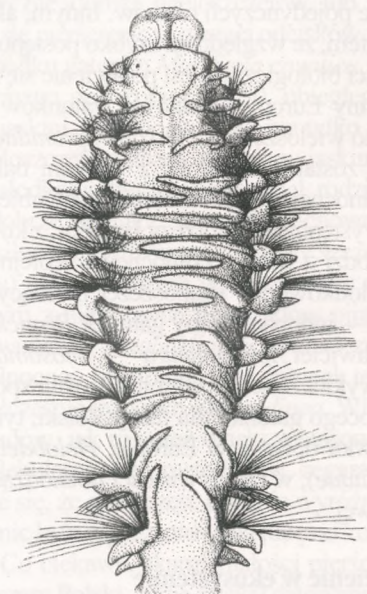
teridae czy *Typhloscolecidae*. Te drobne, z reguły osiagające zaledwie kilka milimetrów długości wieloszczety, wykorzystują do utrzymywania się w toni wodnej długie szczeciny i parapodia, znacząco zwiększające powierzchnię nośną ciała. Taki sposób przemieszczania się w środowisku wodnym jest zresztą charakterystyczny również dla stadium larwalnego wieloszczetów, tzw. trochofory. Podobne przystosowania morfologiczne do utrzymywania się w toni wodnej wykształciły się u słodkowodnych gatunków *Polychaeta* żyjących w wodach podziemnych, np. w jaskiniach. Przykładem może być *Troglochaetus beranecki* (*Nerillidae*, *Archannelida*), gatunek znany z dużej części Europy środkowej i południowej, w tym także z obszaru południowej Polski. Gatunek ten nie był jednak od wielu lat notowany na terenie kraju. Innym słodkowodnym wieloszczetem żyjącym w jaskiniach jest australijski *Prionospio thalanji* (*Spionidae*). Choć gatunki jaskiniowe wśród pierścienic należą do rzadkości, można je znaleźć również w obrębie *Euhirudinea* i *Oligochaeta*. Zamieszkują zimne wody grot, w których temperatura często wynosi zaledwie 4–5°C. Wśród pijawek żyjących w tego typu środowiskach można wyróżnić m.in. bałkańskie gatunki *Croatobranthus me-*

strovi i *Dina absoloni* (*Erpobdellidae*), charakteryzujące się brakiem pigmentu i oczu. W wodach jaskiń występują także niektórzy przedstawiciele pijawek z rodzaju *Haemopsis*. Z kolei jaskiniowe skąposzczety reprezentowane są na przykład przez takie rodzaje jak: *Enchytraeus*, *Cermosvitiella*, czy też *Fridericia*, które są także obecne w faunie Polski.

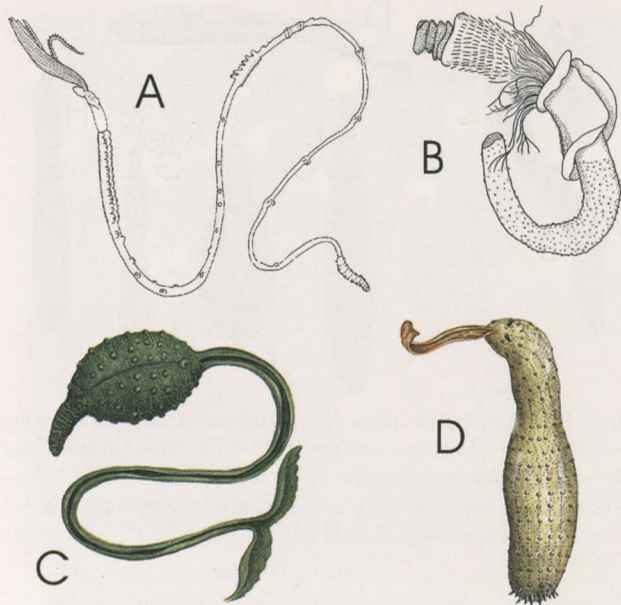


Ryc. 5. Długie szczeciny i parapodia u wieloszczetów to przystosowania do planktonicznego trybu życia: (A) zasiedlający słodkie wody interstycjalne *Troglochaetus beranecki* (*Nerillidae*) i (B) morski przedstawiciel rodziny *Tomopteridae* (A — Delachaux 1920, B — Ushakov 1972)

Większość pierścienic preferuje umiarkowane temperatury i tak lądowe skąposzczety przeżywają zimowe chłody lub letnie upały przechodząc w stan diapauzy. Zwijają się wtedy w „klebek” w wydrążonych pod ziemią jamkach i trwają w ten sposób nawet kilka miesięcy. Krótkotrwałe niekorzystne warunki środowiska, takie jak odwodnienie lub przesuszenie gleby, powodują przejście zwierząt w stan odrętwienia, z którego budzą się natychmiast, gdy panujące warunki zmieniają się na lepsze. Zdarzało się jednak, że aktywnie przemieszczające się po powierzchni śniegu dżdżownice *Lumbricidae* obserwowane były przy temperaturze niewiele wyższej niż 0°C. Z kolei niektóre gatunki pijawek



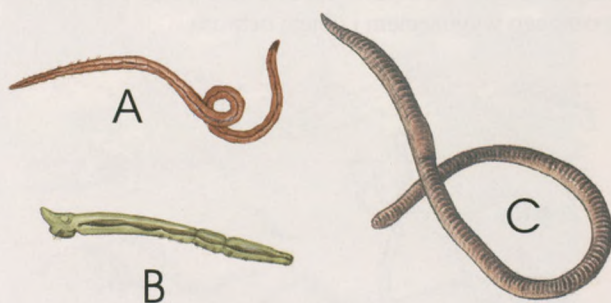
Ryc. 6. Jaskiniowy wieloszczet z Australii *Prionospio thalanji* (*Spionidae*) (Wilson i Humphreys 2001)



Ryc. 7. Dzięki badaniom genetycznych włączane dziś do wieloszczetów, dawniej będące osobnymi typami zwierzęcymi: A-B — przedstawiciele *Pogonophora*, oraz *Echiura*: C — *Bonellia*, D — *Echiurus* (A — Southward 1984, B — Southward 2000, C-D — Hayward i in. 1996)

występują na wysokościach znacznie przekraczających 3500 m n.p.m. gdzie temperatura powietrza może spadać poniżej 0°C. Takimi gatunkami są np. *Blanchardiella columbiensis* żyjący w Andach czy niektóre gatunki z rodzaju *Haemadipsa* spotykane w Himalajach. Z kolei niekwestionowanym rekordzistą, jeśli chodzi o wytrzymałość na wysokie temperatury jest wieloszczet z rodziny *Alvinellidae* — *Alvinella pompejana*. Ta niedawno opisana pierścienica żyje w pobliżu ujść źródeł hydrotermalnych na dnie Pacyfiku. Już sama nazwa gatunkowa, nadana na cześć Pompei, miasta zniszczonego w 79 r n.e. przez wybuch wulkanu Wezuwiusz, sugeruje zdolności przystosowawcze tego bezkręgowca — może on przeżyć w wodzie o temperaturze dochodzącej nawet do 80°C. Mechanizm umożliwiający mu egzystencję w temperaturze bliskiej wrzenia wody, a jednocześnie znacznie przewyższającej temperaturę w jakiej denaturuje większość białek (40-45°C) pozostaje nadal niewyjaśniony. Podejrzewa się, że tak wysoką tolerancję na gorąco zwierzę to zawdzięcza bakteriom symbiotycznym żyjącym w jego ciele (prawdopodobnie taką odporność posiadają białka produkowane przez te bakterie). Badania nad wyjaśnieniem tego przystosowania u *A. pompejana* są jednak bardzo trudne ze względu na fakt, że jak dotąd wieloszczet ten nigdy nie przeżył dekompresji. Źródła hydrotermalne to także miejsce bytowania wielu innych pierścienic. Poza endemiczną dla tego typu środowisk pacyficzną rodziną *Alvinellidae*, występują tu nie tylko inne gatunki wieloszczetów (m.in. rodzaje *Laminatubus* i *Protis* z rodziny *Serpulidae*, *Hesiocaeca* z *Hesionidae*), ale również osiagające nawet do 1,5 m długości, gatunki rurkoczułkowców z *Riftia pachyptila* na czele. O ile jednak wspomniane wieloszczety nie są spotykane nigdzie poza hydrotermami, istnieje wiele gatunków *Pogonophora* występujących często nawet na głębokości kilku tysięcy metrów. Rurkoczułkowce preferują siedliska o dużym stężeniu metanu.

Takie warunki panują nie tylko w okolicach gorących źródeł, ale również przy rozkładających się zwłokach wielorybów.



Ryc. 8. Skąposzczety *Oligochaeta*: A — *Tubificidae*, B — *Chaetogaster* sp., C — *Eisenia lucens* (A-B - Hayward i in. 1996, C — Brtek i in. 1983)

Dużą grupę pierścienic stanowią bezkręgowce lądowe. Wśród nich do ciekawych należą gatunki wykazujące zdolność do bioluminescencji. Tę rzadko obserwowaną zdolność wykazują m.in. przedstawiciele rodzaju *Pontodrilus* i *Diplocardia*, a także występujący w Polsce kompostowiec świecący *Eisenia lucens* z rodziny dżdżownic *Lumbricidae*. Gatunek ten żyje w lasach górskich, gdzie przebywa w glebie, a także w butwiejącym drewnie i między załamami kory drzew.

Zaskakującym może wydawać się fakt, że doskonale wszystkim znana dżdżownica ziemna *Lumbricus terrestris* w okresach dojrzałości płciowej jest zwierzęciem trującym! Bezpośrednią przyczyną toksyczności dżdżownicy jest nagromadzenie się w jej ciele produktów wydzielanych przez gruczoły płciowe. Jest wtedy trująca dla ptaków, myszy i szcurków. Laboratoralnie stwierdzono, że jad rozcieńczony nawet 10 000 razy zabija pierwotniaki w ciągu kilku minut, co więcej, nawet długotrwałe podgrzewanie tej substancji do temperatury 75°C nie powoduje jej inaktywacji. Ten fakt wydaje się szczególnie istotnym, jeśli uzmyslowimy sobie, że w niektórych współczesnych kulturach dżdżownice uchodzą za ekskluzywny przysmak. Oczywiście pierścienice te są przede wszystkim pokarmem zwierząt, w tym np. kretów, które umiejętnie wykorzystują ich zdolności regeneracyjne. Magazynują je niejako w spiżarni, w charakterze zapasów na zimę, uszkadzając im wcześniej przednią część ciała. Okaleczona dżdżownica żyje, ale ma bardzo ograniczone możliwości ruchowe, dlatego pozostaje na miejscu. Dodatkowo regeneracja ciała następuje bardzo wolno.

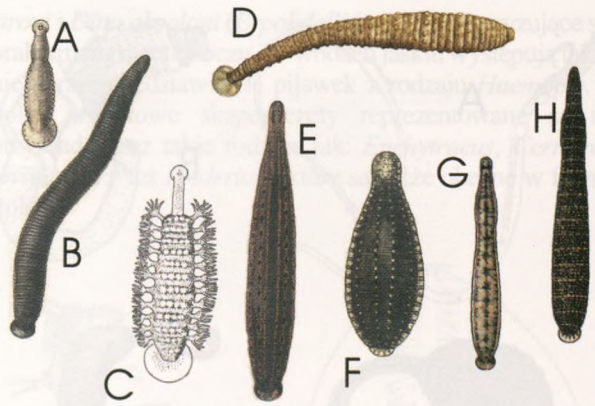
Największą pierścienicą na świecie jest australijski skąposzczet *Megascolides australis* należący do rodziny *Megascolecidae*. Długość ciała tego zwierzęcia dochodzi do 3 metrów (niektórzy twierdzą, że nawet do 6!), a średnica do kilku centymetrów, co sprawia, że widziane z daleka wygląda jak wąż! Podobnie jak nasze krajowe dżdżownice, żyje pod ziemią i żywi się szczątkami organicznymi. W swojej diecie uwzględnia także korzenie, zdarza się również, że wychylając się z podziemnej jamki pożera rosnące w pobliżu rośliny. Co ciekawe, poruszaniu się *M. australis* towarzyszy charakterystyczny dźwięk przypominający bulgotanie, który niezawodnie zwiastuje jego pojawienie się w okolicy. Niestety, populacja tego interesującego gatunku

zmniejsza się. Zasięg jego występowania jest niewielki a dodatkowo często pokrywa się z terenami prywatnymi. Ponadto skąposzczet ten żyje w małym zagęszczeniu. Między innymi z tych powodów nadano mu status gatunku zagrożonego wyginieciem i objęto ochroną.



Ryc. 9. Największa pierścienica świata — australijski *Megascaloides australis* (wg nieznanego malarza — Ecological Bulletin/NFR 25)

W przeciwieństwie do skąposzczetów, jedynie niewielka liczba gatunków pierścienic z innych gromad skolonizowała ląd. Przykładem mogą być kilkucentymetrowej długości pijawki lądowe z rodziny *Haemadipsidae*, występujące w lasach tropikalnych, znane z tego, że całe życie spędzają poza zbiornikami wodnymi. Przy pięknej, słonecznej pogodzie ci mieszkańcy puszczy są nie zauważalni, ale kiedy spadnie deszcz, a pada bardzo często, masowo pojawiają się na roślinach i glebie. Niektóre gatunki oczekują na ofiary przyczepiając się tylną przyssawką do liści krzewów i paproci, a inne, tak małe, że z łatwością mogą przechodzić przez oczka w skarpetkach, wychodzą spod liści leżących na ziemi na buty turystów zwiedzających dżunglę, lub na kończyny przebiegających zwierząt. Jeśli przyczepią się do ciała, już po kilku minutach są najedzone i odpadają, a pozostawiona przez nie ranka bardzo szybko przestaje krwawić. Jednak nie tylko w tropikach można natknąć się na pijawkę swobodnie żyjącą na lądzie, czego przykładem jest występujący w Alpach gatunek, należący do rodziny *Haemadipsidae* — *Xerobdella lecomtei*. Pijawkę tę można spotkać nawet na wysokości 1800 m. n. p. m. Z kolei ziemno-wodny tryb życia prowadzi rzadka i zagrożona wyginieciem w Polsce, pijawka z rodziny *Erpobdellidae* — *Trocheta bykowskii*. Preferuje ona życie w pobliżu strumieni i potoków, gdzie draży korytarze w ziemi i poluje na skąposzczety głównie z rodziny *Lumbricidae*. Niekorzystny okres zimy spędza w jamce wykopanej w wilgotnej glebie w pobliżu źródeł. Amfibioczną grupą skąposzczetów są też wazonkowce *Enchytraeidae*, których przedstawiciele najczęściej można spotkać w glebie, na granicy ładu i wód słonych i słodkich (np.: *Marionina*), ale także w nurcie strumieni i w źródłach (np.: *Henlea similis*). Te drobne (ok. 1



Ryc. 10. Różne gatunki pijawek *Euhirudinea*: A — *Cystobranchus respitans* B — *Haemopsis sanguisuga* C — *Ozobranchus jantseanus* D — *Pontobdella muricata* E — *Hirudo medicinalis* F — *Theromyzon tessulatum*, G — *Erpobdella nigricollis*, H — *Erpobdella octocolata* (A-B, D-H — Brtek i in. 1983, C — Serafińska 1957)



Ryc. 11. Niektórzy przedstawiciele rodziny *Parergodrilidae* to wśród wieloszczetów jedno z nielicznych gatunków lądowych (Swedmerk 1952)

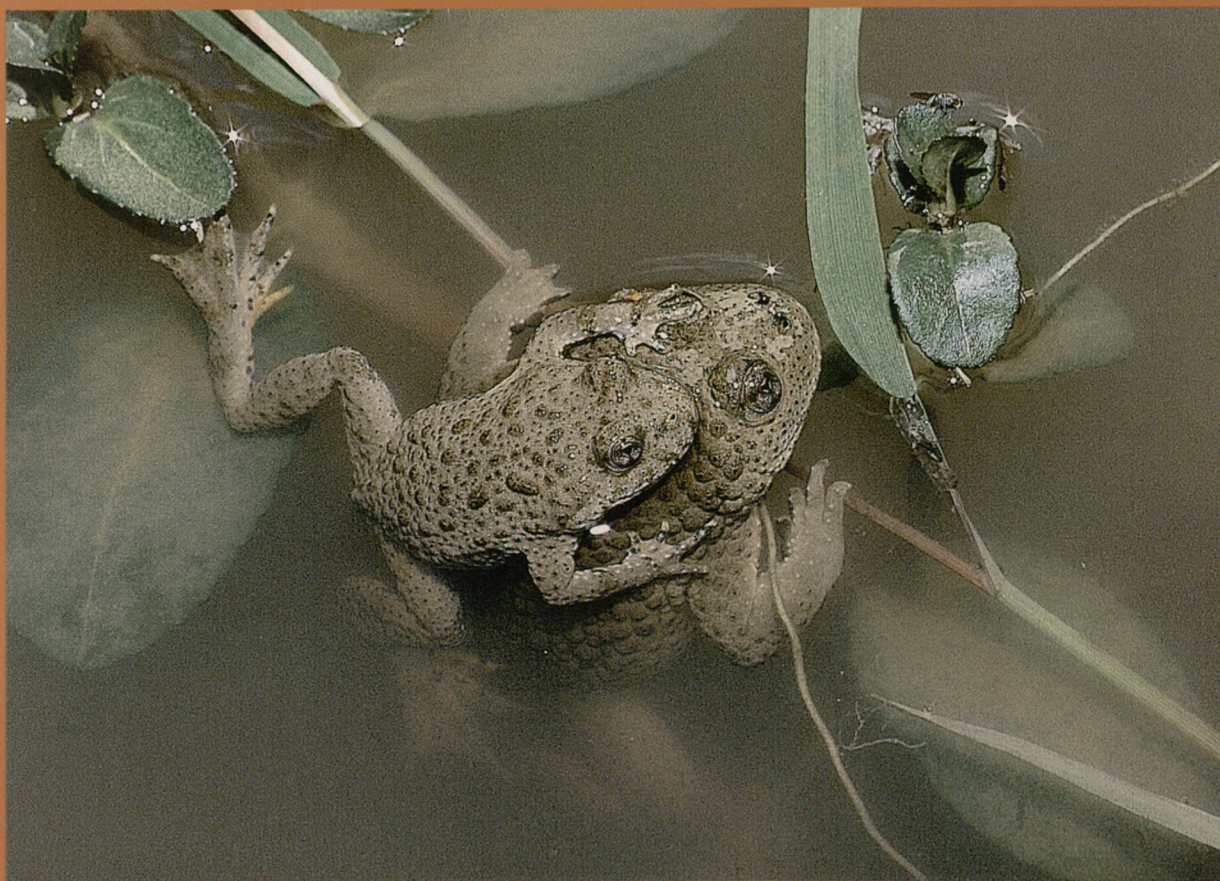
cm długości) pierścienice zamieszkują również ziemię w doniczkach roślin pokojowych. Podobnie jak dżdżownice, wpływają na rozkład materii organicznej, ale znane są także z niszczenia korzeni i siewek roślin. Do ziemnowodnych gatunków należy też czworokątna w przekroju dżdżownica *Eiseniella tetraedra*. Ten pospolity w Polsce gatunek jest spotykany w lasach, na łąkach, bagnach, w jaskiniach, na terenach okresowo zalewanych i podmokłych, a także, jako jedyny przedstawiciel *Lumbricidae*, na dnie zbiorników wodnych.

Do lądowych należy także kilka gatunków wieloszczetów, choć przynależność tych zwierząt do *Polychaeta* jest ostatnio kwestionowana. Mimo, że można je spotkać niemal wyłącznie w wilgotnej ściółce tropikalnych lasów Ameryki Południowej, to jednak dwa gatunki, *Parergodrilus heideri* i *Hrabeiella periglandulata* (*Parergodrilidae*), znane są także z Europy. Co ciekawe, drugi z nich został

Nasze "śpiewające" płazy uchwycone obiektywem Jacka Błażuka



Kumak nizinny *Bombina bombina*. Fot. Jacek Błażuk



Kumak górski *Bombina variegata*. Fot. Jacek Błażuk



Grzebiuszka ziemna *Pelobates fuscus*. Fot. Jacek Błażuk



Ropucha szara *Bufo bufo*. Fot. Jacek Błażuk



Ropucha zielona *Bufo viridis*. Fot. Jacek Błażuk



Ropucha paskówka *Bufo calamita*. Fot. Jacek Błażuk



Żaba jeziorkowa *Rana lessonae*. Fot. Jacek Błażuk



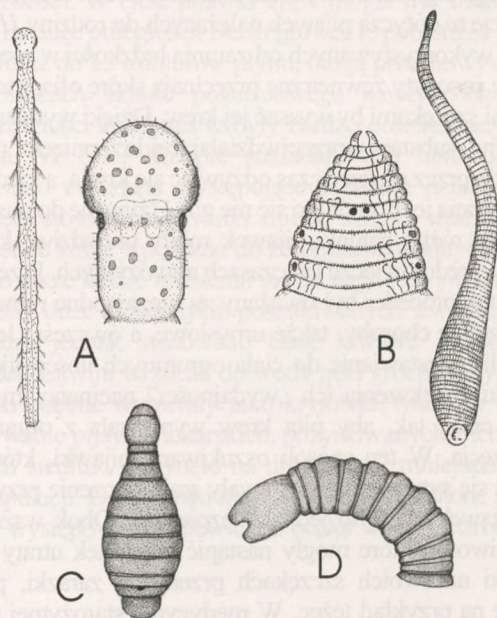
Żaba śmieszka *Rana ridibunda*. Fot. Jacek Błażuk

opisany dopiero pod koniec ubiegłego wieku z obszaru byłej Czechosłowacji, a wykazany po raz pierwszy w 2002 roku również z Polski. Warto w tym miejscu podkreślić, że pierścienice te osiągają niewielkie rozmiary ciała (ok. 1,5 mm długości) i zapewne z tego powodu są często niezauważane.



Ryc. 12. Komensaliczne gatunki wieloszczetów można znaleźć m.in. w rodzinie *Fauvelopsidae* (Fauchald 1974)

Interesującą strategią życiową niektórych morskich pierścienic jest współpraca z innymi organizmami. Do takich „komensalicznych” bezkręgowców należą np. szcztelnice z rodzaju *Urechis*, które żyjąc z innymi zwierzętami w U-kształtnych tunelach wydrążonych w mule, stanowią dla nich swoista pierwszą linię ostrzegawczą przed drapieżni-



Ryc. 13. Przedstawiciele „nowych” gromad pierścienic: A — *Aphanoneura: Aelosoma* sp., B — *Acanthobdellida: Acanthobdella pelidina*, C-D — *Branchiobdellida: Branchiobdella astaci* i *B. pentodonta* (A — Bunke 1967, B — Serafińska 1957, C-D — Wojtas 1964)

kami. Podobne przypadki „współpracy” znajdujemy m.in. wśród wielu wieloszczetów z rodzaju *Haplosyllis* (*Syllidae*), które żyją na koralowcach ośmiopromiennych *Octocorallia*, *Hipponoe* (*Amphynomidae*) współpracujących z wąsonogami *Cirripedia* z rodzajów *Lepas* i *Dosima*, czy wreszcie *Fauvelopsis algae* (*Fauvelopsidae*) żyjących z otwornicami *Bathysiphon rusticum*. Do takich *Polychaeta* należy również wcześniej wspomniany hydrotermalny gatunek *Alvinella pompejana* współżyjący z bakteriami, podobnie jak przedstawiciele *Pogonophora*. Ta ostatnia grupa tak dalece zasymilowała się z bakteriami gram-dodatnimi *Proteobacteria*, że u wielu gatunków brak zarówno otworu gębowego, jak i układu pokarmowego, a składniki odżywcze zapewnijają im właśnie bakterie.



Ryc. 14. Pijawka rybia *Piscicola geometra*. Fot. M. Grabowski

Zdecydowana większość pierścienic to gatunki wolnożyjące, ale są w tej grupie także bezkręgowce pasożytnicze, a spektrum ich żywicieli jest naprawdę imponujące. Najczęściej ze zjawiskiem pasożytnictwa kojarzy się pijawki, chociaż takie gatunki można znaleźć również w obrębie innych grup *Annelida*. I tak na przykład niektóre wieloszczety pasożytują na rybach (np. *Ichthyotomus sanguineus* z rodziny *Ichthyotomidae* na skrzylach węgorzy), inne na skorupiakach (*Hristobdella homari* na homarach, a *Stratiotrilus tasmanicus* na tasmańskich rakach, oba gatunki należą do *Hristiobdellidae*), szkarłupniach *Echiuroidea*, czy gąbkach *Porifera*. W zakres ich „zainteresowań” wchodzi także mięczaki *Mollusca* i parzydełkowce *Cnidaria*, oraz osłonice *Tunicata* a nawet inne wieloszczety, jak to ma miejsce np. w przypadku *Haematocleptes terebellides*, dla którego żywicielem jest *Terebellides stroemi*.

Pasożytniczy tryb życia prowadzą również pierścienice należące do gromady *Branchiobdellida*. Te drobne gatunki żyją na powierzchni pancerzy, w jamach skrzylowych, na połączeniach stawowych, u nasady czulków albo stylików oczu raków. Przystosowaniem do takiego trybu życia jest przyssawka — przekształcony ostatni segment ciała oraz gardziel zaopatrzona w szczękę.

Wyróżniany w obrębie rodziny *Naididae* pospolity w Polsce gatunek skąposzczeta *Chaetogaster limnaei* jest na swój sposób gatunkiem szczególnym, w obrębie którego znane są dwie formy o różnych strategiach życiowych. Jedną z nich grupuje komensale żyjące na ciałach, muszlach i w

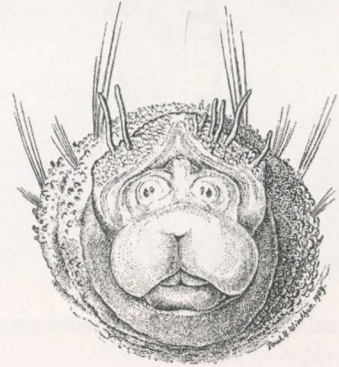
jamach płaszczowych ślimaków wodnych, takich jak żyworódka rzeczna *Viviparus viviparus*, błotniarka stawowa *Lymnaea stagnalis*, przytulik strumieniowy *Ancylus fluvialis*, a druga pasożyty nerek i moczowodów błotniarki stawowej *L. stagnalis* czy zatoczką rogowego *Planorbarius corneus*. Skąposzczety pasożytnicze można też wyróżnić spośród wazonkowców *Enchytraeidae*. *Fridericia parasitica* i tropikalny *Aspidodrilus kelsalli* są gatunkami uważanymi za pasożyty zewnętrzne pewnych dżdżownic. Ektopasożytami są także obydwie gatunki z gromady *Acanthobdellida* występujące w Azji, Europie i Ameryce Północnej. Są to organizmy najbardziej zbliżone budową do pijawek (stała liczba segmentów i obecność przyssawek), ale różnią się od nich posiadaniem szczecin. Gatunki te są pasożytami ryb, do których przyczepiają się głównie w okolicach płetw.



Ryc. 15. Lądowe pijawki z rodziny *Haemadipsidae* czatujące na ofiary (Serafińska 1957)

Najwięcej gatunków pasożytów czasowych grupują pijawki. I tak, np. bardzo niebezpieczny może być *Limnatis nilotica* (*Hirudinidae*), znany z północnej Afryki i Azji Mniejszej. Spragniony człowiek (albo zwierzę) pijący wodę bezpośrednio ze zbiornika może spodziewać się, że *L. nilotica* wpełźnie wraz z cieczą do ust i przedostanie się do gardła. Taka inwazja może doprowadzić nawet do uduszenia ofiary. Przypadki te znane są z historii i były udziałem żołnierzy napoleońskich w Egipcie, jak również dotyczy pielgrzymów do Ziemi Świętej. Poprzez otwory nosowe do gardła swoich ofiar — wodnego ptactwa, wpełza powszechnie występująca w Polsce pijawka kaczka *Theromyzon tessulatum* z rodziny *Glossiphoniidae*. Duża ilość pijawek w organizmie jednego ptaka może prowadzić do uduszenia. Zdarza się także, że ta pierścienica atakuje człowieka, czego dowodem są istniejące recepty ludowe na przeciwdziałanie takim przypadkom. Stosowano na przykład wkraplanie do nosa soku z cytryn lub wdychanie dymu z palonych pluskw. Drobną pijawką rybia *Piscicola geometra*, *Piscicolidae* jest sprawcą wielu groźnych chorób ryb. Zaopatrzona w stosunkowo duże przyssawki pijawka nie odpada od ciała ofiary ani gdy ta szybko pływa, ani w dużym prądzie wody. Na jednej rybie może występować bardzo wiele takich pijawek, które uszkadzają skórę ofiary

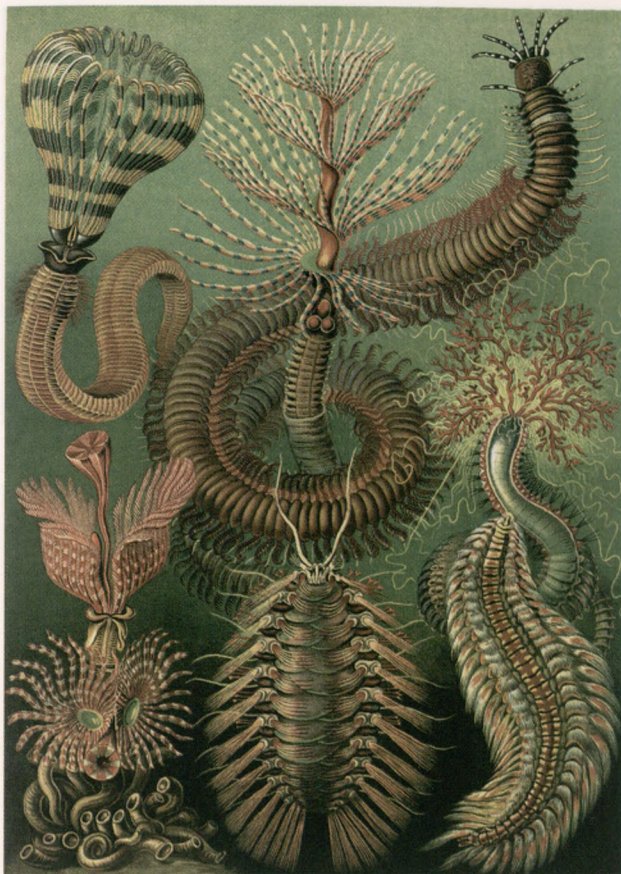
czynią ją bardziej podatną na zakażenia bakteryjne i grzybicze. W morzach ryby atakowane są przez należące do tej samej rodziny (jedynej grupy pijawek występującej w wodach słonych) gatunki, *Pontobdella muricata* i *Trachobdella lubrica*. Pijawki należące do rodziny *Piscicolidae* charakteryzują się występowaniem po bokach tylnych segmentów ciała specjalnych pęcherzyków ułatwiających wymianę gazową. Największą specjalizację w tym względzie osiągnęła pijawka azjatycka *Ozobranchus jantseanus* będąca pasożytem żółwi. Gatunek ten posiada mocno rozbudowane, rozgałęzione wyrostki skrzelowe, a ponadto jest odporny na wysychanie (może przeżyć bez wody nawet kilka dni). Kiedy żółw wychodzi na ląd powygrzewać się na słońcu, pijawka pozostaje przyczepiona, ale kurczy się, schnie i przybiera postać czarnego krążka. Po powrocie do zbiornika, ponownie przybiera swoje normalne kształty.



Ryc. 16. Głowa wieloszczeta z gatunku *Brada villosa* (Wesenberg-Lung 1951)

Pijawki i ludzie

Najstarsze wzmianki o pijawkach pochodzą już ze starożytnego Egiptu, Chin i Indii, a także z Grecji i Rzymu. Informacje te dotyczą pijawek należących do rodziny *Hirudinidae*, wykorzystywanych od zarania ludzkości w medycynie. Te pasożyty zewnętrzne przecinają skórę ofiary tarczowatymi szczękami by wyssać jej krew. Dzięki wytwarzaniu hirudyny, substancji przeciwdziałającej krzepnięciu, pijawka może przez dłuższy czas odżywiać się krwią, a kiedy odpadnie, rana jeszcze długo się nie goi. Używane do puszczenia krwi różne gatunki pijawek robiły prawdziwą karierę także w średniowieczu i w czasach nowożytnych. Przez całe wieki ten proceder był uważany za niezawodne remedium na wszelkie choroby, także umysłowe, a ówczesni lekarze zalecali przystawianie do ciała ogromnych ilości pijawek. W celu zwiększenia ich „wydajności” nacinano im tylną część ciała, tak, aby pita krew wypływała z organizmu zwierzęcia. W ten sposób oszukiwano pijawki, które nie czując się sytymi nie przestawały ssać. Leczenie przy użyciu pijawek nie było jednak bezpieczne. Obok wszelkich dolegliwości, które mogły nastąpić na skutek utraty krwi, pijawki na swoich szczękach przenosiły zarazki, powodujące na przykład tężec. W medycynie starożytnej stosowano także jedzenie pijawek gotowanych w oleju, a w kosmetyce różne mieszanki na bazie popiołu z pijawek wykorzystywane na przykład na porost włosów, jako środek depilujący oraz jako farbę do włosów.



Ryc. 17. Jedna z najstarszych rycin przedstawiających pierścienice — wieloszczety wg. Ernsta Haeckela (Haeckel 1904)

Jeszcze całkiem niedawno, nasi wschodni sąsiedzi wykorzystywali pijawki w laboratoriach analitycznych jako „żywe próbki”. Zwierzę samo „pobierało” krew pacjentowi, a następnie magazynowało ją nie zmieniając jej właściwości. W ciele pijawki krew mogła być transportowana na duże odległości. Bezkręgowce te pobierając jednocześnie aż do 15 mililitrów płynu, mogą przechowywać go w uchyłkach układu pokarmowego nawet ponad rok. W przeszłości zwierzęta te były bardzo poszukiwanym towarem. W całej Europie zakładano ich hodowle, lub poławiano zwierzęta występujące w stanie dzikim. Jako przynętę stosowano kawałki mięsa, szmaty maczane we krwi, stare konie wpędzane do zbiorników wodnych, a nierzadko także ludzie rozbierali się do naga i na swoim ciele wynosili duże ilości tych poszukiwanych zwierząt. Nie wszędzie jednak stosowano takie krwawe metody, na przykład Litwini wrzucali do wody pęki grochownicy, które pijawki chętnie wybierały jako kryjówki. Masowe wykorzystywanie pijawek lekarskich, pozyskiwanych z ich naturalnych siedlisk, wpłynęło na drastyczne zmniejszenie się ich populacji. Dodatkowo niszczone są ich ulubione środowiska występowania: niewielkie oczka wodne, starorzecza

i torfianki. Z tych powodów pijawka lekarska, jako jedyny gatunek pierścienicy w Polsce, została objęta ochroną gatunkową. *Euhirudinea* wykorzystuje się również w dzisiejszej medycynie. W chirurgii plastycznej ssące pijawki wpływają na lepsze ukrwienie przyszywanych części ciała i przeszczepów skóry. Sama hirudyna stała się natomiast podstawą wytwarzania leków przeciwzkrzepowych i przeciwdziałających skurczom naczyń krwionośnych. Duże znaczenie dla współczesnej medycyny ma również największa na świecie, osiągająca długość do 45 centymetrów, *Haementeria ghilianii* (*Glossiphoniidae*). Wytwarza ona podobną substancję do hirudyny, hementynę, która zyskała uznanie, ponieważ jest silnym antykoagulantem rozbijającym skrzepy krwi prowadzące do zawałów i ataków serca. *H. ghilianii* to pijawka tropikalna, występująca w Ameryce Południowej.

To może wydać się dziwne, ale pijawki lekarskie *Hirudo medicinalis* znalazły zastosowanie także w kuchni, i to u samego króla Polski, Augusta II Mocnego. Wieść niesie, że tężyżnę którą odznaczał się ten władca, zawdzięczał codziennej porcji pijawek specjalnie dla niego przyrządzanych według dość makabrycznego przepisu. Nadworny kucharz przystawiał pierścienice do oskubanego ciała żywej gęsi i w całości wkładał do pieca. Pijawki pobierając gęsią krew powoli pęczniały. Trochę podpieczone i posypane cukrem serwowano królówi.

Na uwagę zasługuje fakt, że popularność pijawek wyniosła je także na dziewiętnastowieczne salony. Doceniono wtedy ciekawe ubarwienie pijawek lekarskich i wzorowano się na pokrywających ich ciała deseniach podczas projektowania tkanin do najmodniejszych strojów dla ówczesnych dam.

Zbliżona rozmiarem do pijawki lekarskiej jest należąca do rodziny *Hirudinidae* pijawka końska *Haemopsis sanguisuga*, która w najmniejszym stopniu nie stanowi zagrożenia dla człowieka, ani dla dużych zwierząt. Jest drapieżnikiem i poluje na ofiary, które w najlepszym wypadku są nieco większe od niej. Z upodobaniem połyka dżdżownice, ślimaki albo małe kijanki. Jest to zwierzę pospolite, żyjące przy brzegach różnych zbiorników wodnych.

Przedstawione powyżej przykłady stanowią jedynie znikomą procent interesujących aspektów życia pierścienicy, szczególnie, że grupa ta w dalszym ciągu jest słabo zbadana, a wiele gatunków czeka wciąż na odkrycie. Mamy jednak nadzieję, że choć w części udało nam się przybliżyć czytelnikowi tę ciekawą i ważną ekologicznie grupę zwierząt.

Wpłynęło 21.03.2005

Mgr Radomir Jaskuła jest doktorantem a mgr Aleksandra Jabłońska doktorantką na stanowisku asystenta w Katedrze Zoologii Bezkręgowców i Hydrobiologii Uniwersytetu Łódzkiego.
e-mail: radekj@biol.uni.lodz.pl; olapio@biol.uni.lodz.pl

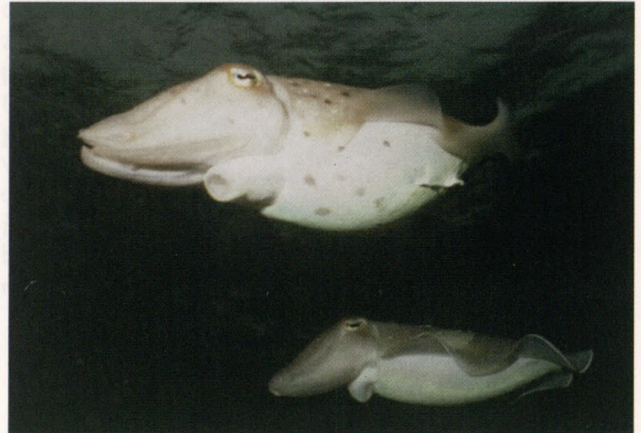
Aleksandra JABŁOŃSKA (Łódź)

SEPIA LATIMANUS — MĄTWA RAF KORALOWYCH

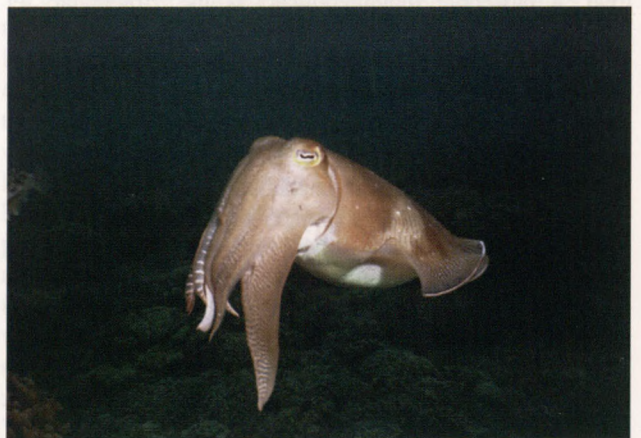
Na świecie żyje ponad 100 gatunków mątw *Sepiida*. Liczba ta stanowi około 10% wszystkich znanych głowonogów *Cephalopoda*, gromady bezkręgowców zaliczanej do typu mięczaków *Mollusca*. Zwierzęta te występują we wszystkich pełnosłonych morzach na świecie. Należą do grupy dziesięciornic *Decapodiformes* i w związku z tym posiadają dziesięć ramion, osiem krótkich otaczających otwór gębowy i dwa chwytny, bardzo długie i sprężyste, używane podczas polowań, które ukrywane są w specjalnych kieszeniach w okolicy oczu. Otwór gębowy tych zwierząt zaopatrzony jest w silne szczęki, przypominające papuzi dziób. Ten aparat dodatkowo wspomagają gruczoły jadowe, których wydzielina nie jest szkodliwa dla ludzi, ale trzeba pamiętać, że ugryzienia mogą być silne i bolesne, nie mówiąc o uszkodzeniu skóry. Niepokojone i brane do ręki mątwy zwykle bronią się gryząc napastnika. Budowa ramion i obecność szczęk wskazuje na drapieżny styl życia tych mięczaków. Ich ofiarami często padają krewetki i kraby, za to nigdy ślimaki, ani małże. Wyglądnie zwierzęta mogą posunąć się też do kanibalizmu. Duże oczy, o źrenicy w kształcie litery „W”, podobne do oczu kręgowców, pomagają im w znajdowaniu odpowiedniego pożywienia. Pokażny worek trzewiowy mątwy przypomina futerał, na którego brzegu znajduje się falująca płetwa. Dzięki jej delikatnym ruchom zwierzę może przesunąć się nieznacznie w przód lub w tył, w zależności od potrzeby. Wbrew pozorom są to jednak doskonali i szybcy pływacy. W sytuacji zagrożenia błyskawicznie przemieszczają się na zasadzie odrzutu, wystrzykując wodę z jamy płaszczowej przez specjalny lejek. Takim chwilom na ogół towarzyszy też wypuszczenie ciemnej zasłony w postaci wydzieliny gruczołu czernidłowego. Po grzbietowej stronie ciała, ukryta pod powłokami skórnymi, znajduje się muszla, znana pod nazwą kość mątwia („os sepiae”). Jest to wapienna struktura, pełniąca rolę szkieletu, zawierająca w swoich drobnych porach cząsteczki gazów, ale także pewną ilość płynu. Zwierzę może zmieniać swoją pływalność dzięki zmianom proporcji zawartości gazów i płynów w przestworach muszli.

Ryc. 1. *Os sepiae* — „kość mątwia”. Fot. A. Jabłońska

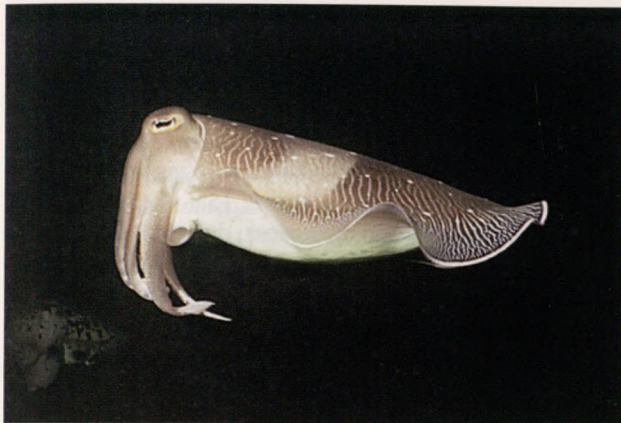
Dzięki obecności w skórze komórek barwnikowych, ciyli chromatoforów, mątwy w zadziwiający sposób potra-

Ryc. 2. *Sepia latimanus*, samica i samiec. Fot.: P. Jabłoński

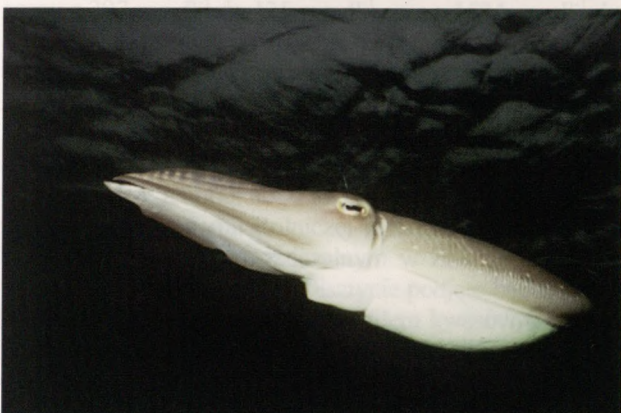
fią błyskawicznie zmieniać barwę swojego ciała, którą dostosowują do koloru podłoża. Efekt barwny pojawiający się na ich skórze uzupełniają irydofory, komórki zawierające struktury odbijające barwy o różnej długości fali. Zjawisko to towarzyszy zawsze okresom godowym. Samiec ujawnia wtedy swoje najpiękniejsze kolory, czerwony, brązowy, żółty, niebieski, różowy, zielony i złoty, które zmieniając się wabią samice. W kulminacyjnym momencie samiec wsuwa do jamy płaszczowej samicy jedno z ramion, które jest specjalnie przekształcone w narząd kopulacyjny (nazywany hektokotylosem) i przekazuje jej nasienie zebrane w pakiety. Do zapłodnienia dochodzi wewnątrz jamy płaszczowej.

Ryc. 3. *Sepia latimanus*, samiec. Fot.: P. Jabłoński

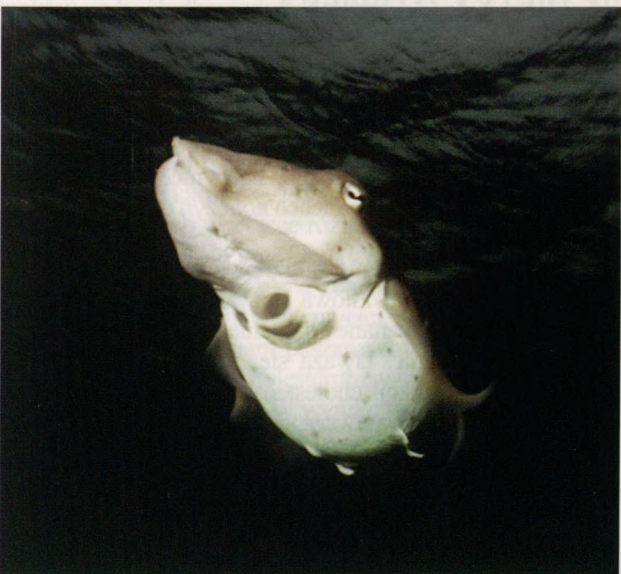
Mątwy należące do gatunku *Sepia latimanus* zamieszkują płytkie wody raf koralowych Oceanu Indyjskiego (do głębokości 30 metrów). Osiągają wielkość do 50 centymetrów, a z wyciągniętymi ramionami chwytnymi nawet do ponad 1 metra. Cechą charakterystyczną, odróżniającą je od innych gatunków jest żółte obrzeżenie oczu. Zwierzęta te, inaczej niż większość przedstawicieli *Sepiida*, są aktywne w dzień. Kilka razy spotkałam te mątwy nurkując u wybrzeży wyspy Sangalaki wchodzącej w skład niewielkiego archipe-



Ryc. 4. *Sepia latimanus*, samiec. Fot.: P. Jabłoński



Ryc. 5. Odplywająca mątwa. Fot.: P. Jabłoński



Ryc. 6. Odplywająca mątwa, dobrze widoczny lejek. Fot.: P. Jabłoński

lagu położonego w pobliżu wschodnich wybrzeży Borneo, na terytorium Indonezji. Zwierzęta były obserwowane rano, niedaleko od brzegu, za każdym razem w tym samym miejscu, na głębokości około 5 metrów. Była to grupa składająca się z około dziesięciu osobników, zarówno samic jak i samców. Samce nosiły na skórze charakterystyczny wzór cienkich białych pasków na czarnym tle, samice były beżowo białe. Na widok pływaczów, zwierzęta przebywające w cieniu załamów rafy wypływały im na spotkanie. Jak się



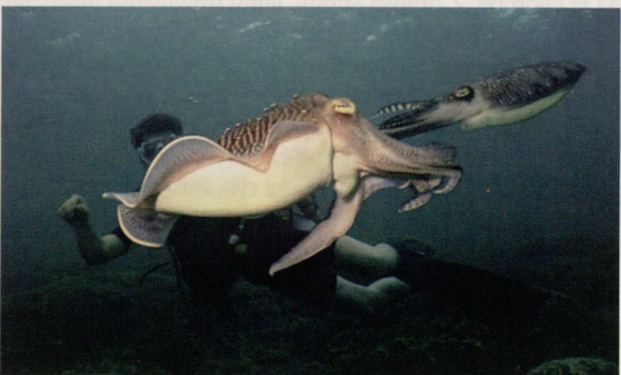
Ryc. 7. Mątwy przy koralowcu z rodzaju *Heliopora*. Fot.: P. Jabłoński



Ryc. 8. *Sepia latimanus* składająca jaja. Fot.: P. Jabłoński



Ryc. 9. Autorka w towarzystwie mątwy składającej jaja. Fot.: P. Jabłoński



Ryc. 10. Mątwy i pływacz. Fot.: P. Jabłoński

szybko okazało mątwy składały właśnie jaja w zakamarkach okolicznych koralu osmiopromiennych *Octocoralia* z rodzaju *Heliopora* i zaniepokojone wypływały aby pilnować swojego terytorium. Co ciekawe nie wykazywały one żadnych agresywnych zachowań, lecz w towarzystwie ludzi kontynuowały swój ceremoniał, pozwalały się obserwować i fotografować. Dało się zauważyć samce dominujące w grupie, które nie odstępowały samic i raz po raz próbowały się z nimi ponownie połączyć. Samce te okazywały niechęć, bądź były agresywne w stosunku do podplływających do nich innych przedstawicieli tej samej płci. Można było także zaobserwować ciekawe zachowanie samic, które potrafiły uniknąć ponownych, najwyraźniej niechcianych zbliżeń z samcami. Całkowicie natomiast pochłonięte były składaniem jaj przylepiając je między gałązkami koralowców. Czasami podczas składania jaj samicom asystują ryby z rodziny ustnikowatych *Chaetodontidae*, znane też pod nazwą ryby motyle, mające nadzieję chwycić płytko umieszczone, świeżo złożone jaja. Są one jednak na tyle płochliwe, że nie czatowały na swój przysmak w obecności ludzi. Jaja *S. latimanus* po złożeniu twardnieją i stają się niemożliwe do usunięcia spośród gałęzi koralu, co i tak może stać się bole-

snym procederem z uwagi na powszechną obecność parzydełek „gospodarza”. Niedługo po spełnionej misji reprodukcyjnej samice giną, natomiast wylęgające się po około pięciu tygodniach młode mają kształt i kolor opadłych liści. W pierwszych dniach po wylęgu młoda mątwą zjada dziennie ilość pożywienia odpowiadającą połowie wagi jej ciała, a jej masa przyrasta wtedy o prawie 15%. Tempo wzrostu młodych mątów maleje po dwudziestu dniach życia, a po kilku miesiącach dorosłe zwierzęta, podobnie jak wcześniej ich rodzice, rozpoczynają swój taniec godowy.

Ciekawa biologia tego gatunku (aktywność dobową i miejsce występowania) sprawia, że jest to mątwą łatwą do obserwacji, do czego zachęcam wszystkie osoby zwiedzające rafy koralowe.

Wpłynęło 14.04.2005

Mgr Aleksandra Jabłońska jest doktorantką na stanowisku asystenta w Katedrze Zoologii Bezkęrgowców i Hydrobiologii Uniwersytetu Łódzkiego.
e-mail: olapio@biol.uni.lodz.pl

Krzysztof BIENIARZ (Kraków)

RYBY — WAŻNY SKŁADNIK DIETY CZŁOWIEKA

Miażdżycza jest obecnie najpoważniejszą i najgroźniejszą (obok chorób nowotworowych) chorobą ludzi. Mieszkańcy krajów ubogich w znacznie mniejszym procencie są zagrożeni tą chorobą w porównaniu z mieszkańcami większości krajów bogatszych. Uważa się, że jest to przede wszystkim związane z dietą. W krajach ubogich w porównaniu z krajami bogatymi, spożywa się znacznie mniej mięsa zwierząt stałocielnych a zwłaszcza wieprzowiny, znacznie mniej tłuszczów tych zwierząt, oraz bardzo mało cukru i słodyczy oraz wypieków z czystej białej mąki a więcej błonnika. Nadmienić jednak należy, iż niektórzy uważają, że powodem niskiej zachorowalności na miażdżycę w tych krajach jest to, że ludzie tam stosunkowo rzadko osiągają wiek, w którym obserwuje się największą zachorowalność na tę chorobę. Z drugiej strony, temu ostatniemu twierdzeniu przeczy fakt niskiej zachorowalności na miażdżycę w Japonii — kraju bardzo bogatym o wysokiej średniej długości życia. Jednak Japończycy w porównaniu z mieszkańcami Europy i Ameryki Północnej spożywają znacznie mniej mięsa i tłuszczów zwierząt stałocielnych a znacznie więcej t. zw. owoców morza a zwłaszcza ryb. Polska z punktu widzenia przeważającej u nas diety należy do krajów bogatych o bardzo dużym zagrożeniu tą chorobą.

Miażdżycza w dużym uproszczeniu polega na uszkodzeniu śródbłonna, wyścielającego tętnice. W miejscu uszkodzenia śródbłonna pojawia się wybrzuszenie, na którym osadzają się płytki krwi a to prowadzi do powstania zakrze-

pów i zaciopowania tętnicy. Jest to więc forma bezbakteryjnego stanu zapalnego. Zakrzepy powstają najczęściej w tętnicach mózgu — zator mózgu, naczyniach wieńcowych serca — zawał serca i w tętnicach kończyn dolnych — martwica kończyn.

Ponieważ powstawanie zakrzepu związane jest z agregacją płytek krwi, prawidłowa nazwa miażdżycy to *Arterothrombosis*. Nie są znane dokładnie przyczyny uszkodzenia przez cząsteczki frakcji cholesterolu zwane LDL. Stąd za dietę antymiażdżycową uważa się taką, która powoduje obniżenie we krwi frakcji cholesterolu LDL i trójgliceroli a podwyższa poziom frakcji cholesterolu HDL. Należy pamiętać, że cholesterol jest niezbędny w wielu procesach biochemicznych zachodzących w organizmie człowieka a groźna jest tylko jego frakcja LDL.

Do związków chemicznych obniżających poziom LDL i trójgliceroli a podwyższających poziom HDL należą wielonienasycone kwasy tłuszczowe — WNKT (*polyunsaturated fatty acids* — PUFA).

WNKT odgrywają bardzo ważną rolę w wielu biochemicznych procesach również w organizmie człowieka m.in. takich jak: transport i utlenianie cholesterolu, synteza prostaglandyny i prostacyklin, uczestniczą w tworzeniu się błon komórkowych. Niektóre wielonienasycone kwasy tłuszczowe nie są syntetyzowane w organizmie człowieka i większości zwierząt (w przeciwieństwie do nasyconych i

jednonienasyconych kwasów tłuszczowych) i muszą być dostarczane z zewnątrz w pożywieniu. Noszą one dlatego nazwę niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (NNKT).

Dlatego w diecie antymiadźcовой tak ważne są te produkty spożywcze, które zawierają dużo WNKT a mało nasyconych i jednonienasyconych kwasów tłuszczowych i trójgliceroli. Do takich produktów spożywczych zalicza się szereg ryb morskich.

Badania Connor'a i jego współpracowników z 1983, udowodniły, że czterotygodniowe podawanie pacjentom dań z dużą ilością oleju z łosiosa atlantyckiego *Salmo salar* L., powodowało spadek zawartości cholesterolu u jednej grupy z 294 mg dl⁻¹ do 200 mg dl⁻¹ a u drugiej grupy z 347 mg dl⁻¹ do 189 mg dl⁻¹ oraz spadek triacyloglicerolu u jednej grupy z 397 mg dl⁻¹ do 135 mg dl⁻¹ oraz z 1534 mg dl⁻¹ do 354 mg dl⁻¹ u grupy drugiej. W literaturze naukowej jest stosunkowo mało danych o zawartości cholesterolu ogólnego i kwasów tłuszczowych w mięsie ryb słodkowodnych. Zupełny był brak dotychczas, wiadomości odnośnie ryb chowanych w gospodarstwach stawowych w Polsce. Dlatego w Katedrze Ichtiobiologii i Rybactwa, Katedrze Żywności Zwierząt Akademii Rolniczej w Krakowie oraz w Rybackim Zakładzie Doświadczalnym w Zatorze, Instytutu Rybactwa Śródlądowego w Olsztynie podjęto badania nad zawartością cholesterolu i nad profilem kwasów tłuszczowych w mięsie karpia kilku linii i w mięsie kilku innych gatunków ryb słodkowodnych. Przeprowadzono 3 serie badań. W pierwszej chodziło o przekonanie się:

— jaka jest zawartość cholesterolu w mięsie kilku gatunków ryb słodkowodnych (drapieżnych i niedrapieżnych);

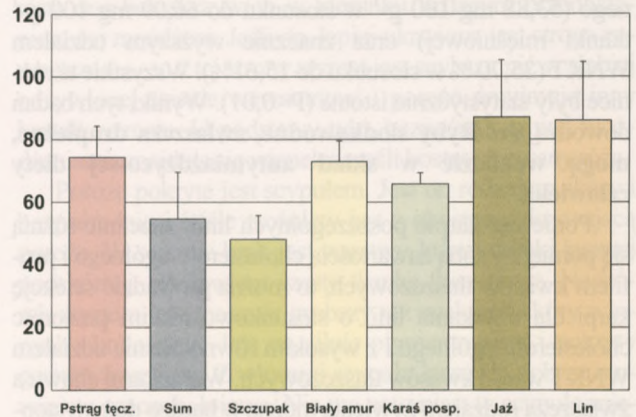
— jaki jest procentowy udział WNKT wśród wszystkich kwasów tłuszczowych zawartych w mięsie tych ryb (profil kwasów tłuszczowych).

W drugiej serii badań chodziło o stwierdzenie, czy poszczególne linie karpia najczęściej chowanych w gospodarstwach stawowych w Polsce różnią się pomiędzy sobą zawartością cholesterolu i profilem kwasów tłuszczowych

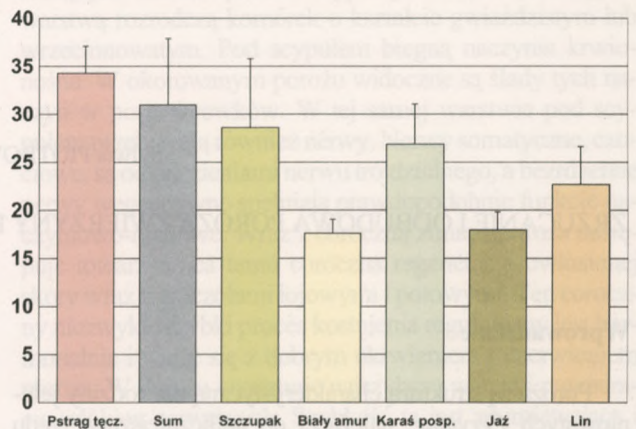
W trzeciej serii chodziło o zbadanie czy różne sposoby chowu karpia (karpie chowane wyłącznie na pokarmie naturalnym i karpie dokarmiane paszami zbożowymi) wpływają na zawartość tłuszczu i cholesterolu w mięsie karpia i na profil kwasów tłuszczowych. W wyniku tych badań stwierdzono, że zawartość cholesterolu w mięsie ryb drapieżnych (szczupak, sum europejski, pstrąg tęczy) w zależności od rodzaju stawu gdzie były chowane (stawy odrostowe, stawy zimochowy i stawy magazyny) wynosiła od 40,8 do 76,9 mg 100g⁻¹ mięsa a u ryb niedrapieżnych (biały amur, lin, jaz, karaś) od 63,4 do 102,9 mg 100 g⁻¹ mięsa (ryc. 1).

Natomiast procentowy udział WNKT wśród wszystkich kwasów tłuszczowych wynosił u ryb drapieżnych od 23,3 do 44,1% a u ryb niedrapieżnych od 16,2 do 30,3% (ryc. 2). Badania te również pokazały, że stosunek kwasów tłuszczowych z rodziny n-3 (omega 3) do kwasów tłuszczowych rodziny n-6 (omega 6) u ryb drapieżnych wynosił 2,39 do 3,45 i był znacznie wyższy niż u ryb niedrapieżnych, u których stosunek ten wynosił od 0,74 do 1,68. Badanie zawartości cholesterolu i profilu kwasów tłuszczowych w mięsie 5 linii karpia chowanych w Rybackim Zakładzie Doświadczalnym w Zatorze, Instytutu Rybactwa Śródlądowego w Olsztynie

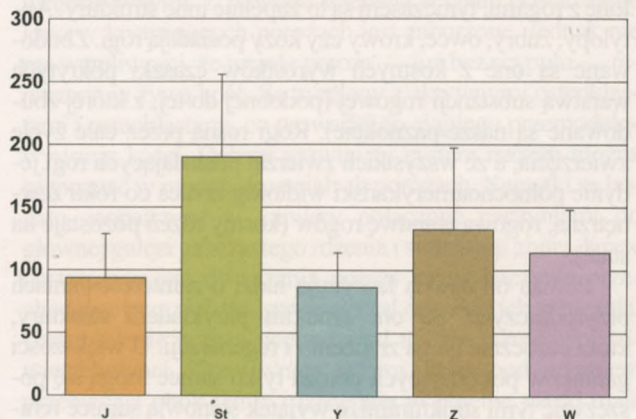
wykazało m. in. że karpie linii starzawskiej charakteryzowały się znacznie wyższą zawartością cholesterolu w mięsie i znacznie niższym procentem WNKT w porównaniu z pozostałymi 5 liniami. Najniższą zawartością cholesterolu i najwyższym procentowym udziałem WNKT wśród wszystkich kwasów tłuszczowych charakteryzowały się linie: jugosłowiańska i węgierska (ryc. 3 i 4).



Ryc. 1. Zawartość cholesterolu (mg 100 g-1 tkanki mięśniowej) w mięśniach 7 gatunków ryb słodkowodnych



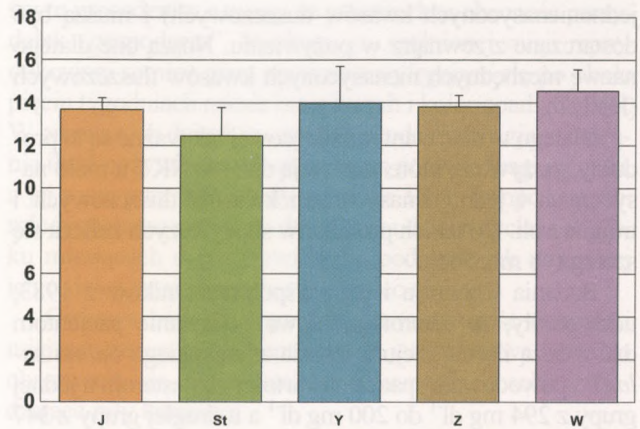
Ryc. 2. Profil (%) wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w mięśniach 7 gatunków ryb słodkowodnych



Ryc. 3. Zawartość cholesterolu (mg 100 g-1 tkanki mięśniowej) w mięśniach karpia 5 linii w Rybackim Zakładzie Doświadczalnym IRŚ w Zatorze (J — linia japońska, St — starzawska, Y — jugosłowiańska, Z — zatorska, W — węgierska)

W trzeciej serii badań wykazano, że w zależności od metody chowu, zawartość cholesterolu w mięsie i profil kwasów tłuszczowych może się zmieniać w bardzo szerokich granicach. Tak więc karpie chowane wyłącznie na pokarmie naturalnym w stosunku do karpki dokarmianych paszami zbożowymi charakteryzowały się znacznie niższą procentową zawartością tłuszczu ogólnego (1,05 w stosunku do 9,53%), niższą zawartością cholesterolu ogólnego (53,88 mg 100 g⁻¹ w stosunku do 66,09 mg 100 g⁻¹ tkanki mięśniowej) oraz znacznie wyższym udziałem WNKT (25,70 % w stosunku do 15,61%). Wszystkie te różnice były statystycznie istotne ($P < 0,01$). Wyniki tych badań dowodzą, że: **Ryby słodkowodne, zwłaszcza drapieżne, mogą wchodzić w skład antymiażdżycowej diety człowieka.**

Ponieważ karpie poszczególnych linii, znacznie różnią się pomiędzy sobą zawartością cholesterolu ogólnego i profilem kwasów tłuszczowych, to można prowadzić selekcję karpki dla uzyskania linii o stosunkowo niskim poziomie cholesterolu ogólnego i z wysokim równocześnie udziałem WNKT wśród kwasów tłuszczowych. Warunkami chowu a zwłaszcza rodzajem żywienia można w bardzo dużym stopniu wpływać na poziom cholesterolu ogólnego i procentowy udział wielonienasyconych kwasów tłuszczowych wśród wszystkich kwasów tłuszczowych w mięsie karpki.



Ryc. 4. Profil (%) wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w mięśniach karpki 5 linii w Rybackim Zakładzie Doświadczalnym IRŚ w Zatorze (J — linia japońska, St — starzawska, Y — jugosłowiańska, Z — zatorska, W — węgierska)

Wpłynęło 22.11.2004

Prof. dr hab. Krzysztof Bieniarz jest emerytowanym profesorem w Katedrze Ichtiologii i Rybactwa Akademii Rolniczej w Krakowie.
e-mail: rzbenia@kinga.cyf-kr.edu.pl

Sylwia PIOTROWSKA (Szczecin)

ZRZUCANIE I ODBUDOWA POROŻA ZWIERZĘCY PŁOWEJ CIEKAWYM ZJAWISKIEM BIOLOGICZNYM

Wprowadzenie

Poroża są strukturą charakterystyczną dla rodziny jeleniowatych *Cervidae*, należącej do najliczniejszego rzędu wśród ssaków — parzystokopytnych *Artiodactyla*. Wyjątek stanowi jelenek błotny *Hydropotes inermis*, pochodzący z Chin, którego samce nie mają poroży. Poroża często są mylone z rogami, tymczasem są to zupełnie inne struktury. Antylopy, żubry, owce, krowy czy kozy posiadają rogi. Zbudowane są one z kostnych wyrostków czaszki pokrytych warstwą substancji rogowej (podobnej do tej, z której zbudowane są nasze paznokcie). Rogi rosną przez całe życie zwierzęcia, a ze wszystkich zwierząt posiadających rogi jedynie północnoamerykański widłoróg zrzuca co roku zewnętrzną, rogową warstwę rogów (kostny rdzeń pozostaje na stałe).

Poroża od dawna fascynują ludzi o zainteresowaniach przyrodniczych. Są one rzadkim przykładem struktury, która corocznie ulega zrzuconiu i regeneracji. U większości gatunków posiadających poroża tylko samce mogą się poszczycić tymi strukturami, a wyjątek stanowią samice reniferów *Rangifer tarandus*. U samic reniferów cykl poroży jest zsynchronizowany z cyklem reprodukcyjnym. Poroża służą zwierzętom do walki (między rywalami, o utrzymanie pozycji socjalnej w grupie oraz z osobnikami innych gatun-

ków), stanowią organ imponujący (by przestraszyć przeciwnika samym swoim wyglądem), organ zabawowo-ćwiczebny, organ zapachowy, organ służący do oznakowania terytorium, organ rozpoznawczy, magazyn m. in. hormonów oraz narząd do zdobywania pokarmu. W Polsce głównymi posiadaczami poroży są: jelen szlachetny *Cervus elaphus* i sarna *Capreolus capreolus*, a także daniel *Dama dama*, jelen wschodni *Cervus elaphus* i łos *Alces alces*. Poroża rozwijają się na kościach czaszki i przez nią łączą się z resztą organizmu. Nie formują się one jednak bezpośrednio na głowie, ale na trwale występujących wyniosłościach zwanych moździeniami. Te ostatnie zaś rozwijają się z kości czołowej, gdy nadchodzi okres dojrzałości płciowej. Dowodem na to, iż histogeneza poroży tkwi w okostnej kości czołowej, może być doświadczenie Hartwiga i Schruddego, w którym użyto do przeszczepienia fragmentu tej okostnej na nogę zwierzęcia. Skóra nogi w tym miejscu była zdolna do rozwoju niewielkiego poroża. Przez kości czaszki dostarczane są wszystkie substancje potrzebne do corocznego gwałtownego wzrostu nowego poroża. U jeleni szlachetnych nasady (moździenie) pojawiają się już u płodów płci męskiej, ale u wszystkich jeleniowatych po urodzeniu nasady są niewidoczne. Pojawiają się w różnym wieku, w zależności od gatunku zwierzęcia i warunków bytowych w jakich ono przeżywa. U cieląt męskich jeleni w



Ryc. 1. Perukarz. Rys. Wiktor Piotrowski

7–8 miesiącu po urodzeniu, zaczynają na kości czołowej czaszki wyrastać walcowatego kształtu, pokryte skórą moździenie. Po około 12 miesiącach są one dobrze rozwinięte i gdy osobniki kończą pierwszy rok życia (maj–czerwiec) szczyty moździenia przebijają skórę. Pokrywają się one scypułem. U saren moździenie pojawiają się w wieku 2–3 miesięcy. U jelenia *Cervus elaphus* moździenie osiągają ok. 5–6 cm długości, a pierwsze poroże wyrasta z jego wierzchołków. Na podstawie badań, przy użyciu mikroskopu elektronowego, możemy wyróżnić kilka faz podczas rozwoju moździenia i wczesnego formowania poroży. Wzrost poroży jest bardzo intensywny. U zwierząt posiadających poroża znane jest zjawisko tzw. opróżniania kości szkieletu podczas wzrostu poroży. W związku z tym badano m.in. biochemiczne markery zmian w kościach — stężenie hydroksyprowiny i osteokalcyny. Wykazano ubytek wapnia z kości śródstopia czy żeber w czasie mineralizacji poroży. Formowaniu poroży u zwierząt towarzyszy odwracalna (fizjologiczna) osteoporoza (zrzesztotnienie) w kościach szkieletu. U niektórych gatunków, np. jelenia szlachetnego, daniela i samy, wzrost poroża zaczyna się natychmiast po zrzuceniu starego. U innych, np. u losia, po zrzuceniu poroża występuje dość długi „okres spokoju”, czyli czas między zrzuceniem starego poroża a formowaniem nowego. U jelenia szlachetnego na kilka dni przed zrzuceniem poroża można zauważyć pod różą pojawiający się wałek wzrostu młodej tkanki pokrytej cienkim bezwłosym naskórkiem. U jeleniowatych, u których nowe poroża wyrastają po pewnym czasie od momentu zrzucenia starych, wałki wzrostu są mniej wyraźne.

Budowa poroża

Dla lepszego poznania procesów zrzucania i odbudowy poroża zapoznajmy się z jego budową, gdyż rosnące poroże jelenia stanowi fenomen biologiczny. Poroże jest strukturą kościopodobną wystającą na zewnątrz, co jest zjawiskiem

unikalnym u ssaków, u których tylko zęby, przypominające budową kość, wystają na zewnątrz. U niektórych gatunków długościowy wzrost poroży przekracza 2 cm na dobę, reprezentując tym samym najszybciej wzrastający organ w świecie zwierząt. Rosnące tyki pokryte są scypułem, który zawiera naczynia krwionośne. Te dostarczają substancji potrzebnych do budowy masy kostnej parostków. Jeśli tyka otrzymuje ze wszystkich stron jednakową ilość krwi, wyrasta ona bez skrzywień w kierunku będącym przedłużeniem osi moździenia. Jeśli np. lepiej ukrwiona jest strona zewnętrzna — to z tej strony wzrost jest szybszy niż w słabiej odżywionej stronie wewnętrznej i poroże przyjmuje inny kształt wzrostu. U podstawy tyki, bezpośrednio nad moździeniami, znajduje się wianek narośli kostnych zwany różą.

Poroże pokryte jest scypułem. Jest on rodzajem skóry i bezpośrednio i ściśle zrosnięty jest z okostną pokrywającą poroże. W scypule brak jest warstwy luźnej tkanki łącznej podskórnej, ale zawiera często tkankę tłuszczową. Naskórek scypułu jest znacznie grubszy niż naskórek skóry z innych okolic ciała. Jest on silnie pigmentowany i pokryty gęstym futerkiem. Z włosami scypułu łączą się dobrze rozwinięte gruczoły łojowe. Nie ma natomiast w scypule mięśni powodujących stroszenie włosów. U jelenia szlachetnego występują gruczoły apokrynowe — prawdopodobnie potowe — pojawiające się w końcowej fazie wzrostu. Na rosnącym czubku poroża scypuł jest ściśle zrosnięty z warstwą rozrodczą komórek o kształcie gwiazdzistym lub wrzecionowatym. Pod scypułem biega naczynia krwionośne. W okorowanym porożu widoczne są ślady tych naczyń w postaci rowków. W tej samej warstwie pod scypułem przebiegają również nerwy. Nerwy somatyczne, czuciowe, są odgałęzieniami nerwu trójrdzielnego, a bezrdzenne nerwy wegetatywne spełniają prawdopodobnie funkcje naczyniowo-ruchowe. Wraz z coroczną zmianą poroża następuje towarzysząca temu coroczna regeneracja owłosionej skóry wraz z gruczołami łojowymi i potowymi. Ten coroczny niezwykle szybki proces kostnienia regulowany jest hormonalnie i wiąże się z dobrym ukrwieniem i unerwieniem poroża. W porożu występuje najszybszy wzrost i regeneracja włókien nerwowych. Szybkość ta jest zdumiewająca i przekracza wszelkie znane fakty, gdyż wynosi od 1 do 2 cm na dobę. Cechą charakterystyczną poroża jest sieć naczyń krwionośnych. Są one unerwione bezrdzennymi włóknami wegetatywnymi. Z powodu ścierania scypułu dostarczanie krwi w kostniejących porożach jest zaburzone. Jednak nie ma wątpliwości, że twarde poroża — już bez scypułu — reprezentują żywą kość. Są tu rejony z aktywnymi osteoklastami i osteoblastami, co prowadzi do ciągłego przemodelowania kości. Dobrze rozwinięty system naczyń można rozpoznać w mocno skostniałych porożach. Narostki są bogato zaopatrzone w kapilary połączone naczyniami do głównej gałęzi gąbczastego rdzenia i substancji zbitej. Krew dostarczana jest do rdzenia poroży przez naczynia przechodzące przez ich podstawę niemal do czasu ich zrzucania. Unaczynienie poroża pochodzi od tętnicy skroniowej powierzchniowej. Krew wraca żyłami, które pod scypułem przebiegają obok tętnic i następnie w obrębie nasad mają również podobny przebieg jak tętnice.

Określenie aktywnych składników poroży jest ważne między innymi ze względu na możliwości regeneracyjne tych struktur. Poroże sarni zbudowane jest w 44% z substan-

cji organicznej, głównie związków białkowych, a w 56% z substancji nieorganicznych, na które składa się 48% fosforanów wapnia, 5% węglanów wapnia, 2% węglanów magnezu i 1% innych związków mineralnych. Substancja organiczna jest więc inkrustowana solami mineralnymi. U jelenia szlachetnego zawartość popiołu wynosiła w porożu ok. 50%, a wapnia ok. 22%. Stosunek wapnia do fosforu w porożu jeleniowatych wynosi średnio około 2. W rosnącej końcówce poroży zidentyfikowano blisko 130 białek. Są one odmienne od występujących w innych typach tkanek. Porównując natomiast skład białkowy bliższego regionu poroża ze składem wzrastającej końcówki zauważamy istotne różnice. To sugeruje zróżnicowany udział tych protein w procesie wzrostu i regeneracji poroża.

Odrzucanie poroży

Coroczna zmiana poroża zależna jest od wieku, stanu fizjologicznego danego osobnika oraz od warunków środowiskowych i klimatycznych. W okresie wiosennym kozły (samce saren) ścierają scypuł z dobrze wykształconych parostków. Z czasem poroża stają się martwym tworem, a moździen, na których są osadzone, stanowią ciągle żywą tkankę pokrytą okostną i skórą. W górnej części moździenia tworzy się pod wpływem działania komórek kościożernych strefa rozpadu kości (pierścieniowata linia wokół moździenia — linia demarkacyjna). Tyka ułamuje się pod wpływem własnego ciężaru lub na skutek lekkiego nawet uderzenia. Każdego roku przy zrzucaniu parostków następuje ubytek małej części moździenia, które z wiekiem stają się coraz niższe, ale jednocześnie coraz grubsze. U starych kozłów tyki osadzone są niemal bezpośrednio na kościach czołowych. Okres wycierania (ścierania scypułu) parostków przypada na kwiecień, przy czym pierwsze wycierają się stare rogacze, a zupełnie młode nieco później. Roczne koziołki wycierają parostki nieraz dopiero w czerwcu. Okres zrzucania poroża u sarn przypada natomiast głównie na drugą połowę października oraz na listopad–grudzień. Starsze zwierzęta zwykle zrzucają je wcześniej od młodych. Przed samym zrzuceniem poroża można zauważyć tzw. wałek wzrostu, który otacza tykę (poroże). Poszerzające się kanały naczyń wewnątrz kości wypełniają się tkanką łączną, która w fazie przedzrzucania formuje mezodermalną wyściółkę grubości ok. 1 mm. Na granicy z martwą tkanką kostną tyk zaznacza się silnie ukrwiona strefa. Pod wpływem komórek kościożernych — osteoklastów, powstaje wręb pogłębiający się wraz z upływem czasu. Następuje rozbudowa kanałów Haversa. Prowadzi to do odpadnięcia tyk, a proces zwykle jest przyspieszany przez potrącenia poroży o gałęzie. Bezpośrednio po odpadnięciu wałka wzrostu szybko rosną. Wkrótce z przedniej części wałka zaczynają się wypuklać i dalej formować następne poroża. Wzrastająca epiderma jest zdolna formować *de novo* mieszki włosowe, powodując wzrost przyszłego scypułu, który zaczyna okrywać wydłużające się poroża. Ciekawostką stanowi fakt, że mimo dużego obszaru pojawiającej się blizny (rany) po zrzuceniu poroża, infekcje bakteryjne są bardzo rzadkie w tych miejscach, a właściwie się nie zdarzają. Gdyby obszar o podobnej średnicy na innej kości był narażony na bezpośredni wpływ środowiska, to bardzo szybko pojawiłaby się tam in-

fekcja. To również sugeruje występowanie unikatowych lokalnych odpowiedzi immunologicznych.

Odbudowa poroża

Na poziomie wczesnej regeneracji poroża można wyróżnić cztery zauważalne fazy: zrzucania poprzedniego twardego poroża, wczesnego gojenia rany, późnego gojenia rany i wczesnej regeneracji oraz formowania parostków. W porożu występują oba znane typy kostnienia: na podłożu łącznotkankowym i na podłożu chrzęstnym. Podłużny wzrost poroży zachodzi w procesie kostnienia śródchrzęstnego, gdzie model chrzęstny jest zastępowany przez kość (jest to charakterystyczne dla rozwoju szkieletu, wzrostu kości długich i reperacji uszkodzeń kości). Tymczasem w bardziej peryferyjnych obszarach parostków wydłużanie następuje przez typowe kościotworzenie na podłożu błoniastym. Śródchrzęstny wzrost poroży ma miejsce w dystalnych końcówkach każdej gałęzi, gdzie komórki progenitorowe proliferują w ochrzęstnej, a następnie różnicują w komórki chondroprogenitorowe i chondrocyty. Także matriks chrząstki poroża jest biochemicznie podobny do innych chrząstek szklistych.

Natychmiast po zrzuceniu starych poroży rozpoczyna się regeneracja tkanek przez śródchrzęstny i śród błonkowy rozwój nowej kości. Wzrost na długość jest procesem ciągłego różnicowania od nieróżnicowanych komórek progenitorowych ochrzęstnej do chondroblastów i chondrocytów. Poroże zbudowane z chrząstki jest dobrze unaczynione, a komórki progenitorowe osteoblastów i osteoklastów są zlokalizowane w tkankach okołonaczyniowych, które otaczają duże kanały naczyniowe. Chrząstka jest stopniowo zastępowana przez kość w wyniku działania osteoklastów i osteoblastów. Mineralizacja zewnątrzkomórkowego matriks następuje poprzez naczynia matriks i formowanie kryształów apatytów po stronie dalszej włókien kolagenowych. Podczas kostnienia śródchrzęstnego, osteoklasty resorbują zmineralizowaną chrząstkę. Mitotyczna aktywność chondrocytów i osteoblastów jest największa w peryferyjnych obszarach rozwijającej się kości poroża w porównaniu do jego środka. Ze względu na bardzo szybki wzrost na długość poroży, jak już wspomniano wynoszący u niektórych gatunków ponad 2 cm na dobę, wzrost ten pociąga za sobą ekstensywną resorpcję zmineralizowanej matriks chrząstki przez osteoklasty.

Znaczenie enzymów, hormonów, czynników wzrostu w odbudowie poroży

Mechanizm regulujący cykl regeneracji poroża, jego mineralizację, wycieranie ze scypułu i zrzucanie oparty jest na czasowych zmianach poziomu hormonów we krwi, zaś hormonalny mechanizm regulacji cyklu poroża powoduje synchronizację cyklu poroża z sezonowym cyklem reprodukcyjnym.

Regeneracja u jeleni odbywa się w okresie wysokiego poziomu prolaktyny, a niskiego poziomu testosteronu. Podnoszący się poziom testosteronu promuje kostnienie, odcinając dopływ krwi i zapoczątkowuje ścieranie scypułu. Wycieranie scypułu rozpoczyna się więc ze wzrostem poziomu testosteronu, a obniżeniem poziomu prolaktyny. Wysokie-

mu stężeniu testosteronu towarzyszy wtedy niskie stężenie lutropiny (LH). Poziom testosteronu osiąga swój szczyt podczas rykowiska. Zrzucanie poroża następuje po 2–3 miesięcznym okresie utrzymywania się niskiego poziomu testosteronu, a wzrasta poziom prolaktyny. Testosteron stymuluje więc formowanie narostków, ale hamuje wzrost poroża, indukując jego mineralizację. Cykl poroży najprawdopodobniej uruchamiany jest na zasadzie reakcji fotoperiodycznej, gdyż wydzielanie prolaktyny uzależnione jest od długości dnia. Poroża wykształcają także samice renifera *Rangifer tarandus*. Tu okresowe ścieranie poroży jest zapoczątkowane działalnością jajników. Jest ono powiązane ze wzrostem we krwi stężenia testosteronu, androstenodionu, estradiolu i progesteronu. Estradiol indukuje tu normalny rozwój poroży, stymuluje wzrost i mineralizację kości poroży, ścieranie scypułu i hamuje zrzucanie twardych kości. Na omawiane procesy wpływ mają zapewne także inne hormony.

Strefy wzrostu poroża oceniamy od końca do podstawy poroża. W procesie mineralizacji ważną rolę odgrywiają fosfohydrolazy: fosfataza alkaliczna (EC 3.1.3.1), fosfataza kwaśna (EC 3.1.3.2), fosfodiesteraza I (EC 3.1.4.1), pirofosfohydrolaza trifosforanów nukleozydów (EC 3.6.1.19), 5'-nukleotydataza (EC 3.1.3.5). Fosfataza alkaliczna (ALP) jest produkowana w dużych ilościach w tkance poroża podczas okresu wzrostu. Jest to skorelowane z aktywnością osteoblastyczną kości poroża. Fosfataza alkaliczna jest uważana za biochemiczny marker kościotworzenia (jest wydzielana głównie przez osteoblasty). Kostna fosfataza alkaliczna jest zaangażowana w lokalną mobilizację fosforanu, gdyż powoduje wzrost nieorganicznych fosforanów i uwalnianie inhibitorów mineralizacji takich jak pirofosforan. Aktywność ALP i fosfodiesterazy I (PDE I) wzrasta wraz ze stopniem mineralizacji. Te dwa enzymy odgrywają odmienne role w procesie mineralizacji, ALP w początkowej fazie mineralizacji przerosłej chrząstki, a PDE I — w procesie zamiany tej chrząstki w utkaną kość. Fosfataza kwaśna jest natomiast histochemicznym markerem szkieletowych komórek resorbujących. Intensywnie wybarwiona fosfataza kwaśna jest widoczna w dużych wielojądrowych komórkach identyfikowanych jako nieaktywne osteoklasty. Stąd najwyższa aktywność fosfatazy kwaśnej pojawia się podczas formowania pierwotnych poroży, we wczesnym okresie różnicowania tkanki.

Z cyklem wzrostu poroża wiążą się m. in. hormony przYTarczycy, kalcytonina i $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ ($1,25$ -dihydroksywitamina D). $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ wpływa na wchłanianie wapnia w jelicie, a wysoki poziom wapnia jest konieczny podczas gwałtownego wzrostu kości. Także ważną rolę w końcowej fazie mineralizacji poroża wraz z $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ odgrywa osteokalcyna. Może być ona specyficznym markerem formowania się kości u ludzi. W porożu zidentyfikowano również kilka innych molekuł, będących czynnikami wzrostu — cytokiny i onkogeny. Insulinopodobne czynniki wzrostu — IGF — odgrywają szczególnie ważną rolę w regulacji wzrostu poroża. IGF-I pełni rolę w rozwoju matriksu chrząstki, zaś IGF-II bierze udział w najbardziej gwałtownej proliferacji i różnicowaniu tkanek poroża. IGF są produkowane w wątrobie pod kontrolą hormonu wzrostu, a także lokalnie w osteoblastach. Źródłem IGF-I mogą być też fibroblasty, których duża ilość znajduje się we wzrastającym ko-

ńcu poroża. To sugeruje, że insulinopodobny czynnik wzrostu I może choć w części pochodzić ze wzrastającego końca poroża. IGF-I ma również wpływ na działanie testosteronu na komórki poroża. Hormony płciowe nie mają bezpośredniego wpływu na podziały mitotyczne komórek poroża. Androgeny powodują natomiast wzrost wrażliwości tych komórek na działanie innych czynników wzmagających mitozę.

Dlaczego procesy zrzucania i odbudowy interesują naukowców?

Poroża stanowią obiekt wielu badań naukowych. W badaniach środowiska mogą być bioindykatorem zanieczyszczeń związkami chemicznymi. Stanowią także dobry wskaźnik obecności pierwiastków radioaktywnych, strontu oraz radu D w środowisku naturalnym. Kości poroży przypominają swoją budową kości szkieletu, dlatego tworzenie poroży może być użytecznym modelem do studiowania metabolizmu mineralnego, jak i chorób kości ludzkich. W chińskiej medycynie ludowej mają zastosowanie ekstrakty z chrząstki poroża niedojrzałych zwierząt jako środki wzmacniające. Tradycyjne ekstrakty wodne z poroży, czyli tzw. toniki stosowane są u cierpiących na anemię, anoreksję czy zmęczenie. Oczyszczone monoacetylodiglicerydy z poroży stymulują hematopoezę, a leki na bazie tych wyciągów mają zastosowanie podczas stosowania chemioterapii przeciwnowotworowej czy naświetleń.

Intensywna regeneracja poroży w przebiegu krótkiego okresu czasu oraz powstające czasem guzowate narośla przypominają nowotworopodobny wzrost kości. Tkanki te zdają się wyłamywać z wpływów odpowiedzialnych za kształt i tempo rozwoju. Panujące w czasie zim mrozy powodują, że poroża kontynuują wzrost każdego roku coraz cieńsze lub powstają bezkształtne narośla. Te „grzybowate” narośla odchodzą od poroży jako kępy guzków rozwijających się w nieprzewidywalnych miejscach, ale zwykle na podstawie i na końcach poroży. Te amorficzne narośla nazwano *antleromas*. Zawierają liczne mieszki włosowe, a wewnątrz składają się z masy kolagenu z fibroblastami, aktywnie zaangażowanymi w syntezę kwasów rybonukleinowych i protein. Cienka warstwa podstawna otacza naczyń krwionośne. Takie zmiany klasyfikowane są jako łagodne guzy. Możliwe, że hypoandrogenizm lub częściowy brak receptorów dla testosteronu są odpowiedzialne za przetrwanie rdzenia poroża i późniejszą proliferację nowej tkanki poroża w kolejnym roku. W ten sposób tworzą się narośla przypominające perukę lub perły na porożu, względnie asymetryczne poroża. Te amorficzne narośla powierzchniowo przypominają raki lub przerosnięte blizny. Na *antleromas* mieszki włosowe powstają jednak *de novo* i to różni je od blizn. Także zamknięte mikronaczynia są spotykane w przerosniętych bliznach, a nie w *antleromas*, a oznaki komórkowej degeneracji i tkankowej nekrozy nie są spotykane w *antleromas* i nie powstają ze zranionej tkanki. To sugeruje, że *antleromas* i przerosnięte blizny nie są tymi samymi tkankami. Ich prawdziwa natura nie została jeszcze wyjaśniona. Występują one w formie małych guzków (1–2 mm średnicy) aż do dużych wykształconych form. *Antleromas* rozwijają się w drugim, czasem trzecim lub czwartym roku po kastracji. Często rosną w gronach, czasem są za-

okrągłone z gładką powierzchnią, czasem z głębokimi bruzdami. Te rozpadliny są pokryte skórą i napełniają się łojem, komórkami skeratynizowanymi oraz włosami. Konsystencja *antleromas* jest trwała, ale jednocześnie gumowa, bo brak w jej budowie kości i chrząstki, ale mogą tworzyć się kostniejące guzki zrastające się z powierzchnią kości. Fibroblasty *antleromas* mają wyraźne jądra i obszerne retikulum endoplazmatyczne (ER). Te cysty ER wskazują na aktywną syntezę kolagenu. *Antleromas* są dobrze unaczynione. Małe naczynia przebiegają liniowo z endotelium i są częściowo otoczone przez sporadyczne perycyty. Obecne są włókna kolagenowe, ale brak typowej struktury zorganizowanej skóry właściwej. *Antleromas* jest tkanką poroża, ale bez normalnej morfologicznej organizacji. *Antleromas* nie są złośliwe w inwazyjnym czy przerzutowym sensie, ale mają nieograniczony wzrost (jak guzy). Zarówno narośla skórne jak i kostne, rozwijające się na porożach u wykastrowanych samców, stanowią struktury guzopodobne. Możliwe, że *antleromas* mogłyby się rozwijać także u niewy-

stawianych zwierząt, gdyby ich poroża pozostawały zdolne do życia wystarczająco długo, a nie były co roku zrzucane.

Omówione fakty związane z porożami fascynują naukowców. Mogą one być wykorzystywane nie tylko do monitorowania zanieczyszczeń środowiska, lecz także jako obiekt wielu badań związanych z procesem mineralizacji tkanki kostnej i apoptozą komórek. Dzięki temu, że ulegają corocznemu zrzucaniu i regeneracji, możemy również badać czynniki, które mają wpływ na ich intensywny wzrost. Powstające zaś czasem narośla, określane jako łagodne guzy lub *antleromas*, dostarczają nam kolejnej wiedzy na temat czynników rządzących wzrostem tkanki kostnej. Trudno powiedzieć w jakim stopniu będą się one przekładać na badania dotyczące organizmu ludzkiego.

Wpłynęło 28.02.2005

Mgr Sylwia Piotrowska jest doktorantką w Katedrze i Zakładzie Biochemii i Chemii w Pomorskiej Akademii Medycznej w Szczecinie.
e-mail: biochem@pam.szczecin.pl

Paweł Tomasz PĘCZKOWSKI (Warszawa)

ZJAWISKO TĘCZY (WIDOWISKOWY PRZEJAW ROZSZCZEPIENIA ŚWIATŁA SŁONECZNEGO NA KROPELKACH WODY)

Tęcza jest jednym z najbardziej efektownych zjawisk optycznych w atmosferze. Jest to układ koncentrycznych łuków o barwach od fioletowej do czerwonej, wywołanych przez światło Słońca lub Księżyca padające na zespół kropek wody w atmosferze, np. kropek deszczu, mżawki lub mgły. W tęczy głównej barwa fioletowa występuje po wewnętrznej stronie a barwa czerwona po zewnętrznej stronie. W tęczy wtórnej, o znacznie mniejszej jasności od tęczy głównej, czerwona barwa występuje od wewnątrz a fioletowa na zewnątrz. Zjawisko tęczy powstaje na skutek rozszczepienia światła białego i odbicia go wewnątrz kropek deszczu. Łuk pierwszy to wynik jednokrotnego odbicia, a drugi dwukrotnego odbicia rozszczepionego światła wewnątrz kropli (stąd wynika odwrócona kolejność barw i mniejsze natężenie światła). Tęczę obserwuje się na tle chmur, z których pada deszcz, znajdujących się po przeciwnej stronie niż Słońce (ryc. 1). Zjawisko tęczy obserwowano również przy świetle Księżyca. Warunki, przy których obserwuje się typową tęczę, mają przeważnie miejsce w przypadku chmur kłębiastych deszczowych. Natężenie światła, szerokość i barwa tęczy wahają się w szerokim przedziale w zależności od rozmiaru kropek (ryc. 1).

Tęczę obserwuje się również w bryzgach fal morskich, wodospadów i fontann (ryc. 2a, 2b). Może utworzyć ją strumień wody z gumowego węża. Także można dostrzec tęczę, kiedy krople rosy zatrzymują się na dosyć gęsto utkanej pajęczynie. Aby zobaczyć tęczę w kroplach, musimy jednak tak się ustawić, żeby kąt między nimi a cieniem głowy wynosił ok. 42°.

Zjawisko tęczy jako pierwszy wyjaśnił Kartezjusz w swoim traktacie opublikowanym w 1637 roku. Wielu ludzi, którzy wcześniej zastanawiali się nad pochodzeniem tęczy, wiedziało, że powstaje ona, kiedy światło słoneczne pada na kropelki deszczu. Kartezjusz zdał sobie sprawę, że zjawisko to tylko w niewielkim stopniu zależy od rozmiarów kropek. Postanowił więc przeanalizować drogę promieni słonecznych przechodzących przez kuliste naczynie wypełnione wodą. Na podstawie doświadczeń i rozważań teoretycznych doszedł do wniosku, że główna tęcza powstaje wtedy, gdy światło wchodzi do kulistej kropli wody, odbija się wewnątrz niej i wychodzi na zewnątrz. Czasami łukowi głównemu towarzyszy słabszy łuk tzw. wtórny, który pojawia się po jego zewnętrznej stronie. Znając prawo załamania światła (prawo Snelliusa) przy przekroczeniu granicy



Ryc. 1. Tęcza sfotografowana przez autora podczas górskiej wędrowki w Gorcach



Ryc. 2a. Tęcza w rozbryzgach wodospadu w Salto El Laja (Chile). Fot. B. Mühr; www.chmury.interklasa.pl; autor strony: J. Kunicki



Ryc. 2b. Tęcza na fontannie w Wiedniu.. Fot. B. Mühr; www.chmury.interklasa.pl; autor strony: J. Kunicki



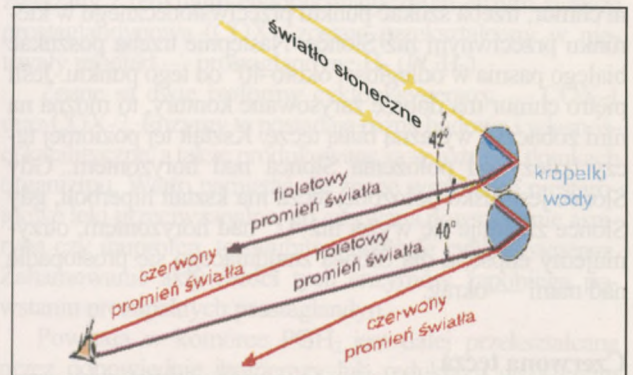
Ryc. 3. Tęcza z jasnym tłem wewnątrz łuku głównego. Fot. B. Mühr; www.chmury.interklasa.pl; autor strony: J. Kunicki

między powietrzem a wodą oraz prawo odbicia, Kartezjusz wykreślił tor promieni, które wchodziły do kropli wody, uległy wewnątrz odbiciu i wychodziły z niej. Promienie wchodzące do kropli wychodzą z niej pod różnymi kątami. Kartezjusz zauważył, że w kącie między 41 i 42 stopniem względem osi następuje koncentracja wychodzących promieni. Właśnie ta koncentracja promieni w sąsiedztwie maksymalnego kąta jest przyczyną powstawania tęczy. Według tej konstrukcji tęcza powinna być okręgiem o promieniu kątowym około 42 stopni utworzonym wokół punk-

tu przeciwsłonecznego. Rozmiary kątowe łuku tęczy są zawsze takie same, bez względu na to, czy jest to tęcza, która powstała na tle strumienia wody z ogrodowego węża, czy też na padającym parę kilometrów dalej deszczu. Podawanie rozmiarów tęczy w metrach, czy w kilometrach nie ma sensu, ponieważ odległość obserwatora od tęczy nie musi być określona. Rozmiary kątowe pozostają takie same, gdy przybliżymy się do niej lub oddalimy. Możemy się o tym przekonać bezskutecznie próbując sfotografować cały łuk tęczy (pole widzenia przeciętnego aparatu fotograficznego wynosi około 40 stopni). Z tego spostrzeżenia wynika interesujący wniosek, że dwie stojące obok siebie osoby i podziwiające „tę samą tęczę” w istocie widzą światło odbite i załamane przez różne zestawy kropelek wody. Patrząc z powierzchni Ziemi widzimy tęczę jako łuk (ryc. 3), natomiast tęcza oglądana z samolotu w południe może mieć kształt okręgu. Tęcza nie jest płaskim łukiem, jak się nam wydaje, ale trójwymiarowym stożkiem. Wszystkie krople, od których światło dociera do naszego oka, znajdują się w tym stożku. Światło czerwone znajduje się w najbardziej zewnętrznej warstwie tego stożka, a światło fioletowe w wewnętrznej. Do tęczy nie można się zbliżyć. Kiedy poruszamy się w kierunku tęczy, to tęcza również się przesuwają, dlatego nie możemy zobaczyć jej brzegu.

Kartezjusz wyjaśnił podstawowe cechy tęczy, ale nie potrafił wytłumaczyć występowania barw. Dopiero 30 lat później Izaak Newton zrozumiał, że białe światło jest w istocie mieszaniną światła o różnych barwach i że współczynnik załamania światła w danym ośrodku (np. w wodzie) jest różny dla światła o różnej barwie. Kąt maksymalny dla światła wychodzącego z wody zmienia się od około 42 stopni dla światła czerwonego na jednym krańcu widma do mniej więcej 40 stopni dla światła fioletowego na drugim końcu. Barwny obraz tęczy jest wynikiem złożenia łuków o różnych rozmiarach i kolorach.

Ryc. 4. wyjaśnia powstawanie tęczy wskutek rozszczepienia światła słonecznego na kropelkach wody.



Ryc. 4. Rozpraszanie światła słonecznego na kropelkach wody (na podstawie: Hewitt P. G., 1999, Fizyka wokół nas, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa)

Do obserwatora dochodzi czerwony promień z górnej kropli i fioletowy z dolnej kropli. Wynika stąd, że w istocie obserwujemy różne kolory tęczy pochodzące z różnych kropli. Niezliczona liczba takich kropelek powoduje powstanie całego widma barw. W książce *Tęcze, glorie i halo, czyli niezwykle zjawiska optyczne w atmosferze* Robert Greenler

opisał i zamieścił fotografie tęczy. Także na stronach internetowych Józefa Kunickiego znajduje się wiele fotografii różnych rodzajów tęczy wykonanych przez Bernharda Mühra (ryc. 2–3, 5–10).

Biała tęcza

Bardziej wyrafinowana analiza tęczy musi uwzględniać jeszcze dyfrakcję, będącą efektem falowej natury światła. Obraz dyfrakcyjny można otrzymać nie tylko wtedy, gdy światło przechodzi przez bardzo mały otwór, ale zawsze wtedy, gdy coś ograniczy szerokość wiązki, np. bardzo mała soczewka albo niewielka kropelka wody. Promienie przechodzące przez małe kropelki ulegają dyfrakcji, wskutek



Ryc. 5. Biała tęcza. Fot. B. Mühr; <http://www.interklasa.pl/meteo/zjawiska/>; autor strony: J. Kunicki

czego szerokość kątowa wiązki wychodzącego z kropelki światła (np. zielonego) zwiększa się. W rezultacie pasmo to zachodzi na również poszerzone pasmo czerwone i niebieskie. W skrajnym przypadku, jeśli wszystkie kolory nałożą się na siebie, powstaje szeroka biała tęcza (ryc. 5). Zjawisko to nazywa się łukiem chmur lub łukiem mgły, gdyż chmury i mgła również składają się z bardzo małych kropelek wody. Chcąc znaleźć białą tęczę na gładkiej, jednolitej powierzchni chmur, trzeba szukać punktu przeciwśłonecznego w kierunku przeciwnym niż Słońce. Następnie trzeba poszukać białego pasma w odległości około 40° od tego punktu. Jeśli piętro chmur ma dobrze zarysowane kontury, to można na nim zobaczyć wyraźną białą tęczę. Kształt tej poziomej tęczy zależy od położenia Słońca nad horyzontem. Gdy Słońce jest nisko położone, tęcza ma kształt hiperboli, gdy Słońce znajduje się wyżej niż 42° nad horyzontem, otrzymujemy elipsę, a dla Słońca znajdującego się prostopadle nad nami — okrąg.

Czerwona tęcza

W tym przypadku łuk tęczy znajduje się wysoko na niebie, czyli Słońce musi być po przeciwnej stronie nisko nad horyzontem. Łuk został uformowany przez małe kropelki wody tworzące chmury i byłby on biały, gdyby nie inne zjawisko. Ponieważ Słońce już zachodzi, promienie oświetlające chmury przebywają długą drogę w atmosferze. Światło rozchodzące się „gubi” na skutek rozpraszania niebieski koniec widma i białe światło staje się czerwone (ryc. 6).



Ryc. 6. Czerwona tęcza utworzona na chmurach z czerwonego światła zachodzącego Słońca w Karlsruhe. Fot. B. Mühr; www.chmury.interklasa.pl; autor strony: J. Kunicki

Wschodząca tęcza

Wschodzącą tęczę można zobaczyć i sfotografować podczas zachodu Słońca. Najpierw na horyzoncie ukazuje się czerwone pasmo. Jeżeli Słońce znajduje się 40° nad horyzontem, a punkt przeciwśłoneczny znajduje się około 40° poniżej linii horyzontu, to nad horyzontem widoczny jest tylko wierzchołek łuku tęczy. W miarę jak Słońce zachodzi, tęcza wschodzi i po kilkunastu minutach można dostrzec znacznie większy wycinek tęczy zawierający wszystkie barwy. Aby „uchwycić” wschodzącą tęczę należy obserwować lub wielokrotnie sfotografować w odstępach 10 lub 15-minutowych tęczę przed zachodem Słońca (ryc. 7).



Ryc. 7. Widok kolejno wschodzącej tęczy — Lago Pehoe w Chile. Fot. B. Mühr; www.chmury.interklasa.pl; autor strony: J. Kunicki

Tęcza odbita

Niekiedy można zaobserwować na niebie tęczę i jej odwrócone odbicie na powierzchni wody (ryc. 8). Ci, którzy wątpią w to, że tęcza może mieć odbicie, mają rację. Klucz



Ryc. 8. Tęcze, główna i wtórna, oraz towarzyszące im łuki odbite światła w Karlsruhe. Fot. B. Mühr; www.chmury.interklasa.pl; autor strony: J. Kunicki

do tej zagadki leży w tym, że widoczna w wodzie tęcza odbita jest wytworzona przez inny zbiór kropeł niż zwykła tęcza. Łuk odbity nie jest zatem bezpośrednim odbiciem tęczy widzianej jednocześnie na niebie.

Tęcza księżycowa

Księżyc w pełni również może powodować powstanie tęczy. Większość obserwatorów twierdzi, że tęcza księżycowa jest biała, jednak na fotografii tej tęczy widać kolory. Wyjaśnieniem barwy tęczy księżycowej jest prawdopodobnie czynnik fizjologiczny — przy słabym natężeniu światła oko ludzkie traci wrażliwość na kolory i dlatego łuk wydaje się biały.

Tęcza zimą

Na fotografii (ryc. 9) widać tęczę zimą. Drzewa pokryte lodem oraz śnieg na ziemi wskazują, że zdjęcie zrobiono zimą w północnym klimacie. Zimą nie widać tęczy, ponieważ kuliste kropelki wody szybko zamarzają i są zastępowane kryształkami lodu o bardziej skomplikowanych kształtach. Takie zdjęcie można zrobić w pobliżu wodospa-



Ryc 9. Tęcza zimą (opracowanie własne na podstawie: Greenler R., 1998, *Tęcze, glorie i halo czyli niezwykle zjawiska optyczne w atmosferze*, Prószyński i S-ka, Warszawa)

du, z którego wyrzucane kropelki wody nie zdążyły zamarznąć. To wyjaśnia zagadkę widocznej tęczy zimą.

Wpłynęło 28.02.2005

Mgr Paweł Tomasz Pęczkowski jest pracownikiem ZDF, IFD na Uniwersytecie Warszawskim

Karolina BOJKOWSKA (Kraków)

PROSTAGLANDYNA D₂ — WRÓG CZY PRZYJACIEL?

Już w I wieku naszej ery starożytni medycy opisali cztery podstawowe objawy stanu zapalnego — zaczerwienienie (*rubor*), podwyższenie temperatury (*calor*), obrzmienie (*tumor*) i ból (*dolor*). Podział ten przetrwał do dnia dzisiejszego, a współcześni naukowcy uzupełnili go o piątą cechę — upośledzenie funkcji (*functio laesa*).

Każdy z nas niejednokrotnie przekonał się, co oznaczają te słowa. Wystarczy zadraśnięcie ręki lub stłuczenie kolana — a natychmiast pojawiają się: uporczywy pulsujący ból, pieczenie, zaczerwienienie, obrzęk czy opuchlizna. Aż trudno uwierzyć, że głównymi winowajcami przykrych doznań są wytwarzane przez nasz organizm, małe lipidowe cząsteczki — ikozanoidy, a wśród nich prostaglandyny.

Jak powstają prostaglandyny?

Integralnym składnikiem błon wszystkich komórek ludzkiego organizmu jest arachidonian — 20-węglowy kwas tłuszczowy wchodzący w skład budujących błony fosfolipidów i diacylogliceroli.

Zewnątrzkomórkowe sygnały informujące o stanie zapalnym, np. pojawienie się dużych ilości prozapalnych cytokin (np. IL-1, TNF α), antygenów bakteryjnych (np. lipopolisacharydu (LPS) ścian komórek bakterii Gram ujemnych), czy czynników wzrostu (np. EGF, FGF, PDGF), powodują uwolnienie z błony arachidonianu.

Rozpoczyna to szlak metaboliczny kończący się powstaniem niezwykle istotnych dla przebiegu wielu proce-

sów, działających lokalnie cząsteczek sygnałowych — prostaglandyn, a także tromboksanów, prostacykliny PGI₂, oraz leukotrienów (ryc. 1).

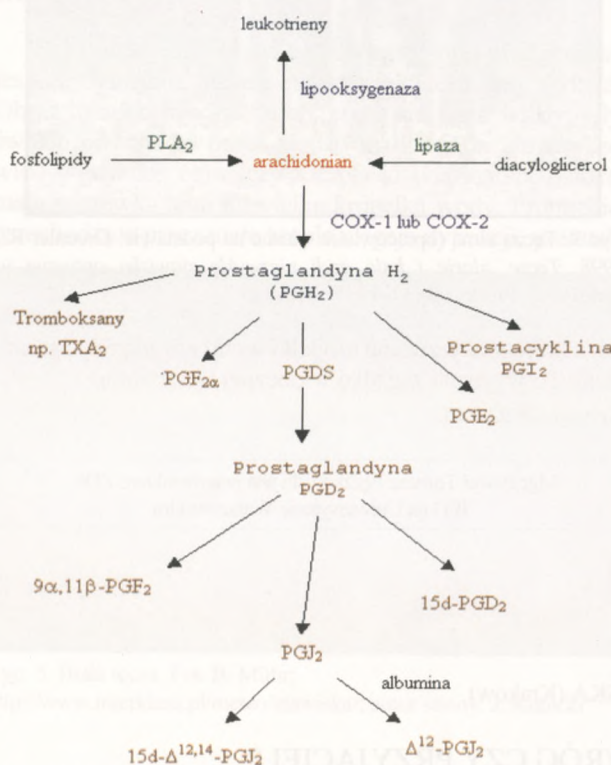
Odcięty kwas arachidonowy dyfunduje do cytozolu komórki, gdzie w szlaku przemian katalizowanym przez prostaglandynową (COX), zostaje przekształcony w nietrwały produkt — prostaglandynę H₂ (PGH₂).

Znane są dwie izofornie cyklooksygenazy — COX-1 oraz COX-2. Enzymy te posiadają różną budowę i własności katalityczne, a także produkowane są w różnych tkankach organizmu. Warto pamiętać, że znane wszystkim niesteroidowe leki przeciwzapalne, np. używana powszechnie aspiryna czy ibuprofen, to inhibitory właśnie cyklooksygenaz. Zahamowanie aktywności tych enzymów zapobiega powstaniu prozapalnych prostaglandyn.

Powstała w komórce PGH₂ jest dalej przekształcana przez odpowiednie izomeryzy lub reduktazy do szeregu prostaglandyn, tromboksanów czy prostacykliny. Jak widać (ryc. 1) nawet na uproszczonym schemacie jest ich немало. Początkowo badania nad powstawaniem i własnościami prostaglandyn skupiły się głównie na tromboksanach i prostacyklinie. Sporo wiadomo też o PGE₂.

Tromboksan A₂ oprócz skurczu mięśni gładkich ścian naczyń krwionośnych, powoduje niebezpieczną dla pacjentów agregację płytek krwi. „Sklejone” trombocyty mogą utknąć w naczyniu krwionośnym, np. w tętnicy wieńcowej w mięśniu sercowym, tworząc zakrzep, co może

wywołać zawał. U zdrowych ludzi homeostaza jest zapewniona przez antagonistyczne działanie innego metabolitu arachidonianu — prostacykliny PGI₂. Jej działanie prowadzi do rozkurczu mięśniówki naczyń i do zmniejszenia agregacji płytek.



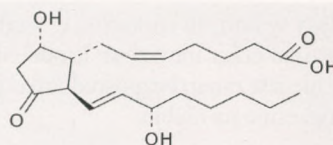
Ryc. 1. Szlaki przemian kwasu arachidonowego w tkankach

PGE₂ jest natomiast zaangażowana w modulację odpowiedzi immunologicznej na wielu etapach — kontroluje dojrzewanie tymocytów w grasicy. PGE₂ wpływa także na funkcjonowanie dojrzałych leukocytów, a w szczególności na aktywność limfocytów T. Co więcej — wywołuje towarzyszący zapaleniu obrzęk i zaczerwienienie skóry, wynikające z rozszerzenia i zwiększenia przepuszczalności naczyń krwionośnych. PGE₂ działa także systemowo — to za jej sprawą w czasie choroby podwyższa nam się temperatura ciała.

Patrząc na nasz schemat biosyntezy PG, można zadać sobie pytanie — a jak zatem działa PGD₂? Przez wiele lat naukowcy nie doceniali tej pochodnej arachidonianu. Śledząc jednak historię badań prowadzonych nad poznaniem jej właściwości, wydaje się, że PGD₂ i jej metaboliczni potomkowie — prostaglandyny serii J, zasługują na osobny rozdział.

Dlaczego właśnie PGD₂?

Prostaglandyna PGD₂ (ryc. 2) jest głównym produktem działania cyklooksygenazy w większości tkanek, syntetyzowaną zarówno w centralnym układzie nerwowym, jak i w tkankach obwodowych — w szczególności przez komórki układu immunologicznego. W zdrowych tkankach produkowana jest w ilościach pikomolarnych (10⁻¹² M), a w czasie stanu zapalnego czy infekcji poziom wzrasta nawet milionokrotnie (10⁻⁶ M).



Ryc. 2. Prostaglandyna PGD₂

Niektóre właściwości biologiczne ikozanoidów wydają się być zbliżone. W układzie krążenia PGD₂ wywiera podobny efekt jak prostacyklina PGI₂ — powoduje rozkurcz mięśni gładkich, a co za tym idzie — rozszerzenie naczyń krwionośnych; zapobiega także agregacji trombocytów. PGD₂, tak jak wspomniana już PGE₂, jest również jednym z głównych mediatorów stanu zapalnego. Różnica pomiędzy nimi polega na tym, że działają na jego innych etapach. O ile PGE₂ jest syntetyzowana przede wszystkim w początkowej fazie, o tyle PGD₂ powstaje głównie w końcowych stadiach odpowiedzi. Co więcej, PGD₂ jest o tyle niezwykła, że może mieć działanie zarówno pro-, jak i przeciwzapalne. Prozapalna rola PGD₂ jest w szczególności widoczna w czasie uporczywych ataków astmy alergicznej u cierpiących na to schorzenie pacjentów. Po dostaniu się do organizmu alergenu, np. pyłków traw czy cząstek kurzu, rozsiadane po tkankach komórki tłuszczowe stają się żywą fabryką produkującą mediatory stanu zapalnego. Jednym z nich jest PGD₂. Przyczyną utrudnionej wymiany gazowej i duszności jest nie tylko zdolność tej prostaglandyny do zwężania światła oskrzeli doprowadzających powietrze do płuc. Jest ona także doskonałym stymulatorem wydzielania przez komórki chemoatraktantów dla eozynofili, bazofili i limfocytów TH2. Naciekające zapalną tkankę granulocyty i limfocyty wydzielają dodatkowe prozapalne i zwężające oskrzela mediatory — histaminę, leukotrieny, cytokiny. Sytuację pogarsza zwiększona przepuszczalność naczyń krwionośnych powodująca obrzęki, a także zdolność PGD₂ do wywoływania bólu poprzez stymulację zakończeń nerwowych. W skrajnych przypadkach alergen może wywołać zagrażający życiu chorego wstrząs anafilaktyczny.

Z drugiej jednak strony zaobserwowano, że PGD₂ może hamować proliferację limfocytów T i zapobiegać tworzeniu się w neutrofilach ziarnistości zawierających toksyczne dla drobnoustrojów substancje. Jak wiadomo, szybkie podziały limfocytów są kluczem do opanowania rozprzestrzeniającego się po organizmie zakażenia np. wirusami. Znajdujące się z kolei w ziarnistościach granulocytów enzymy odpowiadające za produkcję rodników, tlenu singletowego czy nadtlenu wodoru, są podstawą patogenobójczych właściwości tych komórek. PGD₂ może więc hamować działanie układu odpornościowego i prowadzić do wygaszenia odpowiedzi zapalnej.

PGD₂ jest również prostanoidem najobficiej produkowanym przez tkanki układu nerwowego. Wiąże się z tym istotna rola PGD₂ dla jego prawidłowego funkcjonowania. Jest ona jednym z ważnych neuromodulatorów bardzo silnie indukujących sen i regulujących cykl dobowy. Warunkuje także prawidłowe funkcjonowanie neuronów, między innymi tych przesyłających bodźce zapachowe z receptorów w nabłonku nosa do opuszek węchowych w mózgu.

Nasuwa się pytanie, jak możliwe jest tak różnorodne działanie PGD₂?

Podobnie jak wiele innych związków występujących w organizmach żywych, prostaglandyna D₂ wywiera efekt na komórki posiadające swoisty receptor. Pierwszym odkrytym przez naukowców receptorem komórek dla PGD₂ był DP-1. To transbłonowe białko współdziała z cytoplazmatycznymi białkami G_s. Aktywacja G_s stymuluje cyklazę adenylnową i podnosi wewnątrzkomórkowy poziom cAMP. Część ta znana jest ze zdolności do hamowania efektorowych funkcji komórek odpornościowych. Stąd najprawdopodobniej zahamowanie produkcji reaktywnych form tlenu przez neutrofile, tym bardziej, że w tych komórkach poziom ekspresji DP-1 jest wysoki.

Ostatnio dowiedziano, że PGD₂ jest też ligandem dla innego receptora powierzchniowego — CRTH2 zwanego także DP-2. Ten w przeciwieństwie do DP-1 jest sprzężony z białkami G_i, których aktywacja obniża poziom cAMP, dodatkowo zwiększając cytoplazmatyczny poziom jonów wapnia. Skutkiem tego jest aktywacja wielu enzymów i całych szlaków metabolicznych, prowadząca do silnej aktywacji komórki i np. w przypadku mastocyta — jej degranulacji. U eozynofików pobudzenie CRTH2 skutkuje reorganizacją cytoszkieletu aktynowego, wzrostem ekspresji integrin i złuszczeniem selektyny L. Procesy te mobilizują komórki do aktywnego uczestniczenia w reakcji zapalnej.

Niezwykle ważnych informacji na temat sposobu działania PGD₂ dostarczyły badania nad mechanizmem rozwoju otyłości. Schorzenie to powodowane jest zwiększoną proliferacją i wzrostem objętości komórek tkanki tłuszczowej żółtej. Zwykle otyłość jest skutkiem wady w metabolizmie lipidów i może przyczynić się do innych towarzyszących otyłości chorób, między innymi nadciśnienia krwi czy cukrzycy. Badania właśnie nad mechanizmem działania antydiabetycznych leków — tiazolidinedionów — doprowadziły naukowców do odkrycia nieznanego dotąd mechanizmu działania PGD₂, a przede wszystkim jej pochodnych — Δ¹²PGJ₂ i 15deoksy-Δ^{12,14}PGJ₂ (Ryc. 1).

Prostaglandyny serii J, różniące się między sobą liczbą wiązań podwójnych i stopniem uwodnienia cząsteczki, powstają wskutek spontanicznych lub katalizowanych przez albuminę osocza przemian PGD₂. Występują w wielu tkankach organizmu i biorą udział w regulacji wielu procesów. Jednym z nich jest różnicowanie się budujących tkankę tłuszczową adipocytów z fibroblastów. W stanie wzmoczonego dostarczania do organizmu węglowodanów lub tłuszczów dochodzi przy udziale PGJ₂ do formowania się tkanki tłuszczowej. Powstałe adipocyty wydzielając TNFα przyczyniają się do utrzymania prawidłowego poziomu glukozy w organizmie. Okazało się, że pełniąc swe funkcje PGJ₂ współdziała z receptorami jądrowymi PPARy. Białka te występują w cytoplazmie komórki i po związaniu prostaglandyn PGD₂ lub PGJ₂, tworzą heterodimery z receptorem kwasu 9-cis-retinowego (RXRα) i w postaci kompleksu migrują do jądra komórki. Tam regulują transkrypcję genów posiadających w promotorze sekwencję PPRE (ang. *PPAR responsive element*). Ich aktywacja prowadzi do powstawania i rozwoju adipocytów.

Od związania PPARy uzależnione jest także przeciwzapalne działanie PGJ₂. Powstały kompleks ligand-receptor wpływa na aktywność czynników transkrypcyjnych i to na co najmniej dwa sposoby. Może inaktywować czynniki transkrypcyjne, np. NFκB, AP-1 wiążąc i blokując ich pod-

jednostki. Może także wychwytywać obecne w komórce kofaktory np. p300, co uniemożliwia prawidłowe funkcjonowanie NFκB, AP-1 i innych regulatorów zapalenia. Rezultatem obydwu szlaków aktywacji PPARy jest zahamowanie ekspresji wielu prozapalnych genów.

Zupełnie inny mechanizm działania PGJ₂ zaobserwowano w makrofagach. Prostaglandyna ta może bezpośrednio oddziaływać z resztą cysteinową kinazy IKK, prowadząc do inaktywacji enzymu. Zmiana ta zapobiega fosforylacji substratu IKK — IκB, inhibitora czynnika transkrypcyjnego NFκB. Na skutek tych zmian nie dochodzi do dysocjacji IκB od NFκB i kompleks pozostaje w formie nieaktywnej. NFκB oddziałując na DNA w obrębie promotorów genów związanych z przebiegiem stanu zapalnego — genów niektórych cytokin, białek ostrej fazy, kolagenazy i innych enzymów degradujących składniki macierzy zewnątrzkomórkowej, wzmacnia ich ekspresję. Efektem aktywności PGJ₂ jest zatem zahamowanie transkrypcji genów, między innymi tych niezbędnych do produkcji i wydzielania cytokin prozapalnych i pełnienia przez komórkę efektorowych funkcji. PGJ₂ wykazuje tu własności przeciwzapalne. Należy pamiętać, że PGJ₂ bezpośrednio blokując wiązanie NFκB do DNA, hamuje produkcję interleukiny 2 w limfocytach T, ograniczając ich aktywację i proliferację w czasie trwania stanu zapalnego.

Jak widać, zarówno PGD₂, jak i jej pochodne pełnią liczne funkcje w organizmie człowieka i wpływają na wiele istotnych procesów. Należy się więc zastanowić nad tym, jaka jest droga ich syntezy i czy jej znajomość może mieć dla nas praktyczne znaczenie.

Dwa słowa o dwóch syntazach

Kluczową rolę w produkcji odpowiednich prostaglandyn stanowią specyficzne enzymy — syntazy przekształcające produkty katalitycznej aktywności cyklooksygenaz. Znane są dwie syntazy PGD₂ (*prostaglandin-D synthase*, PGDS): lipokalinowa PGDS (L-PGDS), znana także jako syntaza niezależna od glutationu, oraz hematopoetyczna PGDS (H-PGDS), zależna od glutationu. Enzymy te, pomimo, że katalizują tę samą reakcję — izomeryzację PGH₂ do PGD₂, posiadają zupełnie odmienne właściwości. Różnią się nie tylko składem aminokwasowym, strukturą przestrzenną, pochodzeniem ewolucyjnym (powstały w wyniku ewolucji konwergentnej), strukturą genu i lokalizacją chromosomową, lecz także różna jest ich lokalizacja wewnątrzkomórkowa, tkankowa oraz, co najistotniejsze, charakteryzują się zupełnie odmiennymi właściwościami i mechanizmami katalitycznymi.

H-PGDS jest cytozolowym enzymem, występującym w formie homodimeru (ryc. 3), który do przeprowadzania reakcji izomeryzacji PGH₂ do PGD₂ wymaga obecności glutationu jako kofaktora. Okazało się, że jest jedynym występującym u ssaków homologiem odkrytych u bezkręgowców S-transferaz glutationowych (GST) z klasy sigma. Białka te znane są ze zdolności do koniugacji glutationu z aktywną formą endogennej lub ksenobiotycznej cząsteczki elektrofilowej. Mechanizm ten stanowi główne zabezpieczenie komórek przed szkodliwym działaniem związków toksycznych. Badacze zajmujący się transferazami, podzielili je na kilka klas w zależności od sekwencji, specyficzności

ci substratowej i immunoreaktywności krzyżowej z ludzki-
mi homologami. Ssacze izoenzymy można zatem podzielić
na cztery grupy: GST- α , GST- μ , GST- π i GST- θ . H-PGDS
jest natomiast homologiem niewystępującej u ludzi GST- σ .

Stwierdzono, że u kury *Gallus gallus domesticus*
H-PGDS ma, dzięki koniugacji z glutationem, zdolność de-
toksyfikacji ksenobiotyków i dlatego występuje obficie w
organach odpowiedzialnych za metabolizm obcych sub-
stancji — wątrobie, nerkach i jelitach. Nie wiadomo jednak,
czy tą samą funkcję pełni u ssaków.



Ryc. 3. Hematopoetyczna syntaza PGD₂. Widać dwie identyczne, wyróżnione kolorami podjednostki

Ludzka H-PGDS jest szeroko rozpowszechnionym en-
zymem. Występuje w łożysku, płucach, wątrobie płodowej,
sercu, węzłach chłonnych, wyrostku robaczkowym, szpiku
kostnym i komórkach układu odpornościowego. Gen
H-PGDS ulega ekspresji głównie w komórkach prezen-
tujących antygen limfocytom T (komórkach dendrytycz-
nych, makrofagach i limfocytach B), w komórkach tucz-
nych (głównych producentach PGD₂ w organizmie), mega-
kariocytach oraz limfocytach TH2 po stymulacji antyge-
nem. H-PGDS jest zatem kluczowym enzymem produ-
kującym PGD₂ i odpowiadającym za skurcz oskrzeli u as-
matyków.

Znajomość budowy i lokalizacji H-PGDS, a także
dokładne poznanie mechanizmu katalitycznego może oka-
zać się pomocne przy zwalczaniu objawów mastocytozy i
astmy alergicznej. Możliwe, że zastosowanie specyficznych
inhibitorów H-PGDS pozwoli na ograniczenie nadmiernego
powstawania PGD₂, bez wpływu na syntezę innych po-
chodnych kwasu arachidonowego.

Praktycznych korzyści może także dostarczyć lepsza zna-
jomość biologii L-PGDS. Enzym ten jest kwaśnym, mono-
merycznym, silnie glikozylowanym białkiem, wydzielanym
w dużych ilościach do płynów tkankowych w formie roz-
puszczalnej. Znajdując się wewnątrz komórek, katalizuje re-
akcję charakterystyczną dla syntazy prostaglandyny PGD₂.
Produkt jest następnie wydzielany na zewnątrz komórki.

L-PGDS posiada także cechy charakterystyczne dla
nadrodziny lipokalin, białek wiążących i transportujących
cząsteczki lipidowe, znajdujących się w wydzielinach nosa,
łzach i moczu (ryc. 4). L-PGDS, wydzielana do płynów
tkankowych odpowiada więc nie tylko za produkcję PGD₂.
Wiąże też, z dużym powinowactwem, małe lipofilowe li-
gandy, np. retinoidy czy hormon tyroidowy, bilirubinę i bili-

werdynę. Jest również transporterem androgenów, między
innymi testosteronu.



Ryc. 4. Lipokalinowa syntaza prostaglandyny PGD₂. Widać strukturę beczulki zbudowanej z arkuszy, charakterystyczną dla lipokalin

L-PGDS najobficiej występuje w płynie mózgowo-rdze-
niowym, gdzie pełni rolę transportera cząstek lipidowych,
regulując funkcjonowanie układu nerwowego. Poziom L-PGDS
w płynach ustrojowych może być wykorzystany jako marker
diagnostyczny. Zaobserwowano bowiem powiązanie pomię-
dzy poziomem syntazy PGD₂ a schorzeniami ośrodkowego
układu nerwowego. U pacjentów chorych na schizofrenię,
stwardnienie rozsiane, nowotwory mózgu, zakażenia bakteryj-
ne, obserwuje się obniżone stężenie L-PGDS.

L-PGDS produkowana jest także przez występujące w
jądrach komórki Leydiga i Sertoliego, a następnie wydzielana
jest do spermy, gdzie stanowi składnik substancji odżywczej
dla gamet męskich. Reguluje działanie nabłonka najądrzy
oraz dojrzewanie i przechowywanie spermy. Jest markerem
informującym o jakości nasienia u ludzi. U pacjentów z oli-
gospermią, a co za tym idzie — z obniżoną płodnością, zaob-
serwowano znaczny spadek stężenia L-PGDS.

I co z tego wszystkiego wynika?

Motorem postępu w naukach medycznych jest dążenie
ludzi do poznania przyczyn nękających ich chorób i zna-
lezenia sposobu na ich leczenie. Wieloletnie badania, prowa-
dzone przez naukowców w wielu ośrodkach, przyczyniły
się do poznania szczegółowej budowy i mechanizmu katali-
tycznego enzymów prowadzących biosyntezę PGD₂ w róż-
nych narządach. Wiedza ta przyczyni się, być może, nie tyl-
ko do znalezienia leku umożliwiającego złagodzenie obja-
wów coraz częściej nękających nas chorób alergicznych.
Okazuje się bowiem, że z pozoru „niewinny” enzym synte-
tyzujący PGD₂, może decydować o płodności czy funkcjo-
nowaniu układu nerwowego i ta wiedza może przyczynić
się do rozwiązania wielu zagadek funkcjonowania organi-
zmu człowieka.

Wpłynęło 25.11.2004

Karolina Bojkowska jest studentką IV roku biotechnologii na Wydzia-
le Biotechnologii Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie.
e-mail: dudziamiss@yahoo.co.uk

DROBIAZGI

Las zamiast torfowiska?

Urok Krakowa i jego okolic wynika stąd, że na każdym kroku, w przedziwny i swoisty sposób, splatają się ze sobą: współczesna rzeczywistość, historia, legenda, a także niepowtarzalne piękno krajobrazu i przyrody.



Ryc. 1. Widok od strony obwodnicy na Podgórki Tynieckie z zalesionym torfowiskiem

Wyżyna Krakowska, zwana „krainą wąwozów, jaskiń i wywierzyisk”, rozciąga się od Krakowa po obniżenie rzek Białej Przemszy i Szreniawy koło Wolbromia. Południowa część Wyżyny Krakowskiej, w obrębie której leży Tyniec i otaczające go wzgórza, nazywana jest „Pomostem Krakowskim” z uwagi na to, iż stanowi wyraźne połączenie (pomost) całego terenu Wyżyny z Karpatami. Obejmuje ona obszar jurajskich grzbietów i pagórów zrębowych. Częścią z nich są Wzgórza Tynieckie nazywane przez Krakowian Podgórkami. Teren niezwykły i cenny przyrodniczo jest częścią Bielańsko — Tynieckiego Parku Krajobrazowego.



Ryc. 2. A tak to wygląda z bliska



Ryc. 3. Grząski grunt był przeszkodą w dalszych nasadzeniach

Spotykamy tu różnorodność siedlisk, a co za tym idzie — zespołów roślinnych od wydm piaszczystych z roślinnością psammofilną, siedlisk borowych, lasu gądownego, buczyny



Ryc. 4. Małe fragmenty roślinności torfowiskowej ocalałe przy brzożach



Ryc. 6. ...żurawina błotna (*Oxycoccus quadripetalus*)...



Ryc. 7. ...bobrek trójlistny (*Menyanthes trifoliata*)...



Ryc. 5. A rosły tu bardzo interesujące gatunki : Rosiczka okrągłolistna (*Drosera rotundifolia*)...



Ryc. 8. ...storzyczek kruszczyk błotny (*Epipactis palustris*)...



Ryc. 9 ...storzyczek stoplamek szerokolistny (*Dactylorhiza maialis*) ...



Ryc. 10. ...wełnianka wąskolistna (*Eriophorum angustifolium*) i wiele innych

ciepłolubnej, muraw kserotermicznych, łąk. Od Tyńca do Krakowa kręte koryto Wisły tworzy dolinę przełomową, zwaną Bramą Krakowską. Pomiędzy pagórami zrębowymi rozciągają się zapadliskowe obniżenia, których podmokłe dna, wysłane iłami nieprzepuszczalnymi dla wody, zajmują łąki i torfowiska. Ten płaski teren kontrastuje ze stromymi, skalistymi wzniesieniami i tworzy różnorodny krajobraz południowej części Wyżyny Krakowskiej. Jedno z takich torfowisk leży u podnóża wschodniej części Podgórek. Obecnie przecięte obwodnicą autostradową Krakowa, do niedawna było siedliskiem wielu interesujących gatunków roślin. Głównie występowały tu mchy torfowce *Sphagnum* sp. Na wyniesionych poduchach torfowców rosła rosiczka okrągłolistna *Drosera rotundifolia*, roślina mięsożerna. Z innych roślin można tu było spotkać wełniankę wąskolistną *Eriophorum angustifolium*, żurawinę błotną *Oxycoccus quadripetalus*, bobrek trójlistny *Menyanthes trifoliata*, ostrożeń błotny *Cirsium palustre*, storzyczek stoplamek szerokolistny *Dactylorhiza maialis*, kruszczyk błotny *Epipactis palustris*, fiołek błotny *Viola palustris* i wiele innych interesujących gatunków roślin. Większość z nich to gatunki prawnie chronione. Teren ten kiedyś był objęty ochroną re-

zerwatową pod nazwą „Rezerwat Podgórk”. Celem ochrony było występowanie kłoci wiechowatej *Cladium mariscus*, rośliny należącej do rodziny turzycowatych *Cyperaceae*, co zostało odnotowane w Kluczu „Rośliny Polskie” w opracowaniu Wł. Szafera, S. Kulczyńskiego, B. Pawłowskiego. Niestety kłoc z tego terenu zniknęła, a najbliższe jej stanowiska znajdują się dopiero w północnej części kraju. Z tego też powodu rezerwat „Podgórk” stracił swój status. Wobec tego stał się terenem nieatrakcyjnym ze względu na zabagnienie. Wiemy, że człowiek zawsze walczył z takimi „nieużytkami” próbując je przekształcić na swój sposób. Tak też się stało w ubiegłym roku z ostatnim torfowiskiem w granicach miasta Krakowa. Teren ten podlega Administracji Lasów Państwowych i organizacyjnie należy do Nadleśnictwa Myślenice. Ktoś zdecydował, że można by go za-

lesić. Nie pomyślał, że jakoś las przez setki lat sam nie wchodził na torfowisko, za wyjątkiem paru egzemplarzy brzozy brodawkowatej i wierzb. W okresie jesiennej suszy i zimy 2004 roku wjechał na torfowisko ciągnik z pługiem i broną „zrekultywował” go, czyli zniszczył warstwę mszystą i posadzono na nim las. Nasadzono tu gatunki drzew, które nie preferują takich siedlisk. Jest to lipa *Tilia* sp., wiaź *Ulmus* sp., sosna *Pinus* sp. i prawdopodobnie wiele innych, tylko niesposób do nich teraz dotrzeć ze względu na grząski grunt. Operacja kosztowna z różnych punktów widzenia. Na pewno bardzo kosztowna z punktu przyrodniczego. To, co natura tworzyła przez około 8–10 tysięcy lat, zostało zniweczone w ciągu kilku miesięcy.

Istnieje wspaniały program „Natura 2000”, który ma chronić właśnie takie tereny, wzbogacające różnorodność biologiczną, jednak okazuje się, że każdy realizuje go na własną rękę w myśl zasady „wolność Tomku w swoim domu”.

Ryszard Kozik (Kraków)

Wyrośla powodowane przez owady



Ryc. 1. Wyrośla *Andricus testaceipes* Htg na gałązce dębu szypułkowego. Fot. A. Trzeciak

W trakcie jesiennego przeglądu leśnej uprawy z dębem szypułkowym odnalazłem kolejny gatunek owada powodującego powstawanie charakterystycznych wyrośli na pędach młodych drzewek — *Wszechświat*: t. 102, nr 4-6/2001 oraz t. 105, nr 7-9/2004. Letyniec *Andricus testaceipes* Htg, bo o nim mowa, jest już 27. gatunkiem owada (łącznie z roztozczami) powodującego powstawanie wyrośli, jakie stwierdzono na terenie nadleśnictwa Dębica. Wyrośl stożkowata, w młodości zielonoróżowa, później brązowa, twarda, żeberkowana, wysokości ok. 5 mm. Opisywane wyrośla odnaleziono tylko na jednym, mocno osłabionym dąbku.

Andrzej Trzeciak (Dębica)

Koziorożec alpejski — zwierzę uratowane

Ostatnie dwa wieki były okresem, kiedy na skutek działalności człowieka na świecie wyginęło wiele gatunków zwierząt. Wiek obecny też nie jest pod tym względem lepszy. *Czerwona Księga Zwierząt* z roku na rok powiększa się o nowe wpisy. Jednak zorganizowana działalność mająca na celu utrzymanie przy życiu ginących gatunków daje niekiedy pozytywne rezultaty. Najbardziej znanym przykładem może tu być historia naszego zubra, który obecnie jest ozdobą Puszczy Białowieskiej.

Innym zagrożonym gatunkiem, który dzięki staraniom wielu ludzi utrzymano przy życiu, jest najbardziej znany i charakterystyczny ssak alpejski — koziorożec alpejski, czyli kozioł skalny *Capra ibex*, będący prawdziwą ozdobą i symbolem tych gór.

Koziorożec alpejski to typowo wysokogórskie zwierzę, które bardziej niż inne zwierzęta wymaga ciszy i spokoju. Z tego też powodu rzadko można go spotkać przy uczęszczanym szlaku turystycznym. Uciekając przed hałasem usuwa się w najbardziej niedostępne tereny, zwinnie pokonując nawet strome ściany. Jego cienkie, silne nogi są idealnie przystosowane do wspinaczki i po niedostępnych skałach wspinają się sprawniej niż nasza kozica. Zamieszkuje obszar pomiędzy górną granicą lasu a granicą wiecznych śniegów. Nie opuszcza tej strefy nawet w zimie i zadowala się wtedy pokarmem wygrzebywanym spod śniegu. W lecie żywi się wszelką roślinnością, szczególnie ziołami porastającymi

górskie hale. Unika słońca i w ciągu dnia stara się przebywać w miejscach zacienionych lub w dostępnych jaskiniach.

U koziorożca alpejskiego zaznacza się wyraźny dymorfizm płciowy. Samce posiadają ogromne, zagięte półksiężycowato ku tyłowi rogi, osiągające długość od 80 cm do 120 cm, rozpiętość ok. 140 cm oraz ciężar do 15 kg. Na ich przedniej powierzchni występują pierścieniowate zgrubienia. Podczas rui róg nieznacznie rośnie tworząc czarny pierścień i na tej podstawie można określić wiek osobnika. Rogi samic są mniej efektowne — są krótsze i niemal proste, a ich długość nie przekracza 20-25 cm. Pojawiają się u obu płci już w pierwszym miesiącu życia. Ponadto samce są znacznie większe od samic. Dorosłe samce — kozły osiągają w kłębie wysokość ok. 100 cm i ciężar nawet do 140 kg.



Koziorożec alpejski *Capra Iber*. Fot. Dick Newell, Zermatt, Switzerland

Ubarwienie koziorożca alpejskiego jest zmienne. W lecie sierść jest rudobrązowa, w zimie bardzo gęsta, żółtawoszara. Spód ciała jest zawsze jaśniejszy od grzbietu.

W lecie koziorożce alpejskie żyją w stadach o różnej wielkości. Osobne stada tworzą samice wraz z młodymi, a osobne grupy „kawalerskie” tworzą dorosłe samce. Stare kozły żyją najczęściej samotnie. W stadzie samców często dochodzi do udawanych walk, w czasie których młodsze samce zdobywają potrzebne doświadczenie. Na jesieni samce rozdzielają się i samotnie poszukują samic. Do prawdziwych walk między samcami dochodzi w czasie rui, która przypada na przełom grudnia i stycznia. Przeciwnicy stają naprzeciw siebie, a następnie podnoszą się na tylne nogi i zderzają rogami. Walki te, mimo iż zacięte, kończą się ucieczką słabszego samca. Do zranienia przeciwników dochodzi nadzwyczaj rzadko.

Po ok. 5 miesiącach ciąży, w maju lub w czerwcu, samica rodzi zazwyczaj 1 młode, które bardzo szybko staje się samodzielne i sprawnie wędruje po niedostępnych skałach. Koziorożec alpejski żyje 15-20 lat.

Przez długi czas koziorożec był uważany za zwierzę tajemnicze, obdarzone nadprzyrodzonymi właściwościami. Wszystkie części jego ciała, w tym również odchody, wykorzystywano w medycynie ludowej do wyrobu lekarstw, a

także w magii. Z tego też powodu koziorożec alpejski był bardzo pożądanym obiektem polowań.

Interesująca jest historia tego gatunku. Jeszcze w XVII wieku koziorożec alpejski był w Alpach pospolity, ale na skutek polowań i kłusownictwa jego liczebność drastycznie spadła. Polowania odbywały się tak w celu zdobycia pięknego trofeum myśliwskiego, jak i w celach magicznych. Na terenie Austrii koziorożec alpejski wyginął w XVIII wieku, a w wieku XIX także w Szwajcarii i Delfinacie (Francja). Jedynie we Włoszech, w masywie Gran Paradiso (4061 m n.p.m.) zachowało się niewielkie stado tych pięknych zwierząt. Dzięki staraniom małej grupy leśniczych, w 1816 roku, pozostałe przy życiu koziorożce zostały objęte szczególną ochroną. W 1821 roku stado liczyło jedynie ok. 100 osobników.

Włoski król Wiktor Emanuel II — zapalony myśliwy, zakazał wszelkich polowań na ten gatunek, a w 1856 roku utworzył na tym terenie Królewski Rezerwat Łowiecki, w którym działała grupa wyspecjalizowanych leśniczych. Na tym właśnie obszarze, po jego powiększeniu, powstał w 1922 roku pierwszy włoski Park Narodowy — *Parco Nazionale Gran Paradiso*, utworzony przez króla Wiktora Emanuela III i pogłowie koziorożca zaczęło szybko wzrastać. Do 1934 roku Parkiem zarządzał niezależny, powołany przez króla, komitet.

Od czasu, gdy w 1934 roku administrację nad Parkiem przejęło Ministerstwo Rolnictwa i Leśnictwa i zezwoliło na przeprowadzanie tam manewrów wojskowych, nastąpił dla parku i będących tam koziorożców trudny okres. Sytuacja ta, a także wybuch wojny, spowodowały znaczne zmniejszenie stada. Po II Wojnie Światowej, w 1945 roku, populacja koziorożca alpejskiego liczyła 416 osobników.

Po wojnie, w 1947 roku, została powołana niezależna dyrekcja Parku, a jego florą i fauną zajęli się naukowcy z Uniwersytetu w Turynie. Między innymi wykonano wiele prac dotyczących anatomii, patologii i biologii koziorożca, co pozwoliło lepiej i skuteczniej chronić ten gatunek.

Obecnie *Parco Nazionale del Gran Paradiso* obejmuje masyw Gran Paradiso i przylegające doliny — Valnontey, Valsavarenche oraz Val di Rhemes. Łączna powierzchnia obszaru chronionego wynosi niemal 720 km². Żyje tu ok. 5000 koziorożców.

W wyniku reintrodukcji i naturalnych migracji gatunek ten znacznie się rozprzestrzenił i spotkać go można w wielu innych rejonach Alp. W Alpach francuskich, w masywie Vanoise, między innymi w celu ochrony koziorożca, utworzono przylegający do Parku Gran Paradiso, Park Narodowy Vanoise. Ponadto populacje koziorożca alpejskiego występują w masywie Monte Rosa we Włoszech, w Alpach Karnickich oraz Dolomitach Wschodnich. Kilkadziesiąt osobników żyje również w Alpach Lechtalskich. W pobliżu drogi do Freiburger Hütte stoi pomnik koziorożca alpejskiego upamiętniający jego powrót na te tereny. Jego liczbę w Alpach ocenia się obecnie na ok. 30 000 osobników.

Wysiłek wielu ludzi, ich zaangażowanie i determinacja spowodowały, iż to piękne zwierzę może nadal być ozdobą fauny europejskiej.

Marek Guzik

Ekologiczna wieś Wulkow

Problematyka ochrony środowiska była w Niemieckiej Republice Demokratycznej — aż do jej zniknięcia, tematem tabu: w socjalizmie nie mogło być przecież źle, także w odniesieniu do rodzimego środowiska przyrodniczego. Ale było źle, dlatego zaraz po zjednoczeniu w ramach Republiki



Ryc. 1. Domespace z zewnątrz. Fot. K. Mazurski



Ryc. 2. Wejście na piętro Domespace. Fot. K. Mazurski



Ryc. 3. Zrujnowany pałac. Fot. K. Mazurski

Federalnej Niemiec społeczeństwo wschodnioniemieckie, z dużą zachętą i pomocą swoich zachodnich rodaków, przystąpiło do działań zmierzających do poprawy sytuacji. Częściowo pomogło w tym zamknięcie lub przebranzowanie wielu zakładów, równocześnie jednak duży nacisk położono na edukację ekologiczną.

Przykładem tej ostatniej jest niewielka wieś Wulkow, od kilku lat część znanego z naszej historii miasteczka Lubusz (niem. *Lebus*), zresztą sporo oddalona od jego centrum. To dawny majątek junkierski, powstały na bazie słowiańskiej osady Wilków w zachodniej (obecnie niemieckiej) części Ziemi Lubuskiej — potem Nowej Marchii, a obecnie — Brandenburgii. Leży ona 12 km na północny zachód od Frankfurtu nad Odrą, z którego można dojechać w 30 min. autobusem kursowym. Do Wulkowa prowadzi boczna droga, wybiegająca z Boossen od krajowej B5 (Frankfurt n/O — Berlin). W jej południowej części zachował się kompleks pałacowo-parkowy (niestety, rezydencja w fatalnym stanie). Dużą wartość przedstawiają zabytkowe aleje, obsadzone różnymi gatunkami drzew, wybiegające ze wsi w różnych kierunkach i pozwalające poznać różne ekotypy.

Jeszcze bardziej na południe, przylegając do parku i częściowo weń wchodząc, powstał w 1994 r. pierwszy w byłej NRD poglądowy ośrodek promocyjno-edukacyjny. Zajmuje on 9 ha, a więc znacznie więcej niż podobny o nazwie „Mała Ziemia” w holenderskim Boxtel (Wszczęświat nr 6/1991). Zorganizowany on został przez stowarzyszenie Ökospeicher e. V. (www.oekospeicher.de), założone dla promowania rozwoju zrównoważonego. Jego rozplanowanie przedstawia ryc. 1. W sposób poglądowy można zapoznać się tu z różnymi roślinami uprawnymi: leczniczymi i ziołami, zbożowymi i filtracyjnymi. Usypana piramida nie tylko daje wgląd w dość rozległą przestrzeń, ale i ukazuje sposoby utrwalania gruntu roślinnością.

Centralnym miejscem jest *Domespace* — drewniany, dwukondygnacyjny budynek o kształcie „marsjańskiego” talerza, podobnego do obiektów na karkonoskiej Śnieżce. Posiada on średnicę 15,3 m i powierzchnię 283 m², z czego 200 m² użytkowe. Kosztował on 200 tys. euro, ale zawiera — poza częścią recepcyjno-ekspozycyjną, salą seminaryjną na 60 osób oraz część gościnną. Obejmuje ona trzy dwuosobowe pokoje (każdy może z nich skorzystać), kuchnię i łazienkę. Dach pokryto cedrowym gontem, zaś jako izolacja służy pokruszony korek. Do ogrzewania wykorzystuje się w dużym stopniu energię solarną (ryc. 2). Przy temperaturze -16° C dom potrzebuje energii 9 kW, zaś w układzie całorocznym zużywa 10-15 tys. kWh. Pozwala to zaoszczędzić znaczną ilość energii nieodnawialnej, a to skutkuje oszczędzaniem zasobów nieodnawialnych, co jest jednym z zasadniczych wymogów rozwoju zrównoważonego i ochrony środowiska przyrodniczego.

Ośrodek oferuje bogaty program edukacyjny i szkoleniowy dla różnych grup, obejmujący — poza teoretycznymi zajęciami, m.in. budownictwo z gliny, urządzenie oczyszczalni roślinnych, zakładania specjalistycznych ogródków. Organizowane są tu odczyty i seminaria, oprowadza się wycieczki. Zanim jeszcze ośrodek dotarł do swojego dziesięciolecia, uzyskał już Niemiecką Nagrodę Środowiskową. Stopniowo też porządkuje się i zagospodarowuje kompleks podworski, gdzie można się posilić, a części wiejskiej — poznać drugi po pałacu zabytek, czyli dość typowy dla tego regionu kościół.

Z uwagi na bliskość Wulkowa z przejścia granicznego Słubice — Frankfurt n/O warto zachęcić do odwiedzenia tego ciekawego i pouczającego miejsca. Może stanie się inspiracją dla polskiego ośrodka.

Krzysztof R. Ma z u r s k i (Wrocław)

WSZCZĘŚWIAT PRZED 100 LATY

Uczeni i wiara

Jeżeli się znajdziemy w towarzystwie, gdzie właśnie jest mowa o jakimś nader pobożnym człowieku, którego nazwiska nie dosłyszeliśmy, to pomyślimy sobie o radcy tajnym Iksie lub o Jaśnie W-nym Ygreku; trudnoby nam było jednak zrazu przypuścić, że chodzi tu o jakiegoś dzielnego przyrodnika. Błędem jednak byłoby przypuszczenie, że ten cokolwiek naprężony stosunek pomiędzy przyrodnikiem a teologicznym na świat poglądem, który niekiedy dochodził aż do zaciętej walki, zawsze i wszędzie miał miejsce. Rzut oka na historię nauk przyrodniczych przekonywa nas o wprost przeciwniej rzeczy.

Lubimy malować starcia wiedzy z teologią, że się lepiej wyrażę, z kościołem. Rzeczywiście jest to temat bogaty w treść i wdzięczny. Z jednej strony — długi spis grzechów przedstawicieli kościoła przeciwko postępowi, z drugiej — spory zastęp męczenników, między którymi znajdują się ludzie tej miary, co Giordano Bruno i Galileusz, i w którym to rzędzie o mało co i tylko dzięki niezwykle sprzyjającym okolicznościom nie znalazł się tak pobożny człowiek, jak Kartezjusz. Dość już jednak papieru zapisano dziejami tych konfliktów, a kładąc nacisk tylko na nie, przedstawiamy rzecz tę jednostronnie i stajemy się niesprawiedliwi. Skłonni jesteśmy wówczas do przypuszczenia, że rozwój nauki był wstrzymywany przez ucisk kościoła, i że byłaby się ona natychmiast wzniosła do niesłychanych wyżyn z chwilą zniesienia tego ucisku. Ani słowa,

nie małą była walka badaczy z obcą im, z zewnątrz narzuconą siłą. Bez wątpliwości, w tej walce kościołowi wydawał się godziwym każdy środek, byleby prowadził do zwycięstwa i postępował on tu samolubnie, bezwzględnie i okrutnie, niż jakakolwiek partia polityczna. Jednak nie mniejszą walkę musieli stoczyć badacze z własnymi przekazaniami im przez tradycję ideami, a w szczególności z uprzedzeniem, że wszystko powinno być traktowane z teologicznego punktu widzenia.

Lecz pozwólmym faktom mówić za siebie i zawrzyjmy z początku pewne znajomości osobiste.

Napier, wynalazca logarytmów, surowy purytanin, który żył w 16-tym stuleciu, był także gorliwym teologiem. Oddawał się najdziwniejszym spekulacjom. Napisał wykłady apokalipsy z twierdzeniami i dowodzeniami matematycznymi.

Nie nadaję szczególnej wagi temu, że Błażej Pascal (wiek 17-ty), jeden z najgenialniejszych myślicieli na polu matematyki i fizyki, był do szpiku kości katolikiem i ascetą, że, nie bacząc na łagodny charakter, zadenucyował z głębokiego przekonania pewnego nauczyciela filozofii w Rouen, jako kacerza, że uzdrowienie siostry jego zapomocą relikwii wywarło nań głębokie wrażenie, nie nadaję temu powtarzam szczególnej wagi, gdyż cała jego rodzina, składająca się ku marzycielstwu religijnemu, miała przekonania podobne. Głęboka religijność Pascala ujawnia się w jego postanowieniu zupełnego zarzucenia nauki i oddania życia tylko wierze

chrześcijańskiej. Zwykł był mówić, że kiedy szuka pocieszenia, to znajduje je tylko w nauce Chrystusowej i że cała mądrość świata nic mu dać nie może. Jak szczerze myślał o nawróceniu kacerzy, dowodzą jego "Lettres provinciales", w których gorąco napada na subtelne wykryty, wymyślone przez doktorów sorbońskich w celu prześladowania Jansenistów. Niezwykle godna uwagi jest korespondencja Pascala z różnymi teologami; wprawia to nas w niemałe zdumienie, gdy Pascal w jednym z tych listów całkiem na serio rozważa, czy dyabeł też może czynić cuda.

Otto de Guericke wynalazca maszyny pneumatycznej, zajmuje się zaraz na początku swej zaledwie przed 200 laty wydanej książki cudem Jozuego, który próbuje pogodzić z systematem Kopernika. I badania, dotyczące próżni i natury powietrza poprzedzone są przez zaganienia o tem, gdzie się znajduje piekło, niebo i t. p.

Newton zajmował się również objaśnieniem apokalipsy. Trudno było z nim mówić o podobnych rzeczach. Gdy Halley pozwolił sobie pewnego razu na żart co do rozpraw teologicznych, Newton miał mu odpowiedzieć: "Ja studyowałem te rzeczy, pan zaś nie".

Euler w swych listach do pewnej księżniczki rozpatruje, pomiędzy kwestyami przyrodniczymi, także i teologiczno-filozoficzne. Mówi, jak trudno jest pojmować związek pomiędzy duszą a ciałem wobec ich zupełnej odrębności, która jest dlań niewątpliwą. Niezbyt, co prawda, podoba mu się system okazyjonalizmu, rozwinięty przez Kartezjusza i jego następców, podług którego Bóg stosownie do każdego zamiaru duszy wykonywa odpowiedni ruch ciała, ponieważ dusza nie jest w stanie uczynić tego sama. Wyśmiewa się też nie bez dowcipu z harmonii przedstawniej, podług której już wieczność całą istnieje zgodniej pomiędzy ruchami ciała a zamiarami duszy, chociaż nie mają one żadnego związku ze sobą, akurat, jak dwa różne, ale jednakowo idące zegary. Robi uwagę że według tego poglądu jego własne ciało jest mu właściwie również obcem, jak cielsko jakiegoś nosorożca z wnętrza Afryki.

Choć krytyka Eulera jest tak bystra pomimo to jednak oddziaływanie na siebie duszy i ciała jest dla niego rzeczą cudu. Pomimo wszystko, dopomaga on sobie sofistyką w sprawie wolności woli. Ażeby mieć wyobrażenie o tem, o jakich kwestiach mógł wówczas traktować przyrodnik, zauważmy, że Euler w swych listach o fizyce przeprowadza badania co do związku ciała i duszy, co do wolności woli, co do wpływu wolności na przypadki świata, co do modlitwy, niedoli fizycznej i moralnej, nawracania grzeszników i podobnych rzeczy. I to wszystko spotykamy w tej samej pracy, która zawiera tyle jasnych myśli o zjawiskach fizycznych i piękny wykład logiki zapomocą kół.

Mach E. Teologiczne, animistyczne i mistyczne punkty widzenia w mechanice. Wszechświat 1905, 24, 305 (21 V)

Nieproszeni goście

Widomą jest rzeczą, że nasiona rozmaitych roślin długie lata mogą spoczywać w ziemi, czekając odpowiednich warunków, żeby móc wykiełkować. Znane są pod tym względem doświadczenia Petera. Obecnie ciekawe cyfry podaje Buchenau. Na niewielkim kawałeczku ziemi ogrodowej, wynoszącym $8\frac{1}{4}$ m² od maja do grudnia 1903 r. wykiełkowało 2683 roślin, a więc mniej więcej 307 roślin na przestrzeni 1 m². Po między nimi było 2123 jednoliściennych i 560 dwuliściennych. Wśród pierwszych rolę główną grała wszędzie pospolita wyklina roczna (*Poa annua*): dwuliścienne zaczęły się zjawiać w lecie, w jesieni zaś nastąpiło raptownie gromadne zjawienie się starca pospolitego (*Senecio vulgaris*).

B. H (Hryniewiecki) Bogactwo nasion w ziemi ogrodowej. Wszechświat 1905, 24, 254 (23 IV)

Ojcowie karmiący

Już Darwin wskazał nam, że męska pierś — to nie pozostałości stopniowej degeneracji, lecz niedostatecznie ukształtowany, niedostatecznie rozwinięty narząd, którego funkcja została powstrzymana w rozwoju.

Badania histologiczne stosunku do całego ciała; pierś dziewczynek bardzo nieznacznie prześciga pierś chłopców; nie znajdujemy jednak widocznej różnicy między rozwojem męskiej a żeńskiej piersi u dzieci.

Dopiero zbliżający się czas dojrzałości płciowej zasadniczo zmienia postać rzeczy. Pierś dziewczynki zaczyna rosnąć i zwiększać się. Gruczoły znacznie się rozgałęziają. Tworzą się "acini" i wkrótce już widzimy całe grona zrazików (lobuli).

Impuls do ostatecznego rozwoju jest widoczny. Gruczoł mleczny rozwija się nader szybko, a wkońcu cięży już może produkować mleko.

U młodzieńca wręcz odmiennie. Pierś, która w ciągu kilkunastu lat bardzo słabo się rozwinęła, zatrzymuje się w swym rozwoju wraz z nastąpieniem dojrzałości płciowej. Lusčka twierdzi, że gruczoł mleczny męski zostaje opłatany przez tkankę łączną oraz komórki tłuszczowe, tak, że przedstawia się, jako jednolita, biała masa, której wprost nie można dzielić na grona, w której nawet trudno odnaleźć przewodów mlecznych.

Zdarzają się jednak przypadki anormalnego rozwoju gruczołu mlecznego u mężczyzny.

Jeżeli pierś męska zdola się rozwinąć do tego stopnia, że z zewnętrznego wyglądu zupełnie staje się podobną do kobiecej, wówczas mówimy o przypadku ginekomastyi.

Gruber dzieli wszystkie przypadki ginekomastyi na dwie kategorie, zależnie od stanu organów płciowych danego osobnika, a mianowicie na ginekomastów

- 1) o prawidłowo rozwiniętych organach płciowych;
- 2) z wadą przyrodzoną lub z patologicznym stanem organów płciowych.

Dalej rozróżnia przypadki bez wydzielania mleka, oraz przypadki, kiedy występowała wydzielina. Ostatnia kategoria jest najrzadsza, lecz zarazem najciekawsza. Przypadki tego rodzaju są nam znane z opisów, pozwolę sobie przytoczyć kilka takich przykładów.

Aleksander Humboldt opisał fakt następujący. W Nowej Andaluzji żył włoszianin Losano, który własnym mlekiem karmił swego małego syna. Losano miał wówczas 32 lata. Podczas choroby swej żony, dał niemowlęciu piersi, by je choć na krótko oszukać. Z podrażnionej sutki polało się gęste i słodkie mleko. Losano karmił swego syna w ciągu 5 miesięcy po 2 - 3 razy dziennie. Humboldt sam zbadał pierś wymienionego Losano i znalazł ją pomarszczoną, jak u kobiet, które już karmiły; lewa pierś bardziej była wyciągnięta od prawej. Przed powyższej wymienionym faktem Losano nigdy nie zauważył wydzieliny.

Orenstein cytuje podobny przypadek. Będąc w Kolchidzie, mieszkał u pewnego Eliasa greka, który własną piersią karmił prawie dwuletnie dziecko. Orenstein dodaje, że często widywał, jak ów grek obcierał pierś żwiłżoną mlekiem.

Schmitt referował w 1892 r. na zjeździe chirurgów francuskich przypadek jednostronnej ginekomastyi z wydzielaniem się mleka. Pacjentem był dobrze zbudowany żołnierz. Po silnym zapaleniu jąder, specyjalnie zaś prawego, nastąpiła po 6-tygodniach zmiana głosu i spuchlina prawej piersi. Po pewnym czasie pierś zaczęła produkować ciecz z wyglądu podobną do mleka. Analiza chemiczna wykazała brak niezbędnych części składowych mleka, cukru i kazeinu.

Schmetzer podaje przypadek następujący: 22 letni dobrze zbudowany mężczyzna wydzielał z piersi do dwu uncyj mleka na dobę. Wydzieliną była obfita nocą, aniżeli dniem. Piersi były wielkości normalnej i tylko od czasu do czasu puchły - poczem następowało wydzielanie mleka. Jest to jedyny znany przypadek, w którym analiza wykazała wydzielinę, składającą się ze wszystkich rzeczywistych części składowych mleka.

Na zakończenie jeszcze w kilku słowach wspomnę o hipotezach, które starano się objaśnić nienormalny rozwój piersi męskiej. Darwin orzekł, że początkowo obie płci wspólnie karmiły dzieci i, że wskutek tego, musiały posiadać jednakowo rozwinięte piersi. Fakty tego rodzaju zachodzą u niektórych zwierząt: spotykamy kozłów i baranów karmiących małe (właszcza barany po kastracji nader często dają mleko). Podobno mleko samców ma nawet zawierać więcej kazeinu.

L... Kilka słów o ginekomastyi. Wszechświat 1905, 24, 213 (9 IV)

Gad broni się przed żarem

P. Langlois twierdzi, że u niektórych gadów zamieszkujących Saharę (*Varanus*, *Uromastix*, *Agama*) zauważyć można coś w rodzaju regulowania temperatury ciała. Z chwilą kiedy wynosi ona 38,5, występuje przyspieszenie oddychania i wydalania wody, skutkiem czego następnie temperatura zwierzęcia nie wzrasta równoległe do temperatury otoczenia.

J. K. S. (Sosnowski) Regulacja temperatury u zwierząt zimnokrwistych. Wszechświat 1905, 24, 238 (16 IV)

Gumy roślinne

Istnieje dość znaczna ilość roślin, posiadających własność wydzielania z tkanek swych materii kleistej, krzepnącej na powietrzu i pęczniejącej w wodzie. Są to rośliny wytwarzające gumę, która posiada dość duże znaczenie w przemyśle. Rośliny te stanowią bo-

gactwo krajów gorących, gdzie prawie wyłącznie rosną; gatunki ich są liczne, ale, niestety, dość mało znane.

Zanim zaczniemy mówić o najciekawszych gatunkach roślin, wydzielających gumę, pomówimy nieco o samej gumie. Stanowi ona rozpacz dla botaników, którzy nie wiedzą, czy wydzielanie jej przez roślinę uważać za objaw normalny, czy chorobliwy i następnie — w jakim celu roślina ją wydziela. Wiemy, że z naszych drzew owocowych po skaleczeniu wypływa masa brodawkowata ciemnej gumy, którą dzieci lubią wysysać, pomimo że jest gorzkawa. W tym przypadku przyczyna jest widoczna: wydzielanie spowodowane zostało przez ranę i ma prawdopodobnie na celu ułatwienie zagojenia się rany. W innych przypadkach tworzenie się gumy jest w związku z obecnością, grzybków lub bakterij. Są to jednak przypadki wyjątkowe, a większość drzew, zajmujących nas, wydziela gumę w warunkach normalnych. Co dotyczy pożytku jej dla rośliny, nie mamy o tym żadnego pojęcia. Zauważono jedynie ciekawy objaw, że rośliny wydzielają gumę przeważnie w czasie okresu deszczowego, a przestają, lub prawie przestają ją wydzielać po tym okresie. Być może zatem, że guma wydzielona zabezpiecza rośliny od wilgoci. Wyjaśnienia to jednak, podawane przez pewnych botaników, jest tylko przypuszczeniem na niczem nie opartym.

Bądź co bądź gumę bardzo łatwo odróżnić od innych wydzielin roślinnych po następujących cechach: nie rozpuszcza się w alkoholu i eterze, czem się różni od żywic, rozpuszcza się zaś w wodzie, tworząc płyn gęsty i lepki. Co dotyczy ostatnich cech, to mogą być dwa przypadki, pewne gumy, jak np. arabska, stopniowo pęcznią w wodzie i rozpuszczają się w niej całkowicie, inne, jak np. guma dragantowa, silnie pęcznią pod wpływem wody, ale się nie rozpuszczają. Pierwsze są to tak zwane gumy prawdziwe, drugie — pseudo-gumy. Istnieją jeszcze gumy zawierające pewną ilość garbnika, czyli gumy garbnikowe. Znaczna ilość gatunków wydzielających gumę rośnie między innymi w koloniach francuskich, i z nich guma bywa zbierana. Niewątpliwie jednak produkcję gumy możnaby tam znacznie zwiększyć przez kulturę, która w ogólności jest dość łatwa. Guma wydziela się z roślin sama przez się, można jednak znacznie zwiększyć jej wypływ, robiąc podłużne nacięcia w korze, które ułatwiają wydostanie się gumy nazwaną trz. Nacięcia te mogą być niegłębokie, wystarcza, aby sięgały do biału, gdyż stwierdzono, że guma tworzy się prawie zawsze na granicy między korą a drzewem. Przed zrobieniem tych nacięć zwykle korę oczyszczają, aby uniknąć przyklejania się kawalków jej do gumy, co obniża wartość jej handlową i nadaje jej wygląd nieestetyczny. Gumę po wydzieleniu się zwykle pozostawiają na roślinach dopóki nie wyschnie; nie robią tego z gumą ze *Sterculia* i gumami garbnikowymi, gdyż te zostawione na powietrzu i świetle psują się i zmieniają kolor.

Królową roślin "gumowych", jeśli się można tak wyrazić jest *Acacia arabica*, krzew 2–6 m wysoki o ładnych złożonych liściach z dwoma kolcami u podstawy. Kwiaty jej przypominają kwiaty mimozy.

Guma arabska była znana już w bardzo głębokiej starożytności. W 17-ym wieku przed Chr. Egipcjanie używali jej do wyrabiania farb malarskich. Nazwa "kami", której używano dla oznaczenia jej, jest prawdopodobnie pochodzenia greckiego (κόμμι), stąd nasza nazwa guma. Guma ta była zbierana w północnej części doliny nilowej, gdzie *Acacia arabica* rosła niegdyś w znacznej ilości. Głównie jednak przywożono ją na okrętach z Adenu. Trzeba zauważyć, że Aden częściowo tylko otrzymywał ją z gębi Arabii, i że pochodziła ona również z Somali. Za czasów rzymskich i w wiekach średnich Aden był również miejscem składowym dla gumy pochodzącej z Somali; Arabia produkowała olbrzymie jej ilości, które z Dżeddach, morzem Czerwonym były przywożone do Europy, skąd pochodzi nazwa "arabska" nadawana tej gumie. Za naszych czasów arabowie zbierają bardzo mało gumy, pomimo to że *Acacia arabica* rośnie dosyć obficie w prowincjach Yemen i Hadramot. Zbierają ją zaledwie w niewielkich ilościach w części południowo-wschodniej między Adenem a Makulla, jednak tak mało, że jest ona pochtaniana przez zapotrzebowanie miejscowe na targu adeńskim. Wywóz równa się prawie zeru. Guma, rozchodząca się z Adenu po całej Europie pod nazwą arabskiej, pochodzi z brzegu afrykańskiego, głównie z kraju Somali.

Coupin H. Rośliny wydzielające gumę. Wszechświat 1905, 24, 231 (16 IV)

Wrogowie człowieka w Indiach

Z wykazu, ogłoszonego niedawno w Simli, wyjmujemy następujące liczby, świadczące, że zwycięstwo człowieka nad światem zwierzęcym jest jeszcze w znacznym stopniu niepełne. 2836 ludzi poniosło śmierć od zwierząt drapieżnych (z nich 1046 od tygrysów). Od ukąszeń węzów zmarło 23166 ludzi. Bydła zginęło 80796

od drapieżnych zwierząt, 9019 od ukąszeń węzów. Wypłacono nagród za zabicie 14983 zwierząt (1331 tygrysów). Liczby te nie dotyczą zwierząt, zabitych przez sportmenów, nie żądających nagród. Wreszcie ilość zabitych węzów wynosiła 72595.

L. H. (Horwitz) Zwierzęta drapieżne w Indyach. Wszechświat 1905, 24,303 (14 V)

Radon niszczy jady

Wpływ emanacji radu na jady zwierzęce stanowił przedmiot badań specjalnych p. C. Phisalixa, fizyologa francuskiego, znanego ze swych prac nad jadami zwierzęcymi. Już w roku zeszłym ten sam badacz stwierdził, że roztwór, zawierający jad żmii (*Vipera berus*), wystawiony na działanie promieni radu w przeciągu 50–60 godzin — traci zupełnie swe własności trujące. Następnie, badając wpływ promieni radowych na jad okulamika (*Naja tripudians*), bardzo, aniżeli jad żmii opomy na wpływ podniesionej temperatury — p. Phisalix przekonał się, że i ten jad silny ulega zapelnemu zniszczeniu. Inaczej wszakże zachowuje się jad ropuchy i salamandry ziemnej: naświetlenie tych jądów w ciągu 72 godzin nie osłabiło w nichem ich sily.

Obecnie rezultaty badań nad działaniem emanacji radowej wykazały, że ta ostatnia wywiera na jady zwierzęce działanie znacznie silniejsze, aniżeli promienie radu.

Roztwór wodny jadu żmii (1: 1000) po dwudziestoczterogodzinnem działaniu emanacji radowej — zaczyna opalizować i traci zupełnie swe własności jadowe: dwukrotne i trzykrotne zastrzyknięcie takiego roztworu świnie morskiej nie wywołuje żadnych objawów ogólnych, ani miejscowych, chociaż potem zwierzęta te znacznie chudną, i odzyskują, swą wagę pierwotną, dopiero po upływie kilku lub kilkunastu tygodni. Zniszczenie jadowitości roztworu nie może być przypisane rozmnożeniu się w nim jakichkolwiek bakterij. Odżywką z bulionu, na której zasiano jad, poddawany emanacji, pozostaje jałowa, podczas gdy roztwór równolegle badany, lecz nie poddawany działaniu emanacji daje hodowlę bakteryjalną. Zresztą własności bakteriobójcze emanacji radowej zostały już dawniej stwierdzone przez p. Curie i J. Danyśca — względem bakterij najrozmaitszych, a szczególnie bakterij karbunkułu.

Czemuż więc należy przypisać w danym przypadku ową zasadniczą, zmianę własności jadu? Czy mamy tu do czynienia z utlenieniem pod wpływem tworzącego się ozonu, czy też, o ile przyjmijemy hipotezę przyrodę materialnej emanacji — z połączeniem się cząsteczek radu z cząsteczkami substancji białkowej jadu? Autor sądzi, że na zasadzie badań dotychczasowych niepodobna jeszcze nic w tej mierze powiedzieć.

J. T. (Tur) Wpływ emanacji radu na jady zwierzęce. Wszechświat 1905, 24, 236 (16 IV)

Straszna mucha

Jednym z najbardziej niebezpiecznych wrogów bydła rogatego jest wspomniany owad (*Hypoderma bovis*). Szkody wyrządzane przez niego ponosi najwięcej Anglia, Holandia, Szlezwig-Holsztynia i t. d. jednym słowem te okolice w których bydło w dzień i w nocy pozostaje na wolności.

Wszystkie środki stosowane przeciwko tym pasorzytom przez długi czas nie odnosiły żadnego skutku, ponieważ nie był znany dokładnie sposób zarażania się i rozwój pasorzytu. Dopiero najnowsze badania Rusewa, Hornesa, Goltza i Koorevaarsa wyjaśniły należycie tę sprawę. *Hypoderma bovis* składa swoje jajeczka na sierści bydła. Jajeczka następnie zlizane przez zwierzę przedostają się do jamy gębowej, a stąd do przelyku; tu rozwijają się z nich małe (2–4 mm) larwy, które rosnąc wdrędują przez kanał rdzeniowy pod skórę, gdzie wywołują swoją obecnością tworzenie się znanych guzów. W czerwcu zazwyczaj larwy, których długość wynosi 2–2½ cm a grubość 1 – 1½ cm, przedziurawiają skórę i wydostają się na powierzchnię ciała swego żywiciela, poczem w ziemi przeobrażają się w poczwarki, z których mniej więcej po miesiącu powstaje owad doskonaly.

Najprostszym środkiem walki z tym pasorzytem jest nie wypędzanie bydła na pastwiska, albowiem w oborach larwy nie znajdują warunków niezbędnych dla swego rozwoju. Ponieważ jednak stosowanie wspomnianego środka jest niemożliwe, pozostaje więc jedynie tępienie dojrzałych larw, przez co kładzie się kres dalszemu rozmnażaniu się tych szkodliwych owadów.

Cz. St. (Stetkiewicz) *Hypoderma bovis*. Wszechświat 1905, 24, 238 (16 IV)

Spory o budowę mózgu

Chwila obecna jest świadkiem starć ożywionych między dwoma poglądami na budowę ustroju nerwowego. Pogląd, ogniskujący i odzwierciedlający w sobie kierunek badań licznej rzeszy uczonych, według którego układ nerwowy w odcieraniu od utworów natury łączno-tkankowej, naczyń krwionośnych, tkanki neuroglijnej, jest konglomeratem niezależnych od siebie pod względem anatomicznym jednostek nerwowych, czyli t. zw. neuronów — ma za sobą już pewną tradycję, został bowiem wcielony do innych gałęzi wiedzy, mających za zadanie wyświetlenie związanych z układem nerwowym zjawisk. Przeciwno temu pogładowi powstał w najnowszych czasach inny kierunek, upatrujący główne podłoże czynności nerwowych nie w komórce nerwowej, lecz w przebiegających przez nią włókienkach, które bez przerwy przechodząc z jednej komórki do drugiej, urzeczywistniają ścisły związek anatomiczny między komórkami nerwowymi, tworząc sieć bez początku i bez końca.

Walka to stara. Idea ciągłości anatomicznej w budowie histologicznej układu nerwowego przed laty trzydziestu panowała wszechwładnie. Późniejszy pogląd, pokonawszy z łatwością dawną teorię, znów spotkał tę samą ideę, uzbrojoną w nowe udoskonalone środki techniczne, zasobną w obfity materiał faktyczny, mozołnie zdobywany przez legion jej zwolenników. Losów tej walki trudno przewidzieć; palmę zwycięstwa przyszłość dopiero przyzna.

Szereg lat ostatnich wyłonił mnogość odkryć i teorii z zakresu budowy histologicznej ustroju nerwowego. Bez wątpienia, rozrost olbrzymi wiedzy, mającej za zadanie poznanie mechanizmu komórki nerwowej, przyczynił się do wyświetlenia wielu kwestyj ciemnych, lecz zdobycze osiągnięte są zaledwie małą cząstką tego, co kryje się poza zasłoną.

Białaszewicz K. Teoria neuronów. Wszechświat 1905, 24, 241 (23 IV)

Wzorec jednostki mało używanej

Od czasu sporządzenia ostatniego yarda brązowego (przed 60 laty) przekonano się, że sztaby, wyrobione z aliażów miedzi, nie zachowują pierwotnej swej długości z taką dokładnością, jakiej wymagają dzisiejsze potrzeby naukowe. Nowy wzorec wyrobiony jest z aliażu, zawierającego 89,81% platyny i 10,19% irydu. Aliaż ten prawie nie zmienia się pod wpływem zmian temperatury, nie ulega wcale utlenianiu i daje się odpolerować tak dokładnie, że linie, oznaczające końce yarda, mogły być tym razem wykreślone na samej sztabie, zamiast na złotych kółeczkach, jak to czyniono w modelach. W miejscu dawnego przekroju masywnego o boku, równym jednemu calowi, zastosowano, dla większej lekkości, przekrój wycięty (Tresca). Do sprawdzenia długości użyto całego szeregu najdoskonalszych przyrządów pomocniczych, w tej liczbie nowego komparatora mikroskopowego, który ustawiono w specjalnie urządzonej sali pałacu Westminsterskiego.

T. C. Nowy yard wzorcowy. Wszechświat 1905, 24, 286 (7 V)

W nauce jak w polityce

Często zdarza się spotkać z faktem, że ktoś, co widział się zmuszonym ustąpić z zajętego szanica przed zwyciężkim nieprzyjacielem, usiłuje zatuszować poniesioną klęskę i przynajmniej pozornie zachować nadwagę powagę przez poniżenie wroga w oczach ogółu mniej szanującego. Podobne zjawiska spotykamy i w dziejach biologii współczesnej.

Teoretyczni i praktyczni nieprzyjaciele prawdziwej wiedzy, im bardziej tracą grunt pod nogami, tem zuchwalej i głośniej na wsze strony trąbią, że darwinizm, jeżeli jeszcze nie skończył, to przynajmniej leży już na śmiertelnym łożu, z którego nie będzie mu danem się podnieść.

Kilku zoologów i botaników wobec nowych zdobyczy wiedzy spostrzegło tu i ówdzie pewne niedokładności lub braki, albo sceptycznie się wyraziło o pewnych punktach teorii Darwina, zaznaczając, że niektóre poglądy wymagają reformy, uzupełnienia lub dokładnej rewizji, a tymczasem "oni" starają się mówić w ogół, okolicznościowo tylko nauką się zajmując, że nad darwinizmem już i uczeni przyrodnicy kładą krzyżyk, a tylko resztki najzaciętszych szowinistów usiłują bez skutku bronić ostatnich pozycji skazanych nieodzownie na stracenie. I nie można się temu dziwić: gdy prawda wymknęła się z rąk, można podać fałsz w odpowiednich barwach i piórkach, brak dowodów można zagłuszyć krzykiem. Zwykły to zresztą objaw, nie tylko w nauce się trafiający, że wszelkie prądy nowe muszą zawsze przejść przez próbę ogniową, a im z niej wychodzą czystsze, tem bardziej są oczemiane, w miarę zaś rozpowszechniania się ich i wzmagania walka staje się coraz zaciętszą. bo wszechwładne dotychczas żywiły, tracąc grunt pod

nogami, łączą się razem i wchodzą często w sojusze z odwiecznymi swoimi wrogami, byle tylko oprzeć się nowemu niebezpieczeństwu i złamać prąd grożący.

Bykowski L. J. Ewolucja darwinizmu. Wszechświat 1905, 24, 289 (14 V)

Na ratunek stepom

Sławne stepy Czarnomorskie w ostatnim stuleciu znacznie zmieniły swój wygląd naturalny. Dziś są to już przeważnie łąny zbożowe, typowa zaś roślinność stepów w niektórych miejscach została doszczętnie wyniszczona lub też wleczę niedźny żywot na zboczach jarów, przy drogach, na miedzach, walcząc o byt z kosmopolitycznymi chwastami, które szybko rozmnażają się wszędzie obok siedzib ludzkich, wypierając powoli florę pierwotną. Z tego względu ciekawa i jedyna w swoim rodzaju jest próba ochrony roślinności stepowej, jaką przedsięwziął niejaki p. Falz-Fein, właściciel majątku Askania Nowa w powiecie Dnieprzańskim, gubern. Taurydzkiej. Powiat ten położony pomiędzy dolnym Dnieprem a brzegami morza Czarnego i Siwaszu należy do stepowych par excellence. Brak wyniosłości, a zwłaszcza rzek i jarów, gdzie zwyczaj znajduje przytułek inna roślinność, sprawiają, że roślinność stepowa zachowała się tutaj znacznie lepiej, niż w innych miejscowościach Rossji południowej. Pług i kosa jeszcze nie objęły tej krainy w zupełne swe posiadanie, natomiast paszenie wielkiej ilości bydła a zwłaszcza owiec znacznie zmieniło wygląd stepu. Wymieniony właściciel kazal ogrodzić około 1000-a morgów dziewięciu stepu, wyjmując tę przestrzeń z wszelkiej używalności gospodarskiej Dzięki temu roślinność, pozostawiona własnym losom i niczem nie krępowana w swoim rozwoju, może obecnie służyć jako ilustracja pogładowa, jak niegdyś wyglądały stepy. P. Józef Paczowski któremu kilka razy udało się odwiedzić ten zakątek, daje nam w ostatniej swej pracy ciekawy opis jego wyglądu w różnych porach roku (Zarys roślinności powiatu Dnieprzańskiego gubern. Taurydzkiej. Odessa. Zapiski. Nowor. Tow. Przyr. 1904, po rossyjsku). Gęste trawy dochodzą tu do 1/2 m. wysokości. Główną rolę w wyglądzie krajobrazowym stepu grają tutaj trzy gatunki charakterystycznej osetnicy czyli tyrzy (ros. "kowl") (*Stipa pennata*, *S. capillata* i *S. Lessingiana*). Srebrzyste pióropusze ich nasion, zwłaszcza w początkach lata, nadają temu "przestworowi suchego oceanu" nadzwyczaj charakterystyczne piętno.

Zniszczenie pierwotnej szaty roślinnej w stepach wpłynęło znacznie, jak utrzymuje p. Paczowski, na osuszenie się miejscowości. Niektóre zagłębienia wśród stepów tak zwane "pody", przedstawiające dawniej jeziora, albo wyschły prawie zupełnie, albo też znacznie zmalały. Pochodzi to stąd, że dawniej bujna szata roślinna zabezpieczała ziemię przez cały okres wegetacyjny od straty wilgoci a nawet mogła wzbogacać jej zapasy, kondensując ją z powietrza (z mgły, lub rosy); obecnie zaś step pokryty jest bujną roślinnością tylko na wiosnę, później zaś, wskutek koszenia i zamiany stepu w pastwisko, ziemia ogołocona zostaje z szaty; stąd też pochodzi szybka strata wody.

B. H. (Hryniewiecki) Próba zachowania roślinności stepowej. Wszechświat 1905, 24, 303 (14 V)

Mirabilit z Morza Kaspijskiego

Niedawno odbyta pod kierunkiem Spindlera wyprawa zbadała zatokę Kara-bughaz, stanowiącą, jak wiadomo, część morza Kaspijskiego. Zatoka, której dno pokryte jest grubą warstwą prawie czystej soli epsomskiej (mirabilitu), posiada powierzchnię 7080 ang. mil kwadr., głębokość jej wynosi zaledwie 34 do 36 stóp. Dwa wązkie piaszczyste półwyspy odcinają prawie całkowicie Kara-bughaz od morza: kanał bowiem łączący wynosi zaledwie 76 sążni. Przez ten kanał woda morska ciągle napływa do zatoki, gdzie ulega parowaniu, wynoszącemu rocznie 3,2 stopy. Z morza do zatoki przybywa rocznie 18 do 33 km³, ale wskutek parowania słoność wody wzrasta w tym okresie czasu o 16,3%. Stąd powstają bogate pokłady gipsu i mirabilitu (ten ostatni przedstawia dużą wartość handlową). Obliczono, że warstwa mirabilitu pokrywa przestrzeń, wynoszącą 1300 mil kwadr., a grubości jej wynosi najmniej 7 stóp. Z powodu wązkości zatoki wydobywanie soli zapomocą odpowiednich maszyn nie przedstawia wielkich trudności.

L. H. (Hryniewiecki) Pokłady soli w morzu Kaspijskim. Wszechświat 1905, 24, 304 (14 V)

Środowisko zmienia społeczeństwa

Zmiana warunków powoduje też zmiany i w społeczeństwach ludzkich i zmienia je duchowo i fizycznie. Przykładu w tym wzglę-

dzie może nam dostarczyć Islandya. Od roku 801, gdy rozbójnik morski norweski Nadodd odkrył tę wyspę, szły powoli, ale stałe kolonie skandynawskie do nowej ziemi, gdzie warunki geograficzne i łagodniejszy klimat sprzyjały rozwojowi i wzrostowi mieszkańców. Osady rosły, dosięgły wysokiej kultury i bogactwa, duchowo i cielesnie prześcignęły pozostałych w dawnej ojczyźnie. Ale od początku XIV stulecia rozpoczyna się szereg strasznych klęsk żywiołowych, które z czasem zniszczyły dobrobyt, bogactwo i kulturę nieszczęśliwych mieszkańców. Straszne wybuchy wulkaniczne, pomór i zarazy, głód i napady barbarzyńców zdziesiątkowały Islandczyków. Obok tego warunki klimatyczne uległy zmianie na niekorzyść, znikły lasy, uprawa roli upadła, ludność przeszła do stanu pasterskiego i rybołówstwa. Ta zmiana warunków znów wpłynęła na ludność, wykształciła nowy typ rasy skandynawskiej, niższy tak fizycznie jak i umysłowo od pobratymców z łądu stałego, przekazując stałe swe cechy z pokolenia na pokolenie.

W podobny sposób skutek działania warunków wytworzył się typ Yankesów Ameryki północnej jako odrębny szczep Anglososów, który, choć stałe utrzymywał i utrzymuje stosunki z metropolią, jednak zmienił się w tym niedługim okresie w rasę o wybitnych swoistych cechach duchowych i cielesnych, naginającą się już obecnie do typu autochtonów Ameryki północnej. Podobnie zmienił się przywiezieni zrazu jako niewolnicy Murzyni afrykańscy: w zetknięciu z innymi żywiołami stworzyli odrębny szczep, utworzyli nawet osobne państwa republikańskie, gdy w swej pierwotnej ojczyźnie pozostali na niższym stopniu rozwoju społecznego, nie wiele podnosząc się ze swego stanu dzikości i barbarzyństwa.

Bykowski J.L. Walka o byt w przyrodzie i społeczeństwie. Wszechświat 1905, 24, 346 (4 VI)

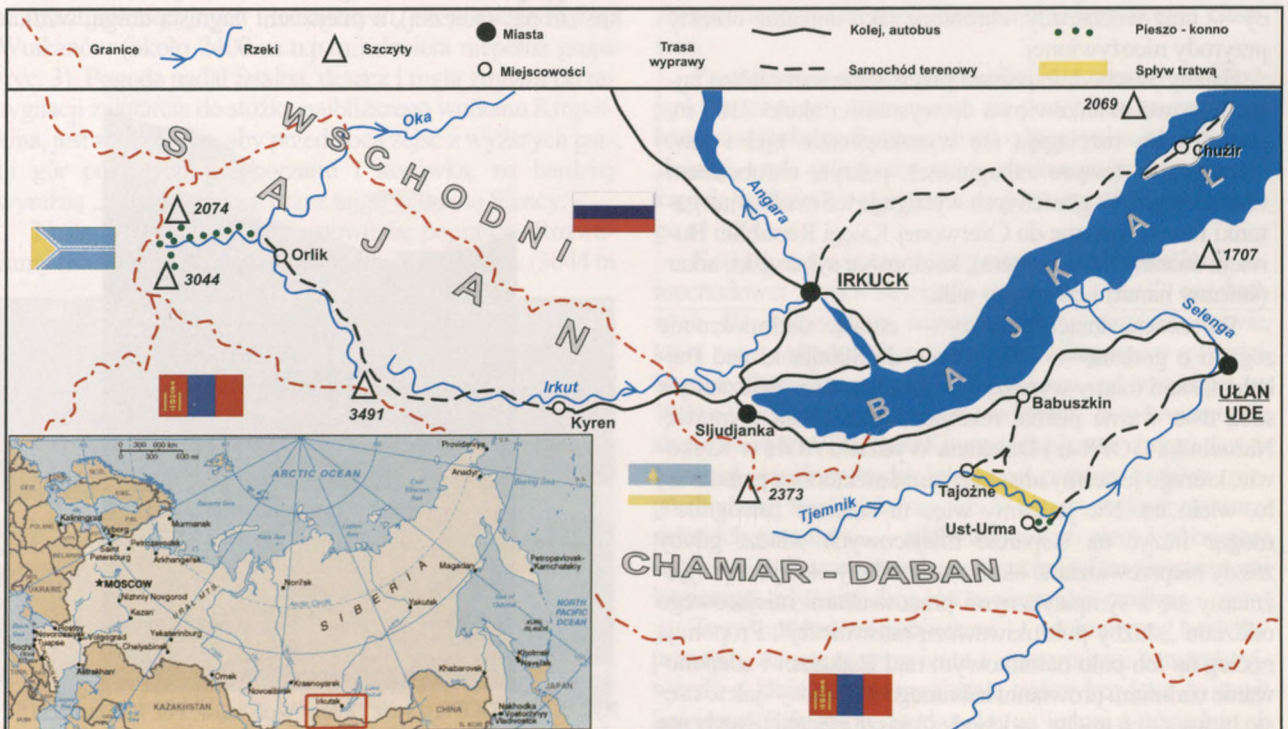
oprac. Jerzy G. Vetulani (Kraków)

WSPOMNIENIA Z PODRÓŻY

Pieszko, konno i na tratwie przez Sajany i Chamar-Daban

Tkwi to gdzieś głęboko w podświadomości — „urwać się od cywilizowanego dostatku”, przynajmniej na kilka tygodni w niezdeptane królestwo surowej przyrody. Jedziemy w trójkę, przed nami ponad 7 tysięcy kilometrów pociągiem — a później, czym się da — aby dotrzeć do pasm górskich południowo-zachodniej Buriacji, ciągnących się wzdłuż pogranicza z Mongolią (ryc. 1). Jest sporo czasu, aby przestudiować jeszcze raz planowane trasy i stopniowo integrować się zarówno wzajemnie, jak i z otoczeniem, uzupełniając także „szkolne” braki językowe. Możliwości takich nie daje przelot samolotem.

Skład naszej „szcuplej” grupy ustalił się niedługo przed wyjazdem — w drugiej połowie lipca 2002 roku — kiedy zawiedli niektórzy podobno „pewni” jego uczestnicy. Wszyscy jesteśmy geologami ze znacznym stażem terenowo-turystycznym, a jeden z nas jest czynnym „goprowcem”. Symboliczne młotki geologiczne nie jadą z nami w plecakach, mamy natomiast niezbędne narzędzia do budowy tratwy. Spływ po rzece Tjemnik w górach Chamar-Daban ma być „gwoździem” programu wyprawy, ale przedtem chcemy zaliczyć przynajmniej Dolinę Wulkanów i źródła wód geotermalnych (zбочzenie zawodowe) w Sajanie Wschodnim, na pograniczu z Tuwą, aby nacieszyć się górami i zrzucić nieco kalorii.



Ryc.1. Szkic trasy wyprawy

Ostatni etap ma być „ulgowy”, dwóch z nas nie było dotąd nad Bajkałem, a więc chcą zwiedzić przynajmniej południowo-zachodnie brzegi „Morza Syberii”, gdyż ich długość przekracza 2000 km, a także jego największą wyspę — Olchon (ryc. 1).

Sajan Wschodni ciągnie się na przestrzeni ponad 1000 km, w dorzeczu górnego Jeniseju i jego największego dopływu — Angary, rzeki wypływającej z Bajkału. Główne pasmo, południowe (Sajan Wysoki) z kulminacjami ponad 3000 m n.p.m. (najwyższy szczyt Munku Sardyk — 3492 m n.p.m.), w górnym dorzeczu Irkutu i Oki (dopływy Angary), cechuje alpejski typ rzeźby: zębate turnie osłaniające niewielkie lodowce, piargi i urwiska oraz rzeki głęboko wcięte w rozległe, trudne do przebycia, bagniste płaskowyże na wysokościach ponad 2000 m, w czym ujawnia się obecność wszechwładnej tu wiecznej zmarzliny. Góry te bowiem, leżące prawie w centrum kontynentu azjatyckiego, cechuje surowy klimat z amplitudą temperatur przekraczającą 80°C w ciągu roku. Lato jest zwykle ciepłe, ale krótkie, niekiedy z opadami śniegu. Południowo-wschodnie zbocza gór przylegają do kotliny jeziora Chubsugul (Mongolia) i Doliny Tunkińskiej — zapadlisk tektonicznych — tworzących południowo-zachodnie przedłużenie bajkałskiego systemu ryftowego.

Trzon Sajanu Wschodniego budują prekambryjskie (silnie zmetamorfizowane) formacje skalne i intruzje granitowe. Mniej rozpowszechnione są morskie i lądowe skały osadowe, wieku od kambru po trzeciorzęd. Najbardziej intensywne wypiętrzanie tych gór rozpoczęło się w młodszym kenozoiku. Powstały wtedy główne uskoki tektoniczne — dyslokujące m.in. zachowane fragmenty starszej penepłeny — wylewy law bazaltowych i źródła wód termalnych.

Czwartorzędowe stożki wulkaniczne, źródła rzadkich i cennych wód mineralnych (ciepłych i gorących) — m.in. w Arszan, Niłowej Pustelni, dolinach rzek Szumak i Sienicy — oraz wodospady, chronione jako unikalne obiekty przyrody nieożywionej.

Sajany Wschodnie porasta przeważnie sucholubna tajga limbowo-modrzewiowa do wysokości około 2100 m, ponad którą rozciągają się wysokogórskie łąki i tzw. „białogórza” (często zabagnione), pokryte chrobotkiem reniferowym. W górach tych występują też rzadkie już gatunki fauny, wpisane do Czerwonej Księgi Republiki Buriacji: śnieżny bars (pantera), koziorożec syberyjski, arkar (śnieżny baran) i czerwony wilk.

Po sześciu dniach podróży — cofając siedmiokrotnie zegarki o godzinę — dojeżdżamy do Sludjanki nad Bajkałem, skąd mamy wyruszyć w dorzecze Oki. Wieziemy z sobą dwa ważne pisma, rekomendujące naszą wyprawę: Naczelnika GOPR-u i Dziekana Wydziału AGH w Krakowie, którego jesteśmy absolwentami, niektórzy z przed wielu, wielu lat. Nie jesteśmy więc tu całkiem „incognito”, mogąc liczyć na wsparcie miejscowych władz, gdyby zaszły nieprzewidziane okoliczności. Przy okazji, zaprzyjaźniamy się z sympatycznymi pracownikami miejscowego oddziału „służby poszukiwawczo-ratowniczej”. Proponują nocleg na ich polu namiotowym nad Bajkałem i zdeponowanie nadmiaru prowiantu zabranego z Polski — jak to często bywa — co trochę „odchudza” nasze plecaki. Każdy ma

ich dwa: duży i mniejszy (z przodu), pomimo tego nadal kwalifikujemy się do kategorii „wielbłądów”.



Ryc. 2. Rzeka Sienca, pierwsza zdobycz. Fot. J.Kuśmierek

Jednodniowy pobyt w Sludjance — miasteczku 30 tys., którego nazwa pochodzi od złóż „sljudy” (miki), wydobywanej tu do lat 70-tych, wykorzystujemy zwiedzając m.in. prywatne muzeum mineralogiczne Walerego Żygałowa, z imponującym zbiorem okazów z różnych stron Syberii, w tym tafli miki prawie metrowej średnicy.

Nazajutrz przed świtem rozpoczynamy drugi etap podróży, chcąc dotrzeć do wioski Orlik nad Oką, odległej o około 400 km, do której prowadzi jedyna droga w głąb gór doliną Irkutu, a za przełęczą Nuchu (2045 m) doliną Oki. Od miejscowości Mondy (280 km) — przejście graniczne z Mongolią dla autochtonów — prowadzi droga dostępna tylko dla samochodów terenowych. Autobus (z napędem terenowym) kursuje tylko dwa razy w tygodniu. Ma być podobno następnego dnia, ale nie czekamy dojeżdżając innym autobusem do Kyrenu, a następnie autostopem, przygodnym UAZ-em, nawet za Orlik do Szasnuru (kilka pasterskich chałup), gdzie zanika droga. Przed nami jeszcze około 50 km „tropą” (ścieżką), a miejscami bagnistą drogą, wzdłuż



Ryc. 3. Nasz GOPR u wrót Doliny Wulkanów. Fot. K. Płachecki

malowniczej doliny Siency (dopływu Oki) do źródeł termalnych Chajto-goł, w pobliżu których planujemy założyć bazę wypadową w wyższe partie gór. Prowiant możliwy do upchania w plecakach wystarczy tylko na tydzień do czasu odjazdu autobusu powrotnego z Orlika, co obliguje do nużącego pośpiechu.

Następnego dnia człapiemy w deszczu około 15 km, tempo nie najlepsze ze względu na pogodę i ciężar plecaków, które mogą, jak przypuszczamy, ważyć razem około 90 kg. Rozbijamy się nad rzeką (ryc. 2) niedaleko od kilku szałasów pasterskich (tzw. letnika). Tubyłcy niezbyt chętnie godzą się na wynajęcie przynajmniej jednego konia jucznego, który ma nazajutrz transportować nasze plecaki do Chajto-goł. Nasza grupa powiększa się więc o horse-mana, Tuwińca o opryskliwym usposobieniu — rzadkim wśród autochtonów, którego wspominamy niezbyt mile. Uwolnieni od ciężkich plecaków pokonujemy przy upalnej pogodzie prawie 30 km, zatrzymując się na krótki odpoczynek w obozowisku geologów rosyjskich. Czestują nas wymienią herbatą i terenowymi kanapkami, przy okazji zerkamy z ciekawością na sporządzone przez nich mapy geologiczne, nie jest to łatwy teren do badań. Po południu docieramy do górnego dorzecza Siency, rozbijając się nad rzeką w pobliżu ścieżki wiodącej na Pik Topografów. Posiadamy mapę turystyczną okińskiego rejonu Sajanów w skali 1:200000, niezmiernie przydatną i szczegółową jak na bezkresne obszary Syberii, kupioną okazyjnie kilka lat wcześniej w Irkucku.

Nadchodząca w nocy burza zwiastuje kolejną zmianę pogody. Rano początkowo nie pada, pełni złudnych nadziei wyruszamy do Doliny Wulkanów, oddalonej około 16 km od obozowiska, które zostawiamy pod opieką duchów górskich, chowając w chaszczach najbardziej drocenne rzeczy. Do ciepłych źródeł docieramy już przemoczni, usiłując przeczekać ulewę w prymitywnych domkach, wykorzystywanych przez autochtonów i nielicznych turystów, w celach rekreacyjnych i leczniczych. Na przełęcz Doliny Wulkanów (około 2400 m n.p.m.) dociera niepełna grupa (ryc. 3). Pogoda nadal fatalna, deszcz i mgła zmusza do rezygnacji z dotarcia do stożka najbliższego wulkanu Kropotkina, jest zbyt daleko, aby przed nocą zejść z wyższych partii gór pokrytych gołoborzami i kosówką, na bardziej wyraźną „tropę” wiodącą przez tajgę w dolinę Siency.

Następnego dnia pogoda znowu się poprawia. Rozważamy możliwość wdrapania się na Pik Topografów (3044 m



Ryc. 4. Przymusowe mycie nóg (może być w butach). Fot. J. Kuśmierk

n.p.m.), leżący na granicy z Tuwą, około 20 km od obozu, ale też około 1600 m powyżej jego położenia. Trochę za daleko i wysoko na jednodniowy wypad. Postanawiamy zatem przeprowadzić najpierw rekonesans trasy pod kątem możliwości przeniesienia obozowiska bliżej szczytu. Niestety, już na pierwszej przeprawie przez burzliwy nurt Siency, trafia się kontuzja kolana wskutek spłoszenia się konia przegodnych Buriatów, którzy chcieli nam ułatwić sforsowanie rzeki wierzchem. Po trzech godzinach marszu musimy zrezygnować, trasa jest zbyt uciążliwa dla niesprawnej nogi. Nie pozostaje nam nic innego jak powrót do Orlika — żałujemy, gdyż pogoda się wyklarowała, a góry są przecudne.



Ryc. 5. Nie ma to jak w siodle, dolina Oki. Fot. A. Marcinkowski

Następnego dnia udaje się nam wynająć dwa konie, jeden dla poszkodowanego i drugi juczny do transportu plecaków, którymi opiekuje się Buda, młody i wesoły Buriat. U przeprawy przez kolejny dopływ Siency spotykamy grupę turystów rosyjskich (ryc. 4). Nazajutrz, od letnika — gdzie dostajemy dodatkowego mustanga — wszyscy podróżują w siodle, jest super, gdy dojeżdżamy do rozległych teras u zbiegu Siency i Oki (ryc. 5), można tu bezpiecznie kłusować.

Po przenocowaniu w pobliżu Orlika wracamy do Słudjanki autobusem, zatrzymując się powtórnie na nocleg w bazie ratowników. Robimy dzień odpoczynku, zakończony „banią”, czyli syberyjską sauną (funkcjonującą w bazie) i kąpielą w Bajkale, wyjątkowo ciepłym tego lata, przy brzegu aż 12°C.

Kolejny etap wyprawy zaczynamy od zakupu w bazie samochodowej dwóch dętek do ciężarówki „ural”, niezbędnych dla zapewnienia odpowiedniej wyporności tratwie, którą mamy zbudować, a także kilku kilogramów gwoździ. Skąd te niezwykle pomysły? Jeden z nas, już wcześniej (w 1999 r.) zaliczył sływ z grupą studentów, na własnoręcznie zbudowanej tratwie, rzeką Kirengą (dopływem Leny). Jest to najmniej uciążliwy środek lokomocji, poprzez bezkres, „nieprzechodimój tajgi”, jak mawiają Sybiracy, wykorzystywany przez ich przodków — zdobywców tych ziem i późniejsze wyprawy badawcze, przed upowszechnieniem się transportu lotniczego, gdyż sieć dróg jest tu niezwykle rzadka.

Znowu nadmiernie objuczeni — odebranych z bazy depozytem, zakupami prowiantu i „materiałami konstrukcyjnymi” — dojeżdżamy magistralą transsyberyjską do stacji kolejowej Babuszkin. Stąd, tylko na jednej z posiadanych map zaznaczona jest samotna droga na południe, kończąca

się w osadzie Tajożnyj, odległej o około 90 km. Przecina ona, porośnięte gęsto pierwotną tajgą północne pasma gór Chamar-Daban, dostępne w zasadzie tylko od pobrzeża Bajkału.



Ryc. 6. Zamierzenia ambitne, a narzędzia amatorskie (budowa tratwy). Fot. A.Marcinkowski

Łańcuch górski Chamar-Dabanu, rozciągający się pomiędzy dolinami Irkutu i Selengi (ryc. 1), składa się z czterech równoległych grzbietów ze skalistymi gólcami, wznoszącymi się ponad „morzem tajgi”, m.in.: Bajszynt-Uła (2995 m n.p.m.), Chanuła (2371 m n.p.m.), Rossocha (2152 m n.p.m.), Pik Czerskiego (Čerskiego — 2090 m n.p.m.). Północne stoki — pokryte rumowiskami skalnymi, a często głazami kilkumetrowej wielkości — opadają stromymi stopniami ku brzegom Bajkału. Kuesty te nawiązują do równoleżnikowego systemu uskoków, wzdłuż których występują źródła wód mineralnych i termalnych, a także olbrzymie wodospady, chronione jako pomniki przyrody. Południowe stoki są łagodne, płyciej rozcięte przez erozję i mniej zalesione. W rzeźbie tych gór zachowały się ślady starej penepłeny oraz zlodowceń w postaci cyrków i dolin polodowcowych. Wyższe partie porasta kosówka limbowa (tzw. „stłannik”), nad którą rozciąga się tundra wysokogórska „upstrzona” licznymi jeziorami polodowcowymi.

Świat zwierząt i roślin Chamar-Dabanu jest mieszaniną form: syberyjskich, mongolskich i wysokogórskich. Do rzadkich, chronionych okazów fauny, należy południowa populacja dzikich reniferów, manuł (dziki kot), lis korsak oraz orzeł długoogoniasty. Tajgę przybajkalską cechuje wielowarstwowa struktura i bogate runo, w tym borówka bagienna, porzeczek czarna i czerwona, brusznica oraz wiele roślin leczniczych — m.in. złoty korzeń i kurylski czaj.

Według mapy w Tajożnym znajduje się „Leschoz Tjernnik” (zakłady drzewne), co ma urealnić nasze plany. Tylko jak się tam dostać? — rozpytujemy się mieszkańców — sporadycznie jeżdżą w tym kierunku ciężarówkami transportujące drewno z tajgi. Ratują nas dwaj emerytowani milicjanci, jeden przynajmniej na lekkiej „bani”, wspomina o polskich korzeniach swojej rodziny, a ponadto dla nich to okazja. Do prywatnej Niwy upychamy się z plecakami, a nasi „dobroczyńcy” wrzucają siekiere, buty gumowe i kilka flaszek (na zapas), widzimy więc, że nie będzie łatwo. Nad Tjernnik docieramy o drugiej w nocy, po ośmiu godzinach jazdy, błędząc kilkakrotnie i cudem forsując powalone drze-

wa i błotniste grzędzawiska wąskich leśnych duktów blokujących gałęziami karoserię samochodu.

Rano dowiadujemy się, że „Leschozu” już nie ma — notabene budowali go polscy zesłańcy w czasie II wojny światowej — sklepu również, proponują nam sprzedaż mąki lub prosiaka. Jesteśmy poniekąd w pułapce, gdyż rzeka w tym miejscu nie jest spławna, być może tylko dla kajakarzy górskich. Człapiemy więc wzdłuż jej brzegu parę kilometrów, wypatrując głębszego nurtu. Musimy w końcu zaryzykować, gdyż do najbliższej osady z drogą kołową jest około 60 km.



Ryc. 7. Spływ Tjernnikiem, czasami mniej niż stopa wody pod „kilem”. Fot. A.Marcinkowski

Półtora dnia schodzi nam przy budowie tratwy z limbowych (kiedrowych) i modrzewiowych belek, gdyż mamy tylko toperek i piłkę jednoręczną. Najbardziej dokuczają nam moskity (meszki syberyjskie), pomimo upału musimy być zapięci na ostatni guzik (ryc. 6). Drugiego dnia pod wieczór wodujemy, upychając stos bagaży w nieprzemakalne worki obwiązane taśmą, wiążemy linę holowniczą i wycinamy drągi do popychania. Nasza „łajba” nie przypomina nawet ubogiej siostry-tratwy z Kirengi, ale płyniemy. Na najbliższym bystrzu łamie się koniec wiosła sterowego i mamy już pierwszą kolizję z pniem drzewa zwalonego do rzeki. Są to bardziej zdradliwe pułapki od progów skalnych, których szum ostrzega wcześniej przy pokonywaniu ostrych zakoli rzeki przedzierającej się przez kolejne pasma wzgórz.

Na pierwszym biwaku, rozbitym na dużej wyspie, wzmacniamy osadzenie wiosła sterowego i dętek, dopompując powietrze i sprawdzając czy nie wykazują śladów przetarcia, zależy od nich nasza „pływalność”. Południowe stoki Chamar-Dabanu cechuje kilkakrotnie mniejsza ilość opadów, niż północnych. Zmienia się też krajobraz, góry porasta rzednąca tajga (tzw. świetlista) przechodząca w lasostep, charakterystyczny dla Zabajkala.

Pogoda cały czas jest upalna. Płyniemy już dwa dni, stopniowo nabierając wprawę w pokonywaniu mielzin (ryc.7) i bystrzy, gdzie tratwę klinującą się pomiędzy głazami zalewają strugi wody, a część załogi pławi się w rzece ratując przed kontuzją. Pojawia się coraz więcej odcinków koryta o kilkumetrowej głębokości, gdzie rzeka zwalnia swój nurt i wtedy spławiamy się „bosko”, obserwując bezludne, malownicze brzegi Tjernnika i kryształowo czystą wodę. Co prawda nasze członki pokrywają liczne zadrapania maskowane stopniowo przez opaleniznę, a worki chroniące plecaki są w wielu miejscach rozdarte. Pełny relaks

mamy na kolejnych obozowiskach, kapiemy się i przyrządzamy na różne sposoby złowione ryby.

Trzeciego dnia pojawiają się ślady cywilizacji, krowy obok zabudowań fermy hodowlanej, a nieco dalej most. Ze zdumieniem obserwują nas wędkujący Rosjanie — nie wierzą, że spływamy z Tajożnego — wołają, abyśmy przybili do brzegu i wypili z nimi po „stakanie”, oczywiście wódki. Ale naszą łajbę, ważącą ponad 400 kg, trudno wyhamować na bystrym nurcie, płyniemy więc dalej, być może przegapiając dobrą okazję do zawarcia interesujących znajomości.

Następnego dnia mamy spłynąć jeszcze 35 km, aby znaleźć się na nizinnych stepach rozciągających się przy ujściu Tjemnika do Selengi, gdzie zamierzamy zakończyć naszą wodną przygodę. Niestety rzeka nadal jest zdradliwa, już na początku dwie przymusowe kąpiele, aby uniknąć „zmiczenia” z tratwy przez konary powalonych drzew. Najgorsze zdarza się w południe — przypuszczalnie na przedostatnim meandrze górskiego odcinka rzeki — wpadamy na olbrzymi pień drzewa przegradzający najgłębszą część koryta. Nurt wody przyciska tratwę do przeszkody, zwiększając jej przechył. Część bagaży jest już pod wodą, pławiąc się po sztylu udaje nam się je uratować, wynosząc na brzeg. Oswobodzona tratwa przewraca się na grzbiet. Próbujemy ją odwrócić na pobliskiej płyciźnie, przekracza to jednak nasze siły. Odzyskujemy tylko dętki, linę i taśmy — koniec niebezpiecznej, ale jakże fascynującej przygody.

Znowu zamieniamy się w juczne wielbłądy. Według mapy do najbliższej wioski Ust-Urmy jest nie więcej niż 10 km. Z dużym trudem przedzieramy się przez gąszcza upiornych, zabagnionych chaszczy, nazwanych tu urmanami. Miejscami zmuszeni jesteśmy wlec plecaki po ziemi, rozjużając chmury krwiożerczych moskitów.

Docierając do celu, w ponad czterdziestostopniowym upale, szukamy najpierw cienia i picia, a następnie oceniamy możliwości wydostania się na drogę Kiachta (przejście drogowe z Mongolii) — Ułan-Ude. Wartujemy przy wiejskiej drodze do zmroku — żadnego pojazdu — sącząc dwulitrowe butelki „Oczakowa”. Towarzyszy nam sympatyczna łąjka i lustracyjne spojrzenia mieszkańców — turystów tu nie widywano. Udaje się nam dopiero następnego dnia; jedziemy złapanym „UAZ-em” kilkadziesiąt kilometrów przez upalne stepy Zabajkała. Zatrzymujemy się na papierosa u granic kołchozu hodującego owce (ryc. 8) — czas przemian biegnie tu wolniej.

Na Syberii również przestrzeń „mierzy się czasem” — nie doceniliśmy tego w naszych zbyt ambitnych zamierzeniach. Stąd wyprawa — jednego z nas już szóstą z kolei za Ural — była najbardziej „pechowa”, ale pełna mocnych wrażeń. Niektórym wystarcza przeżyć je jeden raz, ale mamy nadzieję, że nie jest on dla nas ostatni. Niemniej przestrogi pozostają. Spływ tratwą — tak, ale nie po burzliwych górskich rzekach — „zatopienia” trafiały się też innym prawom, dlatego nie zalecamy tego środka lokomocji.

Nasuwa się też ogólna refleksja, nawet najlepiej przemyślana logistyka syberyjskich wędrowek zmienia się w ich pełną improwizację lub „podróż w nieznanie”, w której ważne jest samozaparcie i hart ducha.

Dalsza część trasy, wybrzeżami Bajkału (ryc. 1) mieściła się w typowych standardach turystycznych. Najciekawsze etapy, to: sanktuarium buddyjskie w Iwołgińsku (naj-

większe w Federacji Rosyjskiej), Muzeum Bajkału przy Instytucie Limnologicznym Syberyjskiego Oddziału RAN w Listwiance oraz pobyt na wyspie Olchon. Tę ostatnią wyprawę — służbowym samochodem terenowym z kierowcą i opiekunem, sympatycznym Olegiem, oraz zabranymi przez niego specjalami kuchni syberyjskiej — zafundowali nam szefowie Służby Poszukiwawczo-Ratowniczej „Obłasti” Irkuckiej (dwa razy większej od Polski). Jednak coś pozostało z dawnej gościnności słowiańskiej. Niezapomniane wspomnienia, ale w pamięci utkwiły nam najbardziej przeżyte wcześniej przygody.



Ryc. 8. U bram kołchozu „cofnięci w czasie”. Fot. A. Marcinkowski

I na koniec, „pogranicznik” w Brześciu Białoruskim denominował się nie mogąc ustalić miejsc naszego pobytu — na szczęście tajga nie ma jeszcze adresu!

Jan Kuśmierzek (Kraków), Artur Marcinkowski (Sanok) i Kazimierz Płachecki (Cieszyn)

W drodze nad wodospady Wiktorii

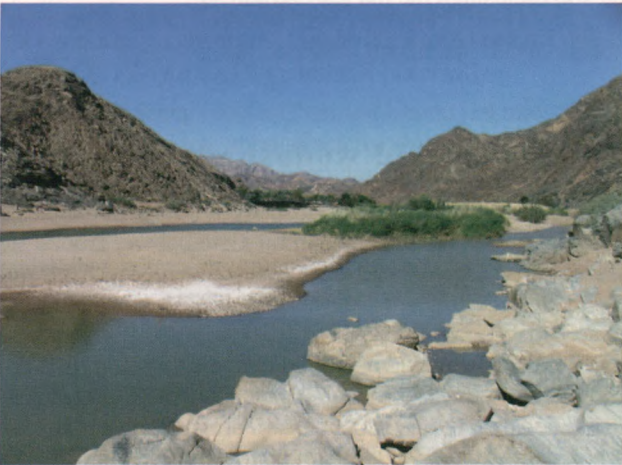
Pomysł wyprawy nad wodospady Wiktorii, położone na rzece Zambezi, na granicy Zambii i Zimbabwe, zrodził się jeszcze w Polsce, gdy jeden z naszych znajomych powiedział: „Jeśli będziecie w Afryce, to musicie koniecznie pojechać nad Wodospady Wiktorii! To najpiękniejsze miejsce na Ziemi!” Uwierzyłem mu, bo człowiek wiele zwiedził i był niemal we wszystkich zakątkach świata. Problem jednak polegał na tym, że dotarcie tam drogą lądową wiąże się z pokonaniem niemal 3000 km po bezdrożach południowej części Afryki. Przejazd tej odległości w pojedynkę, w dość surowym i nieprzychylnym Europejczykowi klimacie, wydawał nam się nieco ryzykowny. Po przybyciu do RPA postanowiliśmy poszukać amatorów afrykańskich wypraw, którzy ochoczo podjęliby wyzwanie. Wbrew pozorom nie było to takie łatwe. Część naszych znajomych była już nad Zambezi, a pozostali zasłaniali się obowiązkami i niemożnością oderwania od nich na okres 3 tygodni. Dopiero nasi węgierscy przyjaciele, Zoltan i Maria, utwierdzili nas w

przekonaniu, że jednak wodospady Wiktorii leżą w naszym zasięgu! Organizację wyprawy zaczęliśmy wspólnie około 6 miesięcy przed terminem wyjazdu. Zgodnie przyjęliśmy, że powinno to być co najmniej safari naszego życia, więc trasa powinna zawierać możliwie jak najwięcej atrakcji. Droga miała zatem wieść z RPA przez Namibię, urywek Botswany i Zambię, natomiast powrót zaplanowaliśmy jedynie przez Botswanę, tym samym unikając Zimbabwe, którego sytuacja polityczna nieco nas wystraszyła.

Wyruszyliśmy z Kapsztadu drogą na północ, wzdłuż zachodnich wybrzeży RPA, a pierwszym noclegiem miała być osada Ai-Ais — uzdrowisko w dolinie rzeki Fish. Po przekroczeniu granicy z Namibią w Noordoewer, musieliśmy pokonać około 120 km, aby dotrzeć na miejsce, z czego 2/3 trasy przebyliśmy po drogach szutrowych. Warto zaznaczyć, że większość dróg Namibii to szutrówki, które na pozór tylko wydają się być nieprzystosowane dla samochodów salonowych. Wszystkie są bowiem świetnie utrzymane i jazda nimi to prawdziwa frajda, pod warunkiem, że wskaźówka szybkościomierza nie przekracza bezpiecznej granicy 80 km/h.



Ryc. 1. Góra Elena na drodze do Ai-Ais, Namibia



Ryc. 2. Dolina rzeki Fish w Ai-Ais, Namibia. Fot. Zoltan Kormany

Droga do Ai-Ais prowadzi przez wzniesienia Amiberg, po czym krajobraz przechodzi w bardziej górzysty (ryc. 1). Był to dla nas początek cudownego, ale jakże surowego krajobrazu południa Namibii. Ai-Ais w języku ludu Nama to „oparzenie gorącym” i rzeczywiście można się tam poparzyć. Woda z tryskających w Ai-Ais gorących źródeł ma temperaturę powyżej 60°C. Samo miejsce jest urocze! Wje-

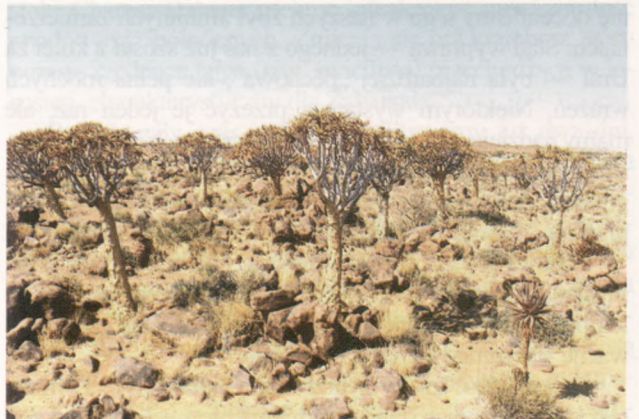
żdżając do Ai-Ais trudno było przypuszczać, że kanion rzeki Fish jest trzecim co do wielkości kanionem na świecie i piekielnie gorącym w porze letniej. Okolica jest zupełną pustką, wszędzie unoszą się tumany kurzu i jak okiem sięgnąć dookoła skaliste wzgórza. Jednak pośrodku tego pustkowiecia wyłania się soczystozielona oaza doliny Fish (ryc. 2).

Kanion rzeki Fish można oglądać w pełnej krasie z punktów widokowych w Hobas, niecałe 70 km na północ od Ai-Ais. Widok zapiera dech w piersiach, gdy patrzy się w dolinę, której głębokość sięga 550 m. Szacuje się, że kanion powstał przez około 500 milionów lat w wyniku erozji i równoczesnego opadania dna doliny masywu Koubis za sprawą ruchów skorupy ziemskiej (ryc. 3).



Ryc. 3. Kanion rzeki Fish w pobliżu Hobas, Namibia

Z Ai-Ais ruszamy przez Keetmanshoop nad zapórą Hardap. Jest to największy sztuczny zbiornik Namibii wybudowany na rzece Fish około 500 km w górę rzeki. To prawdziwy raj dla wędkarzy i amatorów sportów wodnych. Droga do Hardap wiedzie wzdłuż pasma Karasberg z najwyższym szczytem Schroffenstein, sięgającym 2202 m n. p. m. W pobliżu Keetmanshoop zbaczamy nieco z drogi, aby podziwiać unikalne zbiorowisko aloesów gatunku *Aloe dichotoma*. W tym miejscu tworzą one niemalże las na bazaltowych skałach Keetmanshoop (ryc. 4). *A. dichotoma* jest typowym „drzewem” południa Namibii. Dorasta do 9 m wysokości, a średnica u podstawy pnia może przekraczać 1 m. Rośliny zakorzenione są w ciemnobrązowych bazaltach, które podczas długiego, gorącego lata odbierają nadmiar ciepła. *A. dichotoma* nazywa się „kokerboom”, czyli drzewem kołczanowym (afrikaans: *kokerboom* — kołczan). Ludy San i



Ryc. 4. Las aloesów w pobliżu Keetmanshoop, Namibia

Hottentot wykorzystywały gąbczaste konary i pnie aloesów właśnie do wyrobu kołczanów.

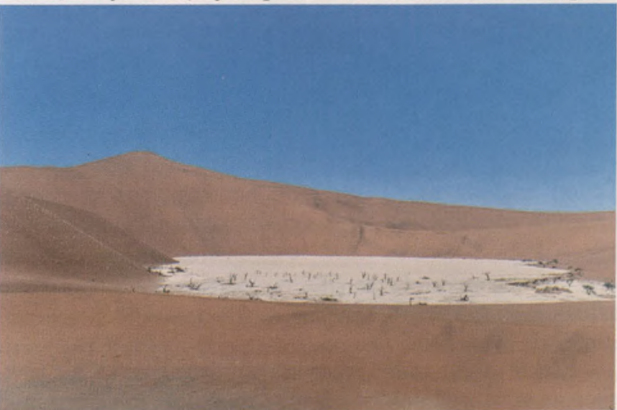
Nieco dalej od „lasu aloesów” trafiamy w obszar bazaltowego rumoszu nazwanego tutaj Giants Playground (plac zabaw dla gigantów). Formacje skalne same nasuwają na język taką nazwę, gdyż układ ogromnych, bazaltowych bloków do złudzenia przypomina klocki, zręcznie ułożone przez dziecko. Aż trudno uwierzyć, że nikt naturze nie pomagał w jej powolnej pracy (Fot. 5).



Ryc. 5. Formacje bazaltowe Giant Playground w pobliżu Keetmanshoop, Namibia

Kamping nad zaporą Hardap opuściliśmy wczesnym rankiem udając się na zachód w kierunku Sesriem, położonego na granicy Parku Narodowego Namib-Naukluft. Jak się później okazało, Sesriem stało się dla nas wrotami to zupełnie innego świata. Z kamienistego krajobrazu u stóp Tsarisberg przeszliśmy doliną rzeki Tsauchab do świata piasku, wiatru i palącego słońca. Wkroczyliśmy w krajobraz cudownych wydym, których kształt i kolor zaparł nam dech w piersiach.

Nazwa Sesriem pochodzi z połączenia dwóch słów z języka afrikaans: *ses* — sześć i *riem* — rzemień, lejce. Rzeka Tsauchab, która nie zawsze niesie ze sobą wodę, tworzy w tym miejscu kanion o głębokości do 30 metrów. Podróżujący tędy osadnicy czerpali wodę z dna kanionu opuszczając wiadra na związanych ze sobą sześciu rzemieniach lub lejcach. Obecnie woda w rzece Tsauchab pojawia się sporadycznie, zwykle po obfitych opadach deszczu i wlewa się do zbiornika Sossusvlei. Dzięki temu dno Sossusvlei tętni życiem (bujnie porośnięte *Acacia erioloba*), pod-



Ryc. 6. Wyschnięty zbiornik Deadvlei w Sesriem, Namibia

czas gdy dno drugiego zbiornika — Deadvlei jest zupełnie martwe (ryc. 6 i 7).



Ryc. 7. Dno zbiornika Deadvlei, Sesriem, Namibia. Fot. Zoltan Kormany

Wydmy Sesriem utworzone zostały przez systematyczne nanoszenie piasku z wybrzeża Namibii i obecnie są największymi tego typu formacjami na świecie. Ich wysokość dochodzi nawet do 300 metrów! Kolor wydym jest niemal czerwony w blasku wschodzącego i zachodzącego słońca za sprawą sporej zawartości tlenku żelaza. Swoisty klimat tej części Namibii jest kształtowany przez zimny prąd Benguelski. Różnice ciśnień powietrza pomiędzy oceanem i lądem wymuszają powstawanie silnych bryz wiejących w głąb lądu i niosących ze sobą sporą ilość ziaren piasku. Wydmy Sesriem są tak urzekające, że można godzinami siedzieć na szczycie jednej z nich i podziwiać bezkresny „ocean” czerwieni (ryc. 8). Piaszczysty charakter pustyni Namib bardzo przypadł do gustu naszemu 3-letniemu synkowi. Niemal cały czas spędził na zabawach piachem, zsuwał się ze stromego zbocza wydym i wchodził z powrotem na szczyt.



Ryc. 8. Jedna z setek wydym na drodze do Sossousvlei, Sesriem, Namibia

Pozostajemy nadal w objęciach pustyni Namib i kierujemy się na północ do Swakopmund. Namib w języku ludu Nama znaczy ogromny, obszerny, rozległy. Trudno nie zgodzić się z tą nazwą, gdy podróżuje się wzdłuż i wszerz pustyni. Droga z Sesriem do Swakopmund wiedzie przez kanion rzek Gaub i Kuiseb. Ostatnia z nich dociera do Atlantyku w pobliżu Walvis Bay, lecz niesie swoje wody je-

dynie w porze silnych opadów. Po przedostaniu się przez górskie przełęczę dotarliśmy wreszcie do serca pustyni Namib, gdzie jak okiem sięgnąć królują kamienie, kurz i piekielny upał. Kolejny obszar olbrzymich wydm pustyni wylania się kilkanaście kilometrów od Walvis Bay. Są równie urzekające jak wydmy Sesriem. Walvis Bay i Swakopmund zdają się być zamknięte pomiędzy gorącym piaskiem wydm i lodowato zimnym Atlantykiem.

Swakopmund można by nazwać reliktem z przełomu XIX i XX wieku. Momentami odnosiliśmy wrażenie, że znajdujemy się w Europie, w nadbałtyckiej, niemieckiej miejscowości. Jedyne palmy, sadzone jeszcze ręką osadników niemieckich, przypominały nam o afrykańskiej przynależności miasta. Swakopmund był dla nas miejscem odpoczynku, a zarazem punktem wypadowym na pustynię Namib.

Największą atrakcją tej części pustyni są bez wątpienia welwiczce *Welwitschia mirabilis*, endemiczne rośliny spokrewnione blisko ze znanymi wszystkim roślinami iglastymi. Ruszyliśmy więc na spotkanie tym niezwykłym roślinom ulegając po drodze urokom gorącej pustyni. Wydawałoby się, że grunt Namib jest zupełnie pozbawiony życia, lecz bliższe spojrzenie na powierzchnię pustyni ujawnia jego bogactwo. Szczególnie o poranku, gdy opadająca mgła prezentuje wdzięki plech porostów (ryc. 9).



Ryc. 9. Porosty pustyni Namib w pobliżu Swakopmund, Namibia

Porosty pustyni Namib liczą sobie około 100 gatunków. Ich zasięg jest ściśle związany z zasięgiem wilgotnego powietrza wdzierającego się w ciągu nocy znad oceanu. Ich



Ryc. 10. Krzew dolarowy (*Zygophyllum stapfii*), pustynia Namib, Namibia

wzrost jest tutaj wyjątkowo powolny. W pełni dnia szare połacie porostów można bardzo szybko zamienić w kolorowy dywan nakrapiając je niewielką ilością wody. Plechy zaczynają rozwijać się, podnosić i zmieniać barwy, by po chwili wrócić do formy pozwalającej im przetrwać okres palącego słońca.

Prócz porostów na pustyni Namib można spotkać inne charakterystyczne dla niej rośliny. *Dollar bush Zygophyllum stapfii* jest chyba najbardziej rzucającą się w oczy (ryc. 10). Jej nazwa związana jest z wyglądem liści, które wielkością przypominają jednodolarówkę. Gruby miękisz liściowy owej rośliny pozwala jej zgromadzić ilość wody potrzebną na przetrwanie suchego okresu, który niejednokrotnie może potrwać kilka lat.

W łożysku rzeki Swakop spotyka się najczęściej dwa gatunki roślin: *Tamarix usurius* i *Acacia albida*. W cieniu drzew można chwilę odpocząć lub nawet urządzić sobie mały piknik! Swakop niósł miliony lat temu na tyle dużo wody, aby móc wydrążyć sporej miejscami głębokości koryto. Spoglądając na nie ze wznesień otaczających ujście Kuiseb do Swakop odnosi się wrażenie, że krajobraz jest księżycowy. Taką też nazwę nadano odcinkowi doliny w pobliżu Swakopmund. Widok jest naprawdę spektakularny! (ryc. 11).



Ryc. 11. Krajobraz księżycowy doliny rzeki Swakop, Namibia



Ryc. 12. Czarne pasma bazaltów w granitowych wierzchołkach wznesień pustyni Namib, Namibia

Efekty erozji widać nie tylko w korycie rzeki, ale również na szczytach pobliskich wznesień, których szare stoki poprzecinane są miejscami czarnym materiałem skalnym

(ryc. 12). Głównym budulcem gór jest tutaj szary granit. Podczas ich formowania w spękaniu granitu przedostawał się bazalt (doleryt), formując ciemne pasma twardej skały znacznie bardziej odpornej na działanie zewnętrznych czynników niż otaczający go granit.



Ryc. 13. *Welwitschia mirabilis*, pustynia Namib, Namibia

Docieramy wreszcie w miejsce występowania welwiczki. Na końcu trasy możemy na własne oczy podziwiać te niezwykle rośliny, przyglądając się najstarszemu, a zarazem największemu osobnikowi: Welwitzi Fläche (ryc. 13). Szacuje się, że ów osobnik liczy sobie około 2000 lat a jego korzenie mogą sięgać nawet 30 metrów w głąb ziemi! Fläche ma około 1.5 metra wysokości, szerokie i długie, zielone liście, których postrzępione końcówki pokrywają ziemię w promieniu ponad 8 metrów. Kształt i rozmiary liści są niezwykle istotne dla przetrwania roślin w ekstremalnych warunkach pustyni. Pod ich parasolem bowiem, przez cały upalny dzień jest stosunkowo wilgotno i chłodno, podczas gdy otaczająca ziemia osiąga temperaturę powyżej 65°C! Niestety wzrost liści jest bardzo powolny. Rozmnażanie welwiczki jest równie ciekawe i nie do końca poznane. Z pnia głównego wyrastają rozgałęzione łodyżki opatrzone na końcach męskimi i żeńskimi organami rozrodczymi przypominającymi szyszki. Prawdopodobnie wiatr jest odpowiedzialny za przenoszenie pyłku z jednego „kwiatu” na drugi, lecz przypuszcza się, że niemałą rolę mogą odgrywać często spotykane na roślinach owady gatunku *Probergrothius sexpunctalis*.

Wracamy do Swakopmund, aby przygotować się w dalszą drogę, która prowadzi dalej na północ na tereny ludu Damara. Naszym celem jest pole namiotowe Xaragu położone u podnóża masywu górskiego Brandberg. Wybraliśmy to miejsce ze względu na jego bliskość do kolejnych atrakcji Namibii. W drodze do Xaragu zdecydowaliśmy się jednak odwiedzić jeszcze jedno ciekawe miejsce na wybrzeżu Atlantyku, a mianowicie Cape Cross. Niemal 75% drogi ze Swakopmund do Cape Cross wiedzie po nawierzchni całkowicie wykonanej z soli, która do złudzenia przypomina asfaltową.

Cape Cross to miejsce odpoczynku, żerowania i rozmnażania się setek fok z gatunku *Arctocephalus pusillus* (ryc. 14). Foki wydają się być przyzwyczajone to obecności ludzi, gdyż nie zrobiliśmy na nich większego wrażenia. Chyba więcej obaw mają foki ze strony szwędających się po ich terenie szakali *Canis mesomelas*. Nazwa przyłodka zos-

tała nadana prawdopodobnie po przybyciu w to miejsce w 1468 roku portugalskiego żeglarza Diego Cáo, który na cześć króla Jana II wznosił tutaj kamienny krzyż.



Ryc. 14. Kolonia fok *Arctocephalus pusillus* na Cape Cross, Namibia



Ryc. 15. Ryty naskalne bushmenów w Twyfelfontain, Namibia. W środku „tańczące kudu”, powyżej schematy pułapek używanych przez bushmenów do chwytania zwierząt, natomiast po prawej stronie przerywaną linią wyryte zostały fazy księżyca

Pierwszą z atrakcji w Damaraland było Twyfelfontain (Wątpliwe Źródło). Tu znajdują się doskonale zachowane malowidła buszmenów i niezwykle bogate ich rytownictwo naskalne (ryc. 15). Wiek niektórych z nich szacuje się na 5000 lat! Miejsce wzięło swą nazwę od źródła, które nieustannie bije od tysięcy lat, będąc wodopojem dla zwierząt i ludzi. Ilość tryskającej ze skał wody jest niewielka, ale jak widać wystarczała ówczesnym ludziom do zakładania obozów, polowania i przemieszczania się po tym terenie. Obecnie władze Namibii otaczają Twyfelfontain szczególną opieką, aby uchronić najbogatsze na południu Afryki malowidła i ryty naskalne. I słusznie, gdyż jak dowiedzieliśmy się od przewodnika, niektórzy turyści dla lepszej jakości zdjęć polewali ryty i malowidła (o zgrozo!) coca-cola!

Oglądanie dzieł buszmenów z przewodnikiem miało sens, gdyż mogliśmy dowiedzieć się sporo na temat życia ówczesnych ludzi, ich technik polowania, porozumiewania się i obyczajów, co można zjeść na tym terenie, a czego unikać nawet jako materiału opałowego. Rodzaj *Euphorbia* wydaje się królować na tym terenie. Ich silnie trujące właściwości skutecznie odstraszały zwierzęta i ludzi. Wyciągi z niektórych roślin natomiast służyły jako perfumy, inne zaś po krótkiej fermentacji za całkiem niezły napitek.

Głównym tematem malowideł i rytów były występujące na tym terenie zwierzęta: antylopy gnu, kudu, żyrafy, strusie, białe i czarne nosorożce. Niektóre z nich przedstawiały również flamingi, co świadczyłoby o bliskości morza lub jakiegoś większego zbiornika wodnego w okresie powstawania malowideł. Rycie powierzchni skał miało również charakter edukacyjny dla młodszego pokolenia buszmenów. Najczęściej przekazywana wiedza dotyczyła tropów zwierząt, na które polowano, oraz techniki ich chwytania i zabijania. Niemalą rolę odgrywał też czas mierzony fazami księżyca, wyznaczający okres polowań, zbiorów i kultu.



Ryc. 16. Słupy bazaltowe Organ Pipes w pobliżu Twyfelfontain, Namibia

Nieopodal Twyfelfontain można oglądać ciekawie uformowane bazaltowe skały, które za sprawą ich wyglądu nazwano *Organ Pipes* (organy) (ryc. 16). Skały powstałe w wyniku stygnięcia lawy liczą sobie około 120 milionów lat. Słupy bazaltowe sięgają miejscami 4 metrów i rzeczywiście do złudzenia przypominają rury organów.

Kierujemy się w stronę Parku Narodowego Etosha na północy Namibii. Naszym celem było Okaukuejo, do którego dotarliśmy późnym popołudniem. Wydawało nam się, że nie pozostaje nam nic innego, jak tylko rozbić namiot, przegryźć co nieco i po kąpieli wskoczyć do śpiwora. Okazało się jednak, że zlokalizowane przy polu namiotowym oczko wodne przyciąga zwierzęta, które można oglądać z



Ryc. 17. Oczko wodne w pobliżu kempingu Okaukuejo. Na pierwszym planie pijące wodę oryksy oraz wszędobylski szakal. W tle stado zebra Burchella

odległości kilkunastu metrów (ryc. 17). Największą atrakcją owego wieczoru były słonie i czarny nosorożec. Dla naszego dzieciaka była to niemala gratka, bo wreszcie na własne oczy mógł zobaczyć zwierzęta, które widział jedynie na zdjęciach. Był zachwycony do tego stopnia, że odciągnięcie go od ogrodzenia parku skończyło się historycznym placzem. Niestety, chcąc wstać wcześniej rano, by podziwiać park, trzeba było w miarę wcześniej zapaść w sen!

Okaukuejo, a raczej Okakwiya w języku buszmenów Haikom można przetłumaczyć jako „kobieta mająca dziecko każdego roku”. Pod koniec XIX wieku Okaukuejo było posterunkiem kontrolnym ustawionym przez Niemców i mającym chronić resztę kraju przed szerzącymi się chorobami. Później przeobrażono Okaukuejo w wojskowy fort, a po jego zburzeniu zamieniono na posterunek policji. W 1953 roku niejaki Bernabe de la Bat został pierwszym opiekunem parku Etosha.

Nazwa parku Etosha pochodzi od zbiornika wodnego o tejże nazwie i znaczy tyle, co „Wielkie białe miejsce”. Jest najstarszym parkiem Namibii proklamowanym w 1907 roku. Wówczas pokrywał obszar 80000 km², lecz w ciągu lat, po kilku redukcjach pozostało go jedynie 23000 km². Zbiornik Etosha w większości wyschnięty, napenia się wodą w okresach obfitych deszczy, głównie za sprawą uchodzących do niego rzek Ekuma, Oshigambo, Omuthiya i Omuramba-Owambo. Południowa część parku obfituje w liczne oczka wodne przyciągające zwierzęta, do których można łatwo dotrzeć poruszając się w stronę Halali.



Ryc. 18. Zebry Burchella (*Equus burchelli*), Etosha, Namibia

Park, a szczególnie okolice zbiornika Etosha pokrywa roślinność bogata w rodzaje *Combretum*, *Terminalia*, drzewa mopane oraz trawy *Eragrostis* i *Ennapogon*. Podróżując po parku widzi się jedynie rozległą przestrzeń, choć od czasu do czasu trzeba przeciskać się przez busz i trawy sawanny. Nietrudno jest wypatrzeć stada przemierzających się antylop gnu *Connochaetes*, springboków *Antidorcas*, oryksów *Oryx* czy zebra *Equus burchelli* (ryc. 18), którym nieodzownie towarzyszą szakale *Canis mesomelas*. Mnóstwo jest również pręgowanych i żółtych mangust *Mungos mungo*, *Cynictis penicillata*, ziemnych wiewiórek i surikat *Suricata suricata*. Przy wodopojach natomiast częstymi gośćmi są również impale *Melampus* (ryc. 19), kudu *Tragelaphus*, bawolce *Alcelaphus buselaphus* (ryc. 20), guźce *Phacochoerus aethiopicus*, żyrafy *Giraffa* i oczywiście słonie *Loxodonta africana*.



Ryc. 19. Impala (*Melampus*), Etosha, Namibia

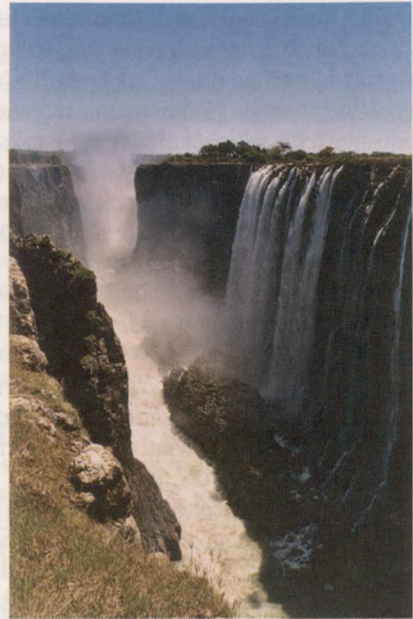


Ryc. 20. Bawolec (*Alcelaphus*), Etosha, Namibia



Ryc. 21. Lew leniuch „złapany” podczas popołudniowego odpoczynku, Etosha, Namibia

Udało nam się również zobaczyć młode lwy tuż po skończonym posiłku, z pyskami mocno splamionymi krwią ofiary. Nie lada gratka trafiła nam się po drodze do oczka wodnego Aus. Tuż przy drodze leżał ogromny samiec (ryc. 21). Niestety nie mogliśmy zrobić mu wielu zdjęć, gdyż jak na leniwego lwa przystało po kilku minutach położył się w trawie pokazując nam od czasu do czasu końcówkę swego ogona. Widok był jednak niezapomniany!



Ryc. 22. Wodospady Wiktorii — widok od strony Zambii

Z Okaukuejo ruszamy wzdłuż zbiornika Etosha do Namutoni. Historia Namutoni jest dość podobna do Okaukuejo. Tam również był posterunek graniczny i fortyfikacja, lecz Namutoni zostało po zniszczeniach wojennych odbudowane. Obecnie fort Namutoni stracił swój militarny charakter, jest noclegownią dla turystów i dzięki pobliskiemu oczku wodnemu również miejscem często odwiedzanym przez zwierzęta. Namutoni był dla nas miejscem odpoczynku przed dalszą jazdą. Chyba tylko nasz synek nie odpoczywał przepędzając nieustannie natrętne mangusty z miejsca biwakowego. Doprawdy uparte były okrutnie!



Ryc. 23. Wodospady Wiktorii — widok z mostu granicznego pomiędzy Zambią i Zimbabwem (fot. Zoltan Kormany)

Rankiem skierowaliśmy się w stronę Grootfontein, aby później obrać kierunek na Rundu tuż przy granicy z Angolą. Naszym celem były wodospady Popa na rzece Okawango. Co prawda wodospady nie zrobiły na nas większego wrażenia, ale położenie pola namiotowego było urocze.

Kolejny dzień to przeprawa przez region Caprivi — wąski pas namibijskiej ziemi pomiędzy Angolą i Botswaną. Jest to już rejon tropikalny, obfitujący w czasie afrykańskiego lata w ulewne deszcze. Gęsty las deszczowy jest więc tu-

taj dominujący. Gdzieś tam przy drodze mijaliśmy ludzkie osady, a obecność zwierząt można było jedynie szacować po pozostawionych na drodze odchodach. Caprivi jest najbogatszym florystycznie i faunistycznie regionem Namibii, jednak dostrzeżenie jakiegokolwiek zwierzaka w tej gęstwinie jest praktycznie niemożliwe.

Tego dnia docieramy do Zambii pokonując rzekę Zambezi w Kazungula. Szczerze mówiąc miałem wielkie obawy przed wjazdem na prom łączący stronę Botswany i Zambii! Stan promu, a raczej opatrzonej w silnik diesla tratwy sugerował, że albo zaraz zatonie, albo niedawno został z dna rzeki wydobyty! Trudno, skoro nie było innej możliwości musieliśmy podjąć ryzyko i przepłynąć się nim na drugi brzeg. Przejście graniczne po stronie zambijskiej okazało nam zupełnie inny świat — Trzeci Świat! Sposób odprawy, traktowanie turystów, natarczywość miejscowych i biurokratyczne zawilości mocno zniechęciły nas do tego kraju i to już na samym początku kontaktu z nim. Jednak w głowach ciągle mieliśmy Wodospady Wiktorii, dla których pokonałszy już setki kilometrów i z zobaczenia których nie mieliśmy zamiaru rezygnować. Przecież do Livingstone pozostało nam jedynie 40 km!

Wodospady Wiktorii powstały dzięki szczególnym wydarzeniom geologicznym, które miały miejsce około 200 milionów lat temu. Wtedy to kontynent afrykański nawiedzały liczne erupcje wulkaniczne, prowadząc do pokrycia bazaltową lawą ogromnego obszaru tej części Afryki. Stygająca lawa pękała, a szczeliny wypełniały się osadami, które wody Zambezi skutecznie wymywały tworząc w twardej skałach zygzakowaty wzór. W 1856 roku Anglik David Livingstone po raz pierwszy dotarł do wodospadów w drodze na wschodnie wybrzeże Afryki. Urzeczony ich pięknem nazwał je wodospadami Wiktorii od ówczesnie panującej królowej angielskiej.

Bez wątpienia wodospady są cudownym miejscem! (ryc. 22 i 23). Ogromne ilości wody spadające niemal 100 metrów w dół ukazują siłę rzeki Zambezi i jej dzikość. Śmiem twierdzić, że nawet dzikość całej Afryki! Szerokość



Ryc. 24. Tęcza — towarzyska wodospadów, Zambia. Fot. Zoltan Kormany

wodospadów jest również imponująca i sięga około 1700 metrów. Spadająca w głęboki kanion rzeka wzbija ogromne ilości wody kilkanaście metrów ponad powierzchnię ziemi, a padające na nią promienie słońca tworzą fantastyczną tęczę (ryc. 24). Trzeba być nad wodospadem, żeby docenić jego piękno! Podziwialiśmy wodospady przez kilka godzin i trudno nam było się z nimi rozstać. Chłód bijący od wodospadu, szum jego wody, tęcza i soczysta zieleń wokoło wpływały bardzo kojąco na nasze zmęczone podróżą ciała i umysły. Nieopodal wodospadów, jak na prawdziwych turystów przystało, zakupiliśmy kilka afrykańskich pamiątek i późnym popołudniem wróciliśmy na pole namiotowe. Być może uda się powrócić do Zambii i jeszcze raz stanąć nad brzegiem Zambezi?

Jeśli będziecie w Afryce, to musicie koniecznie pojechać nad Wodospady Wiktorii! To najpiękniejsze miejsce na Ziemi!

Grzegorz Tytko

RECENZJE

Martin Kostak: **Der Kosmos-Fossilienführer**, Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co.KG, Stuttgart 2004, 288 str., 570 fot. barwnych, indeks.

Z zazdrością patrzę na liczne i dobre książki popularnonaukowe ukazujące się w różnych krajach europejskich. Z zazdrością graniczącą z żalem, że oto znowu pojawia się ciekawa i pięknie wydana książka dla wszystkich z zakresu nauk o Ziemi, z której skorzystać może tylko wąskie grono polskich czytelników. Z zazdrością wynikającą z niemożności znalezienia odpowiedzi na pytanie, co uniemożliwia wielu polskim edytorom wydawanie podobnych pozycji. Przecież nie brak rodzimych specjalistów, nie brak możliwości technicznych, nie brak zainteresowania rodzimych czytelników problematyką nauk o Ziemi. Czy rzeczywiście chodzi tylko o możliwości finansowe i o obawy przed zbyt długim czasem sprzedaży nakładu, o obawy przed niepowo-

dzeniem finansowym przedsięwzięcia? Trudno znaleźć odpowiedź na te pytania, zwłaszcza, że w wielu krajach o liczbie ludności znacznie mniejszej niż w naszym kraju nie trudno znaleźć książki z zakresu nauk o Ziemi przeznaczone dla bardzo szerokiego kręgu czytelników. Czy nasi wydawcy nie ufają możliwościom intelektualnym czytelników? Być może kwestia dystrybucji i dłuższego czasu sprzedawania nakładu jest kwestią najważniejszą. Sądzę jednak, że dochodzą do tego kwestie techniczne i więcej „kłopotu” z wydaniem takiej książki w porównaniu ze „zwykłą” książką. Może trzeba sięgać po dotacje w ramach programów edukacyjnych? W każdym razie, mimo poprawy, ciągle wlecemy się w ogonie Europy, jeśli chodzi o popularyzację nauk o Ziemi.

Prezentowany przewodnik ma prostą konstrukcję. Część wstępna zawiera informacje podstawowe o zadaniach książki, opis powstawania skamieniałości w warunkach

morskich i lądowych oraz znaczenie skamieniałości, ich wykorzystanie i sposób eksponowania, a także zagadnienie wielkiego wymierania w zapisie kopalnym i tabelę stratygraficzną. Do tej ostatniej należy mieć zastrzeżenia. Jak na rok wydania 2004, nie powinno już być w niej trzeciorzędu jako okresu geologicznego. Nieporozumieniem jest natomiast nazwanie ery proterozoicznej prekambrem, umiejscawiając go między paleozoikiem a archaikim.

Po części wstępnej następuje sześć rozdziałów o zróżnicowanej objętości. Dwa pierwsze dotyczą mikroskamieniałości roślinnych i zwierzęcych, kolejny — skamieniałości roślinnych. Najobszerniejszy, liczący 130 stron, rozdział, poświęcony jest skamieniałościom bezkręgowców. Następnie zaprezentowane są skamieniałości kręgowców (głównie ryb i gadów). Ostatni rozdział przedstawia skamieniałości śladowe i paleontologiczne osobliwości. Książkę kończy krótki spis literatury i indeks rzeczowy.

Większość zdjęć prezentuje skamieniałości z obszaru Czech i Niemiec (wszak jej autor jest Czechem, a książka została wydana w Niemczech); nie brak też jednak i zdjęć okazów z różnych części świata. Są to w znacznej części, co warto podkreślić, zdjęcia nieprezentowane wcześniej w innych wydawnictwach podobnego typu.

Książka nie jest przewodnikiem do oznaczania skamieniałości. Jest raczej poradnikiem dla zbieracza skamieniałości. Można ją porównać do znakomitego, choć znacznie mniejszego objętościowo, polskiego poradnika „Paleofakty” M. Machalskiego i J. Stolarskiego, której dwa wydania (Wyd. RTV) bardzo szybko znikły z półek księgarskich. W książce zadbane nie tylko o opis poszczególnych grup skamieniałości, ale przy opisie każdej grupy roślin lub zwierząt umieszczono również bardzo interesujące ciekawostki.

Kredowy papier, piękne zdjęcia, niewielki format (B-5) i twarda oprawa sprawiają, że po książkę może sięgnąć bardzo szerokie grono czytelników, a sama książka stanie się obowiązkową pozycją zbieracza skamieniałości, którą łatwo schować nie tylko w plecaku, ale i w kieszeni. O „terenowym” przeznaczeniu książki świadczy też centymetrowa podziałka na jej tylnej okładce. Na takie książki czekają również i rodzimi kolekcjonerzy i zbieracze skamieniałości. Warto się potrudzić, aby ułatwić im rozwijanie swych pasji.

Książkę polecić można nie tylko kolekcjonerom i zbieraczom skamieniałości, ale i uczniom szkół średnich, a także studentom wydziałów przyrodniczych oraz wszystkim interesującym się historią życia na naszej planecie. To bardzo udana pozycja. Nie wątpię, że przetłumaczona na język polski cieszyłaby się popularnością.

Włodzimierz Mi z e r s k i

Łukasz Wy s o c k i : **Legwan zielony**. Agencja Wydawnicza Egros, Warszawa, 2003, s. 60

W ostatnich latach w Polsce coraz częściej ukazują się poradniki hodowli gadów przeznaczone dla początkujących hodowców. Niektóre z nich pisane są przez pracowników ogrodów zoologicznych, inne z kolei przez hodowców-amatorów. Ich poziom bywa zróżnicowany, jednak w przypadku recenzowanej publikacji jest wręcz skandalicznie niski. Autor nie tylko nie przytacza praktycznie żadnych własnych obserwacji dotyczących hodowli legwanów zielonych, ale w wielu miejscach przedstawione informacje

wynikają z nadinterpretacji lub są błędne, czy wręcz wyszane z palca, nie wspominając już o drastycznej niewiedzy autora z zakresu anatomii czy fizjologii zwierząt. Na wstępie (str. 6) stara się on scharakteryzować rodzinę Iguanidae, ale opis ten pasuje również do wielu innych rodzin jaszczurek, nie zawiera bowiem żadnych ważnych cech diagnostycznych. W zdaniu „Większość ich przedstawicieli zamieszkuje lasy deszczowe Ameryki Środkowej i Południowej, a część pochodzi z bardziej suchych regionów położonych wzdłuż wybrzeża” nie bardzo wiadomo czy chodzi o opis zasięgu *Iguana iguana* czy całej rodziny Iguanidae — w obu wypadkach podanego błędnie.

W rozdziale „Opieka” autor podaje, że nozdrza Iguanidae służą do „wydalania soli” — w rzeczywistości biorą w tej czynności udział leżące w przedniej części jamy nosowej gruczoły solne, nie „wyrzucając roztwór soli”, lecz wydalając mieszaninę zbędnych jonów (jej skład zmienia się w zależności od składu diety zwierzęcia). Mylna jest także interpretacja roli narządu ciemieniowego przez autora (jest pomocny przy termoregulacji), czy języka jako narządu węchu (jak u wszystkich *Squamata* służy do tego narząd Jacobsona). Na stronach 26–32 autor opisuje osvajanie legwanów zielonych. Dla czytającego jest on wyjątkowo zabawny, trudno jednak przypuszczać, aby wykonywanie czynności przedstawionych na stronie 29 miało doprowadzić do oswojenia tych zwierząt — raczej ich silnego zestresowania. Zdania takie jak: „To Ty musisz zdecydować, kiedy go odłożyć i on musi wiedzieć (czuć), że to twoja decyzja” czy „Mówiąc do niego nauczysz go rozpoznawać Twój głos i nadane mu imię” są naiwnymi antropomorfizmami mającymi niewiele wspólnego z rzeczywistością. Wbrew temu co deklaruje, autor zdaje się zapominać, że celem hodowli nie powinno być uzyskanie maskotki, lecz obserwacja behawioru zwierzęcia. Nie znaczy to, że jaszczurki nie mają zdolności zapamiętywania, czy kojarzenia. Jednak jedynie niektóre akceptują, a nawet lubią bezpośredni kontakt z człowiekiem, który dla gadów nie jest naturalny. Propozycję noszenia legwanów luzem po ulicy pozostawiam bez komentarza. Na stronach 36–46 autor przedstawia jego zdaniem właściwy sposób żywienia tych zwierząt w warunkach wiatryjnych. Cały wstęp do tego rozdziału nie ma żadnego sensu. Autor usiłuje wyjaśnić proces metabolizmu białek, chociaż nie jest to informacja potrzebna hodowcy amatorowi. Podaje przy tym m.in. że aminokwasy roślinne „formują pirymidyny”, zwierzęce zaś — puryny, dowodząc, że nie ma żadnej wiedzy na ten temat. Nawiasem mówiąc, związek purynowym jest kwas moczowy, którego rzekomo gady nie mogą wydalać. Píše także, że w skład białek wchodzi 22 aminokwasy, podczas gdy w rzeczywistości jest ich przecież 20! Podobną niewiedzę autor wykazuje przy opisie gospodarki wapniowej organizmu (str. 38) i w ogóle we wszystkich miejscach, w których stara się przytoczyć wiadomości z zakresu biochemii czy fizjologii. Ponadto podaje, że w naturze nie stwierdzono obecności białka zwierzęcego w diecie tych jaszczurek, mimo iż wykazano, że uzupełniają one na ogół jadłospis o owady czy drobne kręgowce. Również i w niewoli sprawnie polują one za młodu na świerszcze czy noworodki mysie przedkładając je często nad pożywienie roślinne, co obserwowałem. Wiadomo także, że legwan zielony wykazuje duże zdolności adaptacji do różnych warunków pokarmowych, o czym świadczy choćby fakt introdukcji tego gatunku na Florydę czy Hawaje. Dieta proponowana przez autora nie wydaje się wobec tego jedyną właściwą, złasz-

cza, że gady te bardzo chętnie zjadają liście i kwiaty drzew (np. jabłoni czy grochodrzewu), czy roślin zielnych np. z rodzin *Apiaceae* czy *Fabaceae*, rosnących w Polsce. Pisząc o rozmnażaniu w niewoli autor nie porusza wielu ważnych kwestii, np. powszechnych problemów ze składaniem jaj i ich późniejszą inkubacją, niskiej wylęgowości jaj (10–20%) czy wrażliwości wyklutych młodych — zwłaszcza na odwodnienie. Nie mówi także o fakcie zjadania przez młode odchodów zwierząt dorosłych, celem przejęcia bakterioflory przewodu pokarmowego — zostało to stwierdzone w naturze. Na stronach 51–57 znajduje się kończący książkę rozdział o chorobach. Widać w nim wyraźnie, że autor wie bardzo niewiele o diagnostyce i leczeniu chorób gadów. Zazwyczaj ogranicza się jedynie do wymienienia schorzenia, nie podając ani metod rozpoznania (np. przy opisie inwazji pasożytów wewnętrznych) ani leczenia. Jeżeli już proponuje metodę leczenia, to jest ona nieskuteczna (np. opis zwalczania roztoczy). Autor postuluje także używanie medykamentów wycofanych z uwagi na toksyczność (Neguvon). W rozdziale tym także określa autotomię ogona (urotomie) jako zdolność do jego regeneracji, myli objawy krzywicy i MBD (*metabolic bone disease*), nie wspomina także o wielu powszechnych chorobach (np. tężyczce czy jałowej martwicy palców i ogona).

Autor informuje we wstępie, że książka ta jest poradnikiem dla początkujących hodowców, nie porusza jednak wielu spraw o kardynalnym dla nich znaczeniu, nie omawiając np. wyboru zdrowego osobnika, dawkowania witamin. Nie mówi nawet nic o tempie wzrostu tych zwierząt w niewoli. Jak już można zauważyć z wcześniejszego opisu, ogromnym mankamentem książki jest jej niespójny i chaotyczny język. Autor często zaczyna pisać o jakimś zagadnieniu aby przerwać i wrócić do niego kilkanaście stron dalej. Język jest szczególnie fatalny gdy autor próbuje stosować terminologię naukową, co zupełnie mu nie wychodzi np. „Ich system pokarmowy używa do trawienia procesu fermentacji wewnętrznej, który jest zoptymalizowany do trawienia masy roślinnej” (kto jest w stanie zrozumieć znaczenie tego zdania?), roztocze (nie „roztocza”) to „bardzo małe organizmy żywiące się krwią zwierząt i jednocześnie przenoszące różne choroby” (tak jakby nie istniały choćby *Acarina* drapieżne czy odżywiające się szczątkami roślin). Niektóre sformułowania są śmieszne np. „otwarte usta grożą ugryzieniem”, „mięso zwierzęce”, itd. Przykłady można by mnożyć gdyż znajdują się one praktycznie na każdej stronie. W książce obecne są nawet błędy ortograficzne. Bibliografia jest bardzo uboga, zawiera tylko kilka poradników hodowlanych, natomiast nie cytuje żadnej publikacji opisującej biologię legwanów w naturze, chociaż takich prac jest wiele.

Na zakończenie jeszcze jedna ważna uwaga. Dorosły legwan zielony jest zwierzęciem bardzo silnym, z racji rozmiarów. Dorosły samiec może mierzyć nawet 2 metry przy wadze ośmiu kilogramów. Autor zdaje się nie zauważać, że gad tej wielkości może być trudny w obsłudze nawet dla doświadczonego hodowcy, a dla początkującego nawet stanowić zagrożenie. Sam byłem kilkakrotnie dotkliwie kaleczony przez te jaszczurki, byłem również świadkiem rozbicia szyby przez dorosłego legwana. Ponadto zwierzęta te nie zawsze oswoją się tak dobrze jak pisze autor, a nawet mimo oswojenia należy zachowywać przy nich środki ostrożności. W połączeniu z wrażliwością na choroby sprawia to, że nadają się one raczej do hodowli profesjonalnych np. w ogrodach zoologicznych niż amatorskich terrariów.

Podsumowując, w książce aż roi się od błędów zarówno drobnych, jak i podstawowych, które wynikają z jednej strony z niewiedzy autora, a z drugiej także z faktu braku recenzenta, kwalifikujących książkę wręcz do wycofania ze sprzedaży. Z punktu widzenia herpetologów książka reprezentuje wyjątkowo niski poziom. Nie będzie również pomocna terrarystom jako poradnik hodowlany.

Piotr P i l i c z e w s k i

Marcin Jan Go r a z d o w s k i, Michał Ka c z o r o w s k i:
Amatorska hodowla gadów. Oficyna Wydawnicza Multi-
co, Warszawa 2003, s. 168

Hodowla gadów w Polsce do niedawna prowadzona była jedynie przez ogrody zoologiczne i nielicznych specjalistów. Od kilku lat obserwuje się jednak wzrost zainteresowania hodowlą właśnie tej grupy zwierząt przez osoby często zupełnie niezwiązane z zoologią, czerpiące przyjemność z obserwacji gadów we własnych terrariach. Ważna jest wobec tego propagacja wiedzy na temat biologii tych zwierząt w naturze oraz warunkach opieki w wiwariach.

Czytelnikowi biorącemu do ręki omawianą książkę, nie posiadającemu jeszcze wiedzy herpetologicznej, może ona wydać się atrakcyjna. Tymczasem, nawet po pobieżnym przyjrzeniu się jej treści, zauważyć można, iż autorów często zawodziła podstawowa wiedza z zakresu herpetologii. Wyraźnie widać to w rozdziale zatytułowanym przez autorów „Wiedza o gadach w pigułce” (nawiasem mówiąc pigułce nie do przełknięcia). Na stronie 14 autorzy rozpoczynają rozdział stwierdzeniem, iż mezozoik trwał w okresie 230–130 mln lat temu (jak powszechnie wiadomo, zaczął się on 250 a zakończył się 65 mln lat temu). Następnie wywodzą współczesne gady z tajemniczych „czasów przed dinozaurami”, gdy tymczasem np. żółwie znane są od górnego triasu (gdy dinozaury były już dość zróżnicowane), a węże dopiero z kredy. Mówią także, że liczba współcześnie żyjących gatunków gadów wynosi 6000 (w rzeczywistości ponad 8000). Na stronie 15 autorzy piszą, że gady są „pierwszymi ewolucyjnie owodniowcami, co oznacza, że w ich rozwoju zarodkowym występuje trzecia błona płodowa nazywana owodnią”, zapominając o omocni i kosmówce (poza tym która błona jest pierwsza, a która druga?). Dalej przeczytać można, że zanik kończyn nastąpił „jedynie u węży i padalców”, tymczasem jest wiele jaszczurek beznogi, np. niektóre *Scincidae* czy *Pygopodidae*, nie mówiąc już o *Amphisbaenia* (te ostatnie zresztą często zaliczane są w najnowszych opracowaniach do *Gekkota*). Nonsensem jest stwierdzenie, że żółwie nie mają żeber, ponieważ wiadomo, że ich żebra zrosnięte są z pancerzem. Na stronach 18 i 20 dowiadujemy się o braku ucha środkowego u żółwi, pomimo, że występuje ono u tych zwierząt (głuchota jest prawdopodobnie ośrodkowa, czyli nie ma kojarzenia bodźców słuchowych z otoczenia). Z kolei na stronie 21 autorzy podają, że jamki policzkowe występują u grzechotników i pytonów, nie wiedząc, że u *Pythonidae* występują jamki wargowe, obecne także u wielu *Boidae*. Na tej samej stronie czytamy, że *Amphisbaenia* są gadami pierwotnymi (w rzeczywistości zaś wyspecjalizowanymi), czy że nie mają łusek (mają pierścienie z łusek).

Następne rozdziały są dość przydatne i wartościowe, dotyczą bowiem urządzania terrariów, hodowli zwierząt karmowych i ogólnych prawideł obchodzenia się z miesz-

kańcami terrariów. Mam jednak wątpliwości, czy przeniesienie dużego żółwia za ogon nie spowoduje u niego uszkodzeń ciała.

Na stronie 70 rozpoczyna się szczegółowy przegląd gatunków, wraz z krótkim omówieniem biologii i specyfiki hodowli każdego z nich. Tutaj także autorzy tracą często kontrolę nad tekstem, popełniając błędy. Podają np. niewłaściwe informacje na temat występowania niektórych gatunków, chociażby południowoeuropejskich scynków z rodzaju *Mabuza*. Z reguły autorzy posługują się przestarzałym podziałem systematycznym, np. zaliczają *Mauremys caspica* do *Emydidae* zamiast do *Bataguridae*, czy *Crotaphytus collaris* do *Iguanidae* zamiast do *Crotaphytidae*, używają też zdezaktualizowanych nazw łacińskich (np. *Geochelone radiata* zamiast *Astrochelys radiata*), bądź błędnych (*Elaphe teaniura* zamiast *Elaphe taeniura*). Zdarzają się także mylne oznaczenia okazów przedstawionych na zdjęciach np. przy opisie *Basiliscus plumifrons* jest zdjęcie *B. vittatus*, a przedstawiony na zdjęciu *Varanus dumerilli* podpisany jest jako *V. salvator*. Autorzy postulują wprowadzanie jedynie właściwego nazewnictwa polskiego — dlaczego więc przedstawiciele rodziny *Eublepharidae* nazywane są po polsku gekonami? Poza tym niektóre nazwy są wręcz śmieszne, np. wąż śmierdziel czy wąż trawny, który nie żyje w trawie.

Proponowane metody hodowli wydają się na ogół właściwe, tym niemniej jednak trudno przypuszczać, aby odpowiednia dieta dla *Testudo hermanni* zawierała chleb z mlekiem (w ogóle dieta żółwi z rodzaju *Testudo* proponowana w książce budzi moje zastrzeżenia). Książka zapowiada także wyszczególnienie gatunków zwierząt chronionych Konwencją Waszyngtońską, jednak dzieje się tak jedynie przy opisie nielicznych chronionych gatunków, większość jest pomijana (np. *Phelsuma* sp.).

Jedną z najistotniejszych usterek książki jest jej język, chaotyczny zwłaszcza w miejscach, gdzie autorzy nie mają pojęcia o czym piszą, co miejscami bywa wręcz zabawne.

W recenzji przedstawiłem jedynie niektóre z wielu pomyłek zauważonych podczas czytania tej publikacji. Na pewno wielu błędów udało się uniknąć, gdyby przed wydaniem wydawnictwo dało ten tekst do recenzji specjalście.

Podsumowując, uważam iż do omawianego dzieła należy podchodzić z dużą dozą ostrożności. Nie jestem bowiem pewny, czy osoby które zawiodła podstawowa wiedza herpetologiczna, mogły napisać coś nowatorskiego na temat hodowli gadów.

Piotr P i l i c z e w s k i

Eugeniusz Radziul: **Rośliny cenne — rzadkie — poszukiwane**, Warszawa 2004, ss. 262, Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, ISBN 83-09-01778-2.

Eugeniusz Radziul należy do najwybitniejszych w Polsce znawców roślin ozdobnych. Jest on autorem znanych książek ogrodniczych („Skalniaki” 1998; „Byliny” 2002). Działalność E. Radziula cieszy się — nie tylko w Polsce — dużym uznaniem. Obecnie autor ten opublikował nową, bardzo interesującą książkę pt.: „Rośliny cenne — rzadkie — poszukiwane”. Już sam tytuł tej książki jest bardzo ekscytujący dla wszystkich miłośników roślin i ogrodów. E. Radziul zebrał już ponad tysiąc gatunków i odmian roślin,

które — jego zdaniem — są jeszcze mało znane w Polsce i nadal rzadko uprawiane w naszych ogrodach. Jednocześnie rośliny te zasługują na szerokie rozpowszechnienie wśród miłośników roślin. Z uwagi na konieczność dotarcia do szerokiej publiczności, E. Radziul zdecydował się na opublikowanie kilku książek poświęconych roślinom cennym, rzadkim i poszukiwanym (a więc przeznaczonych na skalniak i rabaty ogrodowe; do ogrodu leśnego i słonecznego, a także na łąki i błotka).

Rośliny cenne, rzadkie i poszukiwane określane są często jako „rarytasy ogrodowe”. E. Radziul sam zauważa, że pojęcie „rarytasów ogrodowych” wiąże się na pewno z subiektywnym wartościowaniem. Wszystkie przedstawione w pracy rośliny są uprawiane przez samego autora i uzyskały jego uznanie. Wiele przedstawionych przez E. Radziula rarytasów pochodzi z odległych regionów świata — Japonii, Chin, Kanady. Często zostały sprowadzone z ogromnym trudem przez autora omawianej książki. W niniejszej książce przedstawiono 330 roślin — są to gatunki i odmiany mniej znane, rzadko w naszych ogrodach uprawiane. Niektóre z przedstawionych tutaj roślin to całkowite nowości pochodzące z odległych regionów świata. Na uwagę zasługują rośliny z białymi lub żółtymi brzegami liści. Nie sposób omówić w krótkiej recenzji wszystkie przedstawione tutaj rośliny, chociaż zasługują one przynajmniej na wymienienie. Zwrócę uwagę na najbardziej oryginalne rośliny — które zdaniem autora niniejszych uwag — zasługują szczególnie na rozpowszechnienie w Polsce.

W przedstawianej książce omówiono nowe interesujące odmiany i gatunki następujących roślin: zawilec gajowy *Anemone nemorosa*, zawilec wielokwiatowy *A. sylvestris*, aster alpejski *A. alpinus*, konwalia majowa *Convallaria majalis*, storczyki (wiele interesujących gatunków i odmian), serduszka *Dicentra*, goryczki, liliowce, irysy (inaczej kosańce), a także liczne odmiany pierwiosnków i rozchodników *Sedum*. Obecnie znane są liczne odmiany zawiła gajowego i zawiła wielokwiatowego, które mają charakter rarytasów ogrodowych (zwłaszcza pełne odmiany). Popularny aster alpejski posiada nowe odmiany o czystych barwach kwiatów (Christina, Roseus, Sabine). Znane są też inne ciekawe astry *A. Andersonii*, *A. lateriflorus* Prince, *A. linosyris*, *A. speciosus* Connecticut. Popularna konwalia majowa posiada obecnie wiele pięknych form ogrodowych (Flore Pleno, Polish Beauty, Rosea, Rosea Variegata). Storczyki uchodzą za trudne do uprawy, aczkolwiek ostatnio wzrasta liczba miłośników tych roślin. Należą do nich m.in. obuwniki *Cypripedium*, a także wiele ciekawych gatunków i odmian rodzaju *Dactylorhiza*. Wszystkie przedstawione tutaj storczyki zasługują na uprawę i rozpowszechnienie. Na wzmiankę zasługują ciekawe odmiany serduszek (zarówno miniaturowe, jak też bardziej okazałe byliny, a nawet pnącza). Do rarytasów ogrodowych możemy zaliczyć różne gatunki i odmiany goryczek. Są to przede wszystkim odmiany wysokogórskie, chociaż nie brakuje mieszkańcom ogrodowych. Do przepięknych roślin ozdobnych należą liczne odmiany liliowca ogrodowego. Barwa kwiatów i ich budowa są wprost zdumiewające, szczególnie dotyczy to tzw. amerykańskich ras o większych kwiatkach i większej różnorodności barw. Do rarytasów ogrodowych należą też różne gatunki kosańców oraz liczne odmiany kosańca syberyjskiego; różnorodne gatunki i odmiany pierwiosnków (lubiących głównie stanowiska wilgotne), a także rozchodniki (uprawiane na najbardziej suchych i ubogich stanowiskach).

Do pięknych roślin skalnych zaliczamy zawciagi *Armeria*. Do najpiękniejszych trzeba zaliczyć odmiany: zawciąg jałowcolistny *A. juniperifolia* Brookside i zawciąg nadmorski *A. maritima* Vesuv. Do pięknych roślin należą babtysja, inaczej bratwa południowa *Baptisia australis*, różne odmiany pluskwicy *Cimicifuga*, a także pustynników czy mikołajków *Eryngium*. Wymienić trzeba tutaj także wilczomlecz złocisty Lacy, żółtokwitnący przybysz z Afryki — euryops, ceniolubną bardzo oryginalną roślinę z Japonii *Glaucidium palmatum* oraz trudne do uprawy himalajskie mekonopsy i mało znane jeszcze w Polsce disporum *Disporum flavens*, *D. sessile* Variegatum oraz prawie nieznanne północnoamerykańskie czerpatki *Hydrophyllum* i persikarie. Wśród popularnych gatunków roślin ozdobnych można znaleźć wiele gatunków i odmian bardzo cennych — dotąd nieznanymi lub jeszcze nierozpowszechnionymi w Polsce. Wymienić trzeba tutaj bylice *Artemisia* Powis Castle i *A. vulgaris* Oriental Limelight, odmiany jarzmianki większej *Astrantia major* Ruby Wedding, Sunnigdale Variegated, odmianę omiega wschodniego *Doronicum orientale* Frühlingsprach, mało znane gatunki jeżówek *Echinacea pallida* i

E. paradoxa, gatunki i odmiany bodziszeków *Geranium argenteum*, *G. Ann Folkard*, *G. himalayense* Plenum słoneczniczka *Heliopsis helianthoides* Loraine Sunshine, lebiodki *Origanum vulgare* Country Cream, płomyka wiechowatego (odmiany Harlequin i Norah Leigh), rozwarów (karłowata grupa Astra), wielosiłków *Polemonium caeruleum* Brise d'Anjou, *P. carneum*, *P. pauciflorum*, karłowatych jaskrów górskich, żywokostów (zwłaszcza *Symphytum x uplandicum*), pełników i przetaczników.

Podsumowując niniejszą recenzję trzeba stwierdzić, że książka E. Radziula należy do wyróżniających się opracowań z literatury ogrodniczej i botanicznej. Opisy i barwne fotografie są dobrze wykonane. Omawiana książka jest bardzo interesująca dla szerokiego grona miłośników roślin i ogrodów. Może być ona jednak użyteczna także dla specjalistów z zakresu ogrodnictwa. Obecnie trzeba oczekiwać niecierpliwie na następne opracowania książkowe Eugeniusza Radziula.

Eugeniusz Ko ś m i c k i (Poznań)



Żaba dalmatyńska *Rana dalmatina*. Fot. J. Tęczyński, L. Kuczyński



Żaba wodna *Rana esculenta*. Fot. P. Koziół



Żaba wodna *Rana esculenta*. Fot. P. Koziół



Żaba moczarowa *Rana arvalis*. Fot. J. Tęczyński, L. Kuczyński

KRONIKA

Sprawozdanie z XXXIV Olimpiady Biologicznej w roku szkolnym 2004/2005

Wcześniej niż w latach ubiegłych, w pierwszej połowie kwietnia 2005 r., odbyły się zawody finałowe XXXIV Olimpiady Biologicznej. Jak co roku, zawody centralne poprzedzone zostały eliminacjami I i II stopnia. Za niewątpliwą sukces Olimpiady Biologicznej należy uznać wyższą niż w poprzednich latach liczbę uczniów zainteresowanych biologią, chcących sprawdzić swoje umiejętności, a przy tym godnie reprezentujących szkoły oraz opiekunów. Świadczy to niewątpliwie o dużym prestiżu zawodów i potwierdza konieczność ich organizacji w kolejnych latach.

Do eliminacji I stopnia XXXIV OB zgłosiło się ponad 3000 uczniów z 16 okręgów, z czego w II etapie Olimpiady brało udział 2052 osób. Warunkiem przystąpienia do Olimpiady Biologicznej jest wykonanie pracy badawczej zgodnej z naszymi zasadami. Jak co roku zawody okręgowe poprzedzone były eliminacjami szkolnymi, w których recenzowane były prace badawcze uczestników. W styczniu br. odbyły się zawody okręgowe, w czasie których zawodnicy pisali test obejmujący cały zakres biologii nauczanej w szkole, wzbogaconej o najnowsze odkrycia, a w części ustnej omawiali wyniki pracy badawczej. Maksymalna liczba punktów za część testową zawodów to 100 pkt, za część ustną 12 punktów. Ostatecznie do zawodów III stopnia zakwalifikowano 99 uczniów, którzy uzyskali w dwóch częściach zawodów okręgowych **co najmniej 75 punktów**, a ich praca zyskała pozytywną opinię recenzentów. Nauczycielem, który przygotował najliczniejszą grupę finalistów jest Pani **mgr Małgorzata Kuźma** z I LO w Nowym Sączu.

Zawody III stopnia odbyły się w dniach 8-11 kwietnia 2005 r. na terenie Wydziału Biologii Uniwersytetu Warszawskiego. Pierwszego dnia zmagani olimpijskich uczniowie zdawali trzygodzinny egzamin pisemny — test składający się ze 100 pytań, spośród których 90 pytań miało tylko jedną prawidłową odpowiedź (z pięciu podanych propozycji), wskazanie której dawało 1 punkt; w kolejnych 10 zadaniach należało wskazać zarówno błędne jak i prawidłowe odpowiedzi (bezbłędna odpowiedź na każde pytanie dawała 5 punktów). W sumie za rozwiązanie całego testu każdy z uczestników mógł otrzymać teoretycznie 140 punktów, a praktycznie 139, ponieważ jedno pytanie zostało unieważnione. Po trzykrotnym sprawdzeniu testów, niezależnie przez trzech różnych członków Komitetu Głównego, wyłoniono zwycięzców tego etapu zawodów. Pierwsze miejsce w tym etapie zajął Pan **Bartłomiej Augustynek**, uczeń I LO w Nowym Sączu, uzyskując 114 punktów. Wyłoniono grupę 41 uczniów, którzy uzyskali wynik **co najmniej 97 punktów** i zakwalifikowali się do eliminacji ustnych. Egzamin testowy okazał się być trudniejszym niż w latach ubiegłych, kiedy graniczna liczba punktów była wyższa (w 2004 — 106 pkt., w 2003 — 107 pkt.). Na uwagę zasługuje fakt, że wśród 41 najlepszych finalistów znalazło się aż 8 uczniów z klas drugich.

W niedzielę 10 kwietnia br. każda z osób zakwalifikowanych do części ustnej, musiała zdać egzamin przed trzema niezależnymi komisjami. Na wstępie uczeń bronił swojej pracy badawczej, omawiając przeprowadzane przez siebie badania i wyciągnięte wnioski. Dla oceny uczestnika bardzo ważne było jasne omówienie uzyskanych wyników i uzasadnienie celowości podjętej tematyki. Komisja wyróżniła **11 prac badawczych**, które były prezentowane w holu głównym Wydziału Biologii UW, a ich autorzy zostali uhonorowani nagrodami ufundowanymi przez Redakcję Czasopisma Świat Nauki — patrona medialnego XXXIV Olimpiady Biologicznej. Nagrodę specjalną za najlepszą pracę spośród prac wyróżnionych, roczne stypendium naukowe ufundowane przez firmę CS — *Creative Solutions, Opta — Tech* zdobył **Łukasz Sztuba** uczeń **mgr Małgorzaty Wyderkowskiej** z ZSL w Ustrzykach Dolnych. Najlepsze prace badawcze zostaną wytypowane do Europejskiego Konkursu Młodych Naukowców Unii Europejskiej, którego edycją w Polsce zajmuje się Krajowy Fundusz na Rzecz Dzieci.

Kolejnym etapem zawodów ustnych była odpowiedź na pytania teoretyczne dotyczące biologii komórki, tkanek i rozwoju (komisja II) oraz biologii wybranych grup organizmów, ekologii i ewolucjonizmu (komisja III). Każde pytanie rozpoczynało się rozpoznaniem preparatu lub ilustracji co stanowiło pretekst do szerokiej dyskusji ucznia z członkami każdej komisji. W każdej komisji uczeń oceniany był niezależnie przez każdą z osób pytających. Z egzaminu ustnego, każdy z uczestników mógł uzyskać maksymalnie 108 punktów. Liderami tego etapu zawodów zostali: **Paweł Cupryn** z I LO w Bytomiu, uczeń Pana mgr Jacka Błasiaka — **102 pkt.** i **Paula Szuba** z I LO w Żarach, uczennica Pani mgr Elżbiety Malendowicz — **101,22 pkt.**

O zajęciu danej lokaty w zawodach centralnych decydowały wyniki z części pisemnej i ustnej. Suma punktów z obu egzaminów pozwoliła wyłonić laureatów I, II i III stopnia XXXIV Olimpiady Biologicznej, w sumie 25 osób (5 L. I st., 10 L. II st. i 10 L. III st.). Zwycięzcą tegorocznej Olimpiady Biologicznej został **Jan Pojda**, uczeń III klasy II LO w Katowicach, wychowanek Pani **dr Jolanty Mol**, uzyskując 207,4 pkt. Kolejne miejsca zajęli: **Tomasz Zemleduch**, uczeń Pani **mgr Doroty Czyżewskiej** z I LO w Zielonej Górze (205,95 pkt), **Paula Szuba**, uczennica Pani **mgr Elżbiety Malendowicz** z I LO w Żarach (205,25 pkt). Miejsce IV zajął **Paweł Cupryn**, uczeń Pana **mgr Jacka Błasiaka** z I LO w Bytomiu, uzyskując 200 pkt; miejsce V zajął **Paweł Nalepa**, uczeń Pani **mgr Emilii Waszkiewicz** z IV LO w Sosnowcu, uzyskując 197,8 pkt.

Informacje o lokatach, jakie zajęli poszczególni uczniowie w tegorocznych zawodach były utajnione do momentu odczytania protokołu w ostatnim dniu zawodów.

W pierwszym dniu zawodów najlepsi uczniowie mieli szansę uczestniczyć w dwóch dodatkowych konkursach. Pierwszy z nich to konkurs wiedzy biologicznej odbywający się w języku angielskim. Ma on formę egzaminu pisemnego, zawierającego zarówno pytania otwarte, jak i zamknięte pytania testowe. Zwycięzcami tego konkursu zo-

stali **Bartłomiej Augustynek (27,5 pkt.)** oraz **Jan Pojda (25,5 pkt.)**, którzy wykazali się nie tylko biegłą znajomością języka, ale także terminologii biologicznej. Drugim konkursem był konkurs sprawdzający znajomość naszej flory i fauny. Zadaniem uczniów było rozpoznanie i określenie możliwie dokładnej pozycji systematycznej wybranych gatunków roślin, zwierząt i grzybów, które prezentowane były na fotografiach. Uczniowie, którzy zwyciężyli w tym konkursie: **Jan Pojda (114 pkt.)** oraz **Bartłomiej Augustynek (107 pkt.)** wykazali się ogromną wiedzą, wskazującą na ich szerokie zainteresowania przyrodnicze. Wyniki tych konkursów nie są wliczane do ogólnej klasyfikacji, pozwalają nagrodzić uczniów wyróżniających się wiedzą i umiejętnościami. Najlepsi zawodnicy, którzy brali udział w konkursie ze znajomości flory i fauny Polski, a także konkursie w języku angielskim otrzymali nagrody ufundowane przez Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego oraz Prószyński i s-ka.

W trakcie zawodów dla uczestników i nauczycieli przygotowano sesję naukową, spotkania ze sponsorami oraz zajęcia laboratoryjne zorganizowane przez Szkołę Festiwalu Nauki. Pracownicy naukowi, doktoranci i studenci Wydziału Biologii wygłosili wykłady przedstawiające najnowsze doniesienia z różnych dziedzin biologii wzbogacone o wyniki własnych projektów badawczych. W tym roku prelegentami byli: prof. dr hab. Andrzej Piekawicz, prof. dr hab. Andrzej Podstolski, prof. dr hab. Grażyna Korczak-Kowalska, dr Anna Szakiel, mgr Takao Ishikawa oraz Agnieszka Prekaniuk. Wykłady spotkały się z ogromnym zainteresowaniem słuchaczy, często kończyły się pasjonującą dyskusją. Streszczenia tych prezentacji wzbogacają informacje zawarte na naszej stronie internetowej.

Uroczyste zakończenie zawodów finałowych XXXIV Olimpiady Biologicznej odbyło się 11 kwietnia 2005 r. w auli Wydziału Biologii UW. Wszystkich gości, zawodników i ich opiekunów przywitał przewodniczący KGOB prof. dr hab. Bronisław Cymborowski. Wiele osób zajmujących wysokie stanowiska we władzach Uniwersytetu Warszawskiego oraz Państwie skierowało słowa podziwu i złożyło gratulacje młodym talentom. Swoją obecnością zaszczytili nas między innymi Jego Magnificencja Rektor UW Pan prof. dr hab. Piotr Węgleński, Dziekan Wydziału Biologii — prof. dr hab. Michał Kozakiewicz, Prodziekan Wydziału Biologii UW i członek KGOB Pani prof. dr hab. Agnieszka Mostowska. Honorowym patronatem XXXIV Olimpiadę Biologiczną objął Prezydent m. st. Warszawy Lech Kaczyński, który ufundował dla laureatów I stopnia dyplomy gratulacyjne i albumy o Warszawie.

Poza uroczystymi przemówieniami, zakończenie zawodów uświetnił wykład JM Rektora UW Pana prof. dr hab. Piotra Węgleńskiego na temat najnowszych osiągnięć w badaniach genetycznych oraz koncert stypendysty Krajowego Funduszu na rzecz Dzieci — Adama Eljaszińskiego.

Podczas odczytywania protokołu, zwycięzcy zawodów przyjmując gratulacje i zaświadczenia o zajęciu określonych lokat w zawodach, otrzymali złote, srebrne i brązowe medale i wspaniałe nagrody ufundowane przez licznych sponsorów.

Zwycięzca, oprócz nagród książkowych i multimedialnych otrzymał puchar Prezesa NFOŚiGW i roczne stypendium naukowe firmy Eduko. Laureaci otrzymali roczną prenumeratę czasopisma Wszechświat a także nagrody ufundowane przez Ministerstwo Środowiska, NFOŚiGW, WSiP, Eduko, Laboratorium Kosmetyczne Dr Irena Eris. Finałiści otrzymali nagrody ufundowane przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej a także Redakcję Świata Nauki.

Nauczyciele laureatów otrzymali nagrody ufundowane przez NFOŚiGW, Wydawnictwo Operon, Nową Erę i Laboratorium Kosmetyczne Dr Irena Eris, a nauczyciele zdobywców I i II miejsca także nagrody pieniężne od Wydawnictwa Operon. Nagrody specjalne od NFOŚiGW otrzymała Pani **dr Jolanta Mol** — nauczycielka zwycięzcy i Pani **mgr Barbara Bukała** i **mgr Barbara Mroczek** — mające po dwóch laureatów.

Dla szkoły zwycięzcy — **II LO w Katowicach** — firma Ecotone ufundowała pełne wyposażenie pracowni biologicznej, a Wydawnictwo Nowa Era rzutnik pisma. Szkoły laureatów I stopnia otrzymały roczną prenumeratę czasopisma Wszechświat, książki PWN i WSiP, model głowy i foliogramy ufundowane przez firmę Jangar i Nową Erę. Szkoły pozostałych laureatów zostały nagrodzone przez NFOŚiGW, Ecotone oraz PWN. Szkoły wszystkich zawodników uzyskały bonifikatę na zakup sprzętu produkowanego przez firmę Ecotone, a szkoły laureatów uzyskały bonifikatę na zakup mikroskopów firmy CS — Creative Solutions.

Podziękowania dla sponsorów XXXIV Olimpiady Biologicznej znajdują się na stronie internetowej (www.olimpiol.uw.edu.pl).

Na zakończenie przedstawiciele uczniów podziękowali organizatorom XXXIV Olimpiady Biologicznej.

Jednym z większych wyróżnień, jakie spotyka rokrocznie najlepszych olimpijczyków, jest udział naszej kadry w zawodach międzynarodowych. W lipcu 2005 r. zawody Międzynarodowej Olimpiady Biologicznej odbędą się w Pekinie w Chinach. Polska będzie reprezentowana przez zdobywców pierwszych czterech miejsc XXXIV OB. Sponsorami tego wyjazdu, są między innymi, firmy Eduka i Ecotone. Laureat V miejsca będzie miał możliwość uczestnictwa w międzynarodowym obozie naukowym dla młodzieży w Serbii.

dr Magda So b o l e w s k a
Sekretarz naukowy KGOB

LAUREACI XXXIV OLIMPIADY BIOLOGICZNEJ

Laureaci I stopnia

L.p.	Nazwisko i imię	Okręg	Nazwa i adres szkoły	Kl	Suma	Opiekun
1	Pojda Jan	Katowice	II LO im. M. Konopnickiej, Głowackiego 6, 40-052 Katowice	III	207,4	Dr Jolanta Mol
2	Zemleduch Tomasz	Zielona Góra	I LO im. E. Dembowskiego, Kilińskiego 7, 65-508 Zielona Góra	III	205,95	Mgr Dorota Czyżewska
3	Szuba Paula	Zielona Góra	I LO im. B. Prusa, Podwale 16, 68-200 Żary	III	205,25	Mgr Elżbieta Malendowicz
4	Cupryn Paweł	Katowice	I LO im. J. Smolenia, Strzelców Bytomskich 9, 41-902 Bytom	II	200,0	Mgr Jacek Błasiak
5	Nalepa Paweł	Katowice	IV LO im. St. Staszica, Pl. Zillingera 1, 41-200 Sosnowiec	III	197,8	Mgr Emilia Waszkiewicz

Laureaci II stopnia

1	Augustynek Bartłomiej	Kraków	ZSO 1, I LO im. J. Długosza, Długosza 5, 33-300 Nowy Sącz	III	196,8	Mgr Małgorzata Kuźma
2	Ziemiak Marcin	Katowice	IV LO im. H. Sienkiewicza, NMP 56, 42-200 Częstochowa	II	195,0	Mgr Iwona Maludzińska
3	Kowal Paweł	Wrocław	I LO im. Wł. Broniewskiego, Tyrankiewiczów 11, 59-700 Bolesławiec	III	194,0	Mgr Jolanta Sikora
4	Buczek Mateusz	Rzeszów	LO im. J. Słowackiego, Słowackiego 21, 37-700 Przemyśl	III	193,3	Mgr Marta Bereś
5	Wolny Rafał	Katowice	IX LO im. C. K. Norwida, Jasnogórska 8, 42-200 Częstochowa	II	191,55	Mgr Barbara Kieszczyńska
6	Dzięciot Szymon	Warszawa	V LO im. ks. J. Poniatowskiego, Nowolipie 8, 00-150 Warszawa	II	186,0	Mgr Jadwiga Przeciszewska
7	Zdrojowy Aleksandra	Wrocław	VII LO im. K. K. Baczyńskiego, Krucza 49, 53-410 Wrocław	III	185,56	Mgr Ewa Grunhaut
8	Szczukocki Maciej	Kielce	IV LO im. H. Sawickiej, Radiowa 1, 25-314 Kielce	III	185,4	Mgr Barbara Buwała
9	Białobrzecka Malwina	Zielona Góra	Spółeczne LO, 11-Listopada 33, 68-200 Żary	III	184,56	Mgr Barbara Mroczek
10	Żylicz Jan	Gdynia	III LO im. Marynarki Wojennej RP, Legionów 27, 81-405 Gdynia	III	183,85	Mgr Małgorzata Kupczyk-Skodowska

Laureaci III stopnia

1	Ciechanowski Przemysław	Szczecin	II LO im. Mieszka I, H. Pobożnego 2, 70-507 Szczecin	III	183,6	Mgr Anna Żdan Mgr Bożena Praczkowska
2	Meisner Izabela	Katowice	II LO im. St. Staszica, Piłsudskiego 1, 41-600 Tarnowskie Góry	III	180,1	Mgr Irena Sobota-Piontek
3	Zajączkowska Marlena	Łódź	LO im. T. Kościuszki, Nadodrzańska 4, 98-300 Wieluń	III	179,95	Mgr Lucyna Marczak
4	Gniewek Piotr	Lublin	LO im. ONZ, Kościuski 41/43, 23-400 Biłgoraj	II	179,06	Mgr Barbara Zielińska
5	Olbrycht Marcin	Zielona Góra	Spółeczne LO, 11-Listopada 33, 68-200 Żary	III	178,9	Mgr Barbara Mroczek
6	Drobniak Artur	Kielce	IV LO im. H. Sawickiej, Radiowa 1, 25-314 Kielce	III	178,8	Mgr Barbara Buwała
7	Rzekiecki Szymon	Wrocław	XIV LO, Brücknera 10, 51-410 Wrocław	II	178,7	Mgr Marian Piszczek
8	Sacewicz Krzysztof	Białystok	I LO im. T. Kościuszki, Bernatowicza 4, 18-400 Łomża	III	178,4	Mgr Ewa Urbańska
9	Jedlińska Dominika	Łódź	I LO im. M. Kopernika, Więckowskiego 41, 90-734 Łódź	II	177,72	Mgr Małgorzata Tomtała
10	Prendecki Michał	Szczecin	ZS nr. 1, Kilińszczaków 59, 78-600 Wałcz	II	175,72	Mgr Mariola Kwiatkowska

Wyróżnione prace badawcze XXXIV Olimpiady Biologicznej

1. Sztuba Łukasz, uczeń kl. III — Zespołu Szkół Licealnych im. J. Piłsudskiego w Ustrzykach Dolnych, opiekun: mgr Małgorzata Wyderkowska — „Kózkowate *Cerambycidae: Coleoptera* doliny rzeki Królówki na tle różnych typów siedlisk”.

2. Cupryn Paweł, uczeń kl. II — I Liceum Ogólnokształcącego im. J. Smolenia w Bytomiu, opiekun: mgr Jacek Błasiak — „Wpływ ołowiu na rozwój przedrośla wietlicy samczej”.

3. Halejcio Michał, uczeń kl. III — I Liceum Ogólnokształcącego im. T. Kościuszki w Koninie, opiekun: mgr Teresa Adamczyk-Schmidt — „Tendencje rozwojowe populacji storczyka krwistego na antropogenicznym siedlisku w Koninie”.

4. Kot Nina, uczennica kl. III — IV Liceum Ogólnokształcącego im. H. Sawickiej w Kielcach, opiekun: mgr Barbara Buwała, „Porównanie wzrostu i rozwoju wybranych form rodzaju szarłat *Amaranthus* w rejonie mojego zamieszkania”.

5. Kowal Paweł, uczeń kl. III — I Liceum Ogólnokształcącego im. Wł. Broniewskiego w Bolesławcu, opiekun: mgr Jolanta Sikora — „Sukcesja wtórna na terenie byłego kąpieliska miejskiego w Bolesławcu”.

6. Muła Agata, uczennica kl. III — I Liceum Ogólnokształcącego im. T. Kościuszki w Łomży, opiekun: mgr Ewa Urbańska — „Makroorganizmy bentosowe w rzece Pisie”.

7. Nalepa Paweł, uczeń kl. III — IV Liceum Ogólnokształcącego im. St. Staszica w Sosnowcu, opiekun: mgr Emilia Waszkiewicz — „Ocena zawartości NaNO_2 w warzywach pochodzących z upraw konwencjonalnych i ekologicznych”.

8. Piotrowska Marta, uczennica kl. III — V Liceum Ogólnokształcącego im. A. Witkowskiego w Krakowie, opiekun: dr Elżbieta Ćwioro — „Postrzeganie barw u szczura śniadego *Rattus rattus*”.

9. Zemleduch Tomasz, uczenica kl. III — I Liceum Ogólnokształcącego im. E. Dembowskiego w Zielonej Górze, opiekun: mgr Dorota Czyżewska — „Wybrane zagadnienia z biologii szrotówka kasztanowcowiaczka *Cameraria orhidella*”.

10. Ziemiak Marcin, uczeń kl. II — IV Liceum Ogólnokształcącego im. H. Sienkiewicza w Częstochowie, opiekun: mgr Iwona Maludzińska — „Flora naczyniowa częstochowskich kamieniołomów”.

11. Żylicz Jan, uczeń kl. III — III Liceum Ogólnokształcącego im. Marynarki Wojennej RP w Gdyni, opiekun mgr Małgorzata Kupczyk-Skodowska — „Badanie aktywności proteaz zawartych w enzymach w enzymatycznym środku piorącym”.

KONKURS FOTOGRAFICZNY „PRZYRODA KRAKOWA”

Na co dzień nie zauważamy najczęściej tego, co w naszym otoczeniu najpiękniejsze i najcenniejsze. Aby podziwiać unikalny krajobraz czy też przyjrzeć się nad wyraz pięknym gatunkom roślin i zwierząt nie musimy pokonywać setek kilometrów. Często wystarczy wybrać się do lasu czy też na łąkę znajdujące się w sąsiedztwie naszych domów i uważnie popatrzeć. Nawet wielkie miasto jest siedliskiem wielkiej różnorodności roślin i zwierząt. Zachęcając do poznawania przyrody w mieście zapraszamy do wzięcia udziału w konkursie „Przyroda Krakowa”. Organizatorami konkursu są: Instytut Nauk o Środowisku Uniwersytetu Jagiellońskiego — Centrum Doskonałości Unii Europejskiej, Muzeum Przyrodnicze Polskiej Akademii Nauk oraz Redakcja czasopisma „Wszechświat”, Związek Polskich Fotografów Przyrody — Okręg Krakowski.

REGULAMIN KONKURSU

W konkursie mogą brać udział:

1. Młodzież (fotografowie amatorzy w wieku do 18 lat)
2. Fotografowie amatorzy w wieku powyżej 18 lat

Tematy prac do wyboru:

- „Krajobraz Krakowa” — obraz miejsca w granicach miasta o dużych walorach krajobrazowych.
- „Obiekt przyrody ożywionej” — gatunek flory lub fauny sfotografowany w Krakowie.

Cele konkursu

Chcemy, aby nasz konkurs zachęcił amatorów fotografii Krakowa i nie tylko do poznawania przyrody sąsiadującej z krajobrazem zurbanizowanym. Uwrażliwił ich na jej piękno i uświadomił jak istotna z punktu widzenia mieszkańców miasta może być jej ochrona. Ponieważ świadomi walorów przyrodniczych miasta powinni być wszyscy jego mieszkańcy, w październiku 2005 roku w Muzeum Przyrodniczym PAN zostanie otwarta wystawa na temat przyrody miasta Krakowa, z pokazaniem nadesłanych na konkurs fotografii. Ponadto wydany zostanie specjalny numer czasopisma „Wszechświat” poświęcony przyrodzie Krakowa, w którym opublikowane zostaną wybrane zdjęcia.

Wymagany format prac

— Każdy z uczestników konkursu może przesłać maksymalnie 5 prac na dowolny temat.

— Format zdjęć: nie mniejsze niż 18x24, maksymalnie 30x45. Technika wykonania zdjęcia: odbitka kolorowa lub czarno-biała na papierze fotograficznym, z negatywu, diapozytywu lub nośnika cyfrowego.

— Nie dopuszcza się intensywnego przetwarzania zdjęć w komputerowych programach graficznych.

— Każde ze zdjęć musi zawierać metryczkę: imię, nazwisko i datę urodzenia fotografa, wybrany temat, tytuł i krótki opis zdjęcia (np. nazwę gatunku), datę i miejsce wykonania zdjęcia na terenie Krakowa.

— Autorzy fotografii zakwalifikowanych na wystawę, w razie potrzeby wykonania powiększeń, poproszeni zostaną o udostępnienie oryginału nośnika, z którego wykonana została odbitka.

— Wraz z pracą należy przesłać wypełnioną kartę konkursową (do pobrania na stronie internetowej www.eko.uj.edu.pl/przyrodakrakowa).

— Odbitki zdjęć nadesłane na konkurs nie będą zwracane.

Termin zgłaszania prac

Prace należy nadesłać pocztą do 31 sierpnia 2005 roku (decyduje data stempla pocztowego) na adres:

Instytut Nauk o Środowisku UJ; ul. Gronostajowa 7; 30-387 Kraków; z dopiskiem „Konkurs Foto”

Dodatkowe informacje można uzyskać pod adresem:

Aleksandra Pępkowska — e-mail: etamin@wp.pl

Rozstrzygnięcie konkursu

— Komisja oceniająca zbierze się w terminie nie później niż 15 września 2005.

— Przyzna po trzy główne nagrody w obu tematach, w obu kategoriach wiekowych (lista nagród zostanie zamieszczona wkrótce na stronie internetowej).

— Wyniki konkursu ogłoszone zostaną na stronie internetowej najpóźniej 20 września 2005. Wszyscy laureaci konkursu oraz autorzy zdjęć dodatkowo zakwalifikowanych na wystawę powiadomieni zostaną listownie bądź telefonicznie.

— Decyzje Komisji Konkursowej są nieodwołalne.

— Komisja zastrzega sobie prawo do przyznania mniejszej liczby nagród w razie, gdy na konkurs wpłynęło zbyt mało prac.

prof. dr hab. January Weiner

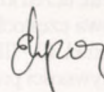
Konkurs dla doktorantów o Nagrodę Prezesa Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika na najlepszy artykuł popularno-naukowy

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 2005 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 2006 roku.

Prof. dr hab. Elżbieta Pyza



PRZEPISY DLA AUTORÓW

WSTĘP

Wszechświat jest czasopismem upowszechniającym wiedzę przyrodniczą, przeznaczonym dla szerokich kręgów osób zainteresowanych poszerzaniem swoich wiadomości w tej dziedzinie.

Wszechświat udostępnia swoje łamy dla opracowań popularnonaukowych i innych różnorodnych prezentacji ze wszystkich dziedzin nauk przyrodniczych i zaprasza do współpracy wszystkich chętnych. Redakcja przyjmuje do druku tylko materiały oryginalne, nigdzie nie publikowane, ani nie złożone do publikacji.

Wszechświat nie jest jednak czasopismem zamieszczającym oryginalne prace naukowe *sensu stricto*.

Nadesłane do *Wszechświata* materiały są recenzowane, a tożsamości recenzentów Redakcja nie ujawnia autorowi. Recenzja, wraz z nadesłanymi materiałami i uwagami redakcyjnymi może być przekazana autorowi celem przygotowania ostatecznej wersji. O przyjęciu pracy do druku decyduje ostatecznie Komitet Redakcyjny, biorąc pod uwagę jej merytoryczne i popularyzatorskie wartości. Redakcja zastrzega sobie prawo do wprowadzania skrótów i modyfikacji stylistycznych. W przypadku prac uczniów, studentów i doktorantów wskazana jest opinia i akceptacja nauczyciela, opiekuna lub promotora. Brak zastrzeżeń ze strony autora uważamy za zgodę do rozpowszechniania pracy w internecie.

Autorzy materiałów przysyłanych do opublikowania we *Wszechświecie* powinni koniecznie podać następujące aktualne dane: nazwisko, imię /imiona/, dokładny adres zamieszkania, nr telefonu, e-mail, ponadto: tytuł naukowy, stanowisko i nazwę zakładu pracy z adresem, numerem telefonu i faxu, niezbędne dla korespondencji i przy sporządzaniu noty biograficznej. Mogą również podać do zamieszczenia w w/w nocie krótką informację o prowadzonej przez siebie działalności naukowo-badawczej, pełnionych funkcjach, źródłach finansowania publikowanej pracy lub inne ważne dane.

Autorzy wszelkiego typu prac opublikowanych na łamach *Wszechświata* nie otrzymują honorariów, dostają natomiast jeden egzemplarz Czasopisma z wydrukowanym materiałem swojego autorstwa.

TYPY PRAC

Wszechświat drukuje materiały w postaci: artykułów, drobiazgów, rozmaitości, wspomnień z podróży, recenzji, kronik, obrazków, sprawozdań, — *Wszechświata* z przed 100 laty, nekrologów, listów do Redakcji itp., często w postaci cykli tych opracowań. Szczególnie dużą wagę Redakcja przywiązuje do prezentacji serwisu przyrodniczych zdjęć, umieszczonych już od wielu lat na okładkach *Wszechświata* i specjalnej wkładce.

Artykuły powinny stanowić oryginalne opracowania, najlepiej na podstawie prowadzonej własnej działalności badawczej autora. Nie powinny zawierać sformułowań niezrozumiałych dla laika, a jednocześnie powinny być napisane „żywo” i w sposób dla niego interesujący. Nie mogą być również powielaniem fragmentów podręczników lub innych opracowań popularnonaukowych! Artykuł nie może przekraczać dziewięciu stron znormalizowanego maszynopisu. Artykuły napisane bardziej „hermetycznym” językiem muszą zawierać słowniczek trudniejszych lub specjalistycznych terminów. W artykułach i innych rodzajach materiałów prosimy nie zamieszczać odnośników do piśmiennictwa; można natomiast powoływać się na prace z wcześniejszych numerów *Wszechświata* (w formie: „patrz *Wszechświat*, rok, tom, strona”). Wskazane jest natomiast zamieszczanie spisu literatury do wiadomości Redakcji, co może ułatwić pracę recenzentom. Bardzo pożądane jest ilustrowanie przekazywanych treści kolorowymi lub czarno-białymi fotografiami, rysunkami, wykresami i innymi załącznikami graficznymi. Mogą to być również tabele, o ile nie da się ich przedstawić w innej formie. Przy przesyłaniu artykułów rocznicowych prosimy uwzględnić 4-miesięczny cykl wydawniczy. Artykuły (tylko one) opatrzone są opracowaną przez Redakcję notą biograficzną.

Drobiazgi są krótkimi tekstami, liczącymi 1–3 stron maszynopisu. *Wszechświat* zachęca do publikowania w tej formie własnych obserwacji przyrodniczych. Również tu ilustracje są mile widziane.

Rozmaitości są krótkimi notatkami będącymi streszczeniami ciekawych artykułów i doniesień naukowych z renomowanych przyrodniczych czasopism zagranicznych. Nie mogą być one tłumaczeniami, ale oryginalnymi opracowaniami. Ich objętość wynosi 0,3–1 strony maszynopisu. Obowiązuje podanie źródła (skrót tytułu czasopisma, rok, tom, strona).

Wspomnienia z podróży to krótkie (3 do 5 stron), ciekawe, wyłącznie przyrodnicze relacje z podróży krajowych i zagranicznych. Powinny zawierać zdjęcia, mapki lub rysunki.

Recenzje książek o tematyce przyrodniczej nie powinny przekraczać 2 stron maszynopisu.

Wszechświat przed 100 laty to zbiór krótkich wypisów z *Wszechświata*, który ukazał się 100 lat wcześniej (z zachowaniem oryginalnej pisowni). Rubryka ta została wprowadzona i jest nadal redagowana przez prof. J. Vetulaniego.

Kronika obejmuje zwięzłe notatki o konferencjach, sympozjach i tym podobnych spotkaniach. Nie jest to kronika towarzyska i dlatego prosimy nie robić wyliczanki autorów i referatów, pomijać tytuły naukowe i nie rozwodzić się nad ceremoniami tych spotkań, ale raczej przedstawić co ciekawego wynika z opisywanego spotkania.

Obrazki publikowane są w formie zbioru bardzo krótkich, kilkudziesięciu obserwacji przyrodniczych, często w formie osobistych refleksji.

Listy do Redakcji mogą być różnego typu. Tu drukujemy uwagi dotyczące artykułów i innych materiałów drukowanych we *Wszechświecie*. Objętość listu nie powinna przekraczać 1,5 strony maszynopisu. Redakcja zastrzega sobie prawo selekcji listów i ich edytowania.

Nekrologi to okazjonalne wspomnienia po śmierci osób związanych z *Wszechświatem* lub wybitnych postaci ze środowiska o przyrodniczych zainteresowaniach.

FORMA NADSYŁANYCH MATERIAŁÓW

Tekst. Redakcja przyjmuje do druku tylko starannie wykonane prace w formie wydruku komputerowego w dwóch egzemplarzach wraz z zapisem w formacie Microsoft Word lub jako plik RTF na dyskietce lub płycie CD wielokrotnego zapisu i pozbawione zabezpieczeń ingerencji w tekst. Wydruk powinien zawierać 30 wierszy na stronę o wysokości pisma 12p, akapity na 1 cm, numerację stron, lewy i prawy margines 2,5 cm.

Załączniki. Wszystkie wykresy, mapki, tabele, rysunki itp. najlepiej przysyłać w postaci pliku na dyskietce lub płycie CD, w formie zapisu umożliwiającego wprowadzanie niezbędnych korekt; załączniki te mogą być czarno-białe lub kolorowe. Każdy z nich powinien być przesłany również w formie opisane go wydruku. Do załączników wykonanych klasyczną techniką, np. tuszem na kalce należy dołączyć odbitki ksero.

Fotografie przeznaczone do ewentualnej publikacji na okładce oraz wewnątrz numeru mogą być czarno-białe lub kolorowe, muszą być poprawne technicznie, najchętniej w układzie pionowym (*portrait*). Redakcja przyjmuje pozytywki, negatywy, przeźrocza lub pliki komputerowe wraz z wydrukiem (zeskanowane w odpowiednio dobrej jakości — minimum 300 dpi). Każdy wydruk lub zdjęcie powinno być podpisane na odwrocie. Opis powinien zawierać szczegółowe informacje o autorze, tak jak w przypadku artykułów, oraz proponowany tytuł zdjęcia. Należy podać datę i miejsce jego wykonania, a przy fotografiach zwierząt i roślin nazwę gatunkową polską i łacińską. Za prawidłowe oznaczenie odpowiedzialny jest fotografujący.

WAŻNE INFORMACJE

Obowiązuje podanie źródła przedrukowywanych lub przerysowywanych ilustracji, mapek, tabel i innych załączników. Prosimy również koniecznie dołączyć pisemną zgodę autora lub wydawcy na nieodpłatne ich wykorzystanie.

Tekst oraz wszystkie objaśnienia zawarte na załącznikach graficznych muszą być podane w języku polskim.

Redakcja nie zwraca nie zamówionych materiałów, natomiast materiały wykorzystane do druku — zdjęcia, dyski, rysunki itp. przesyłane są autorowi wraz zeszytem *Wszechświata*, w którym zostały wydrukowane.

Prace należy nadsyłać na adres: Redakcja Czasopisma *Wszechświat*, 31-118 Kraków, ul. Podwale 1.

Wszystkie materiały mogą być również przesyłane do Redakcji poprzez internet, na adres: wzszchswiat@agh.edu.pl, co jednak nie zwalnia autora od przesłania ich równocześnie pocztą w tradycyjnej, podanej wyżej formie.

Szereg ciekawych informacji odnośnie Czasopisma Przyrodniczego *Wszechświat*, znajduje się na naszej stronie internetowej: <http://wzszchswiat.agh.edu.pl>

GŁOSY NASZYCH PŁAZÓW

Wśród nielicznej gromadki płazów występujących na terenie naszego kraju wyróżnia się grupa płazów bezogonowych. To one posiadają zdolności wokalne, niejednokrotnie dorównujące ptakom. Dołączona do tego numeru *Wszechświata* płyta CD z głosami wszystkich krajowych żab i ropuch pozwoli nam zapoznać się z nimi. Podejrzewam, że dla wielu słuchaczy będą one miłym zaskoczeniem. Dzięki tej płycie mamy również możliwość identyfikacji głosów poszczególnych gatunków płazów. Jest to metoda tym bardziej użyteczna, gdyż niektóre z nich są trudne do bezpośredniej obserwacji lub prowadzą nocny tryb życia.

Wszystkie głosy zostały nagrane przez Lechosława Kuczyńskiego i Jędrzeja Tęczyńskiego. Zdjęcie uroczej rzekotki na dysku jest również ich autorstwa. Dla większości głosów podano datę i miejsce nagrania. Tam gdzie w tle występują inne odgłosy przyrody zostały one również zidentyfikowane a ich kreatorzy ujawnieni na załączonej liście.

Głosy indywidualne:

- Kumak nizinny** *Bombina bombina*, 1'32"; w tle: żaba jeziorkowa *Rana lessonae*, skowronek *Alauda arvensis*, pokrzewka cierniówka *Sylvia communis*, żaba wodna *Rana esculenta*;
• 21.05.1999, Pojezierze Wałeckie: 16°09'23" E, 53°02'14" N
• 22.05.1999, Równina Drawska: 15°48'13" E, 53°10'50" N
- Kumak górski** *Bombina variegata*, 1'24";
• 26.06.1999, Beskid Niski: 21°21'05" E, 49°33'23" N
- Grzebiuszka ziemna** *Pelobates fuscus*, 1'27"; w tle: zięba *Fringilla coelebs*, sikora modra *Parus caeruleus*, wrona *Corvus corone*, kowalik *Sitta europaea*;
• 28.03.1999, Pojezierze Poznańskie: 16°02'30" E, 52°36'12" N
- Ropucha szara** *Bufo bufo*, 1'28"; w tle: zięba *Fringilla coelebs*, kowalik *Sitta europaea*, sikora bogatka *Parus major*, pelzacz leśny *Certhia familiaris*;
• 28.03.1999, Pojezierze Poznańskie: 16°02'30" E, 52°36'12" N
- Ropucha zielona** *Bufo viridis*, 1'13";
• 30.04.1999, Pojezierze Poznańskie: 16°43'20" E, 52°24'59" N
- Ropucha paskówka** *Bufo calamita*, 1'03"; w tle: kumak nizinny *Bombina bombina*, derkacz *Crex crex*, żaba jeziorkowa *Rana lessonae*;
• 21.05.1999, Równina Drawska: 15°48'13" E, 53°10'50" N
• 21.05.1999, Pojezierze Wałeckie: 16°09'23" E, 53°02'14" N
- Rzekotka drzewna** *Hyla arborea*, 1'29"; w tle: kumak nizinny *Bombina bombina*, łyska *Fulica atra*;
• 13.05.1999, Pojezierze Poznańskie: 16°31'23" E, 52°27'57" N
• 26.04.1999, Pojezierze Poznańskie: 16°31'56" E, 52°27'49" N
- Żaba jeziorkowa** *Rana lessonae*, 1'42"; w tle: pokrzewka cierniówka *Sylvia communis*, pierwiosnek *Phylloscopus collybita*, kos *Turdus merula*;
• 02.06.1999, Pojezierze Poznańskie: 16°31'56" E, 52°27'49" N
• 06.06.1999, Pojezierze Wałeckie: 16°09'23" E, 53°02'14" N
- Żaba wodna** *Rana esculenta*, 2'00"; w tle: kumak nizinny *Bombina bombina*, łyska *Fulica atra*;
• 27.05.1999, Pojezierze Poznańskie: 16°44'43" E, 52°16'08" N
• 27.05.1999, Pojezierze Poznańskie: 16°45'13" E, 52°16'06" N
- Żaba śmieszka** *Rana ridibunda*, 2'02";
• 29.04.1999, Pojezierze Poznańskie: 16°50'04" E, 52°15'19" N
- Żaba trawna** *Rana temporaria*, 2'04"; w tle: żaba moczarowa *Rana arvalis*, ropucha szara *Bufo bufo*, krzyżówka *Anas platyrhynchos*;
• 28.03.1999, Pojezierze Poznańskie: 16°49'43" E, 52°16'22" N
- Żaba moczarowa** *Rana arvalis*, 1'36"; w tle: sikora bogatka *Parus major*, drożdź śpiewak *Turdus philomelos*, szpak *Sturnus vulgaris*;
• 26.03.1999, Pojezierze Poznańskie: 16°49'44" E, 52°16'23" N
• 31.03.98, Pojezierze Poznańskie: 16°49'45" E, 52°16'24" N
- Żaba dalmatyńska** *Rana dalmatina*

Głosy wielogatunkowe:

- Żaba śmieszka** *Rana ridibunda*, **turkuć podjadek** *Gryllotalpa gryllotalpa*, **żaba wodna** *Rana esculenta*, **bąk** *Botaurus stellaris*, **żaba jeziorkowa** *Rana lessonae*, 4'13";
• 08.05.1999, Dolina Środkowej Obry: 16°53'37" E, 52°12'35" N
- Żaba moczarowa** *Rana arvalis*, **żaba trawna** *Rana temporaria*, 1'40";
• 28.03.1999, Pojezierze Poznańskie: 16°49'45" E, 52°16'24" N
- Żaba jeziorkowa** *Rana lessonae*, **kumak nizinny** *Bombina bombina*, **derkacz** *Crex crex*, **ropucha paskówka** *Bufo calamita*, 3'58";
• 21.05.1999, Pojezierze Wałeckie: 16°09'23" E, 53°02'14" N
- Rzekotka drzewna** *Hyla arborea*, **kumak nizinny** *Bombina bombina*, **żaba jeziorkowa** *Rana lessonae*, 2'49";
• 13.05.1999, Pojezierze Poznańskie: 16°31'23" E, 52°27'57" N
- Żaba jeziorkowa** *Rana lessonae*, **kumak nizinny** *Bombina bombina*, **ropucha paskówka** *Bufo calamita*, **derkacz** *Crex crex*, **słowik szary** *Luscinia luscinia*, **krzyżówka** *Anas platyrhynchos*, 2'31";
• 21.05.1999, Równina Drawska: 15°48'13" E, 53°10'50" N
- Ropucha paskówka** *Bufo calamita*, **rzekotka drzewna** *Hyla arborea*, **kumak nizinny** *Bombina bombina*, **żaba jeziorkowa** *Rana lessonae*, 4'05";
• 21.05.1999, Równina Drawska: 15°48'13" E, 53°10'50" N

Redaktor Naczelny
Jacek Rajchel



Żaba trawna *Rana temporaria*. Fot. Jacek Błażuk



Żekotka drzewna *Hyla arborea*.
Fot. L. Kuczyński, J. Tęczyński



Żaba wodna *Rana esculenta*. Fot. Jacek Błażuk

Indeks 381586