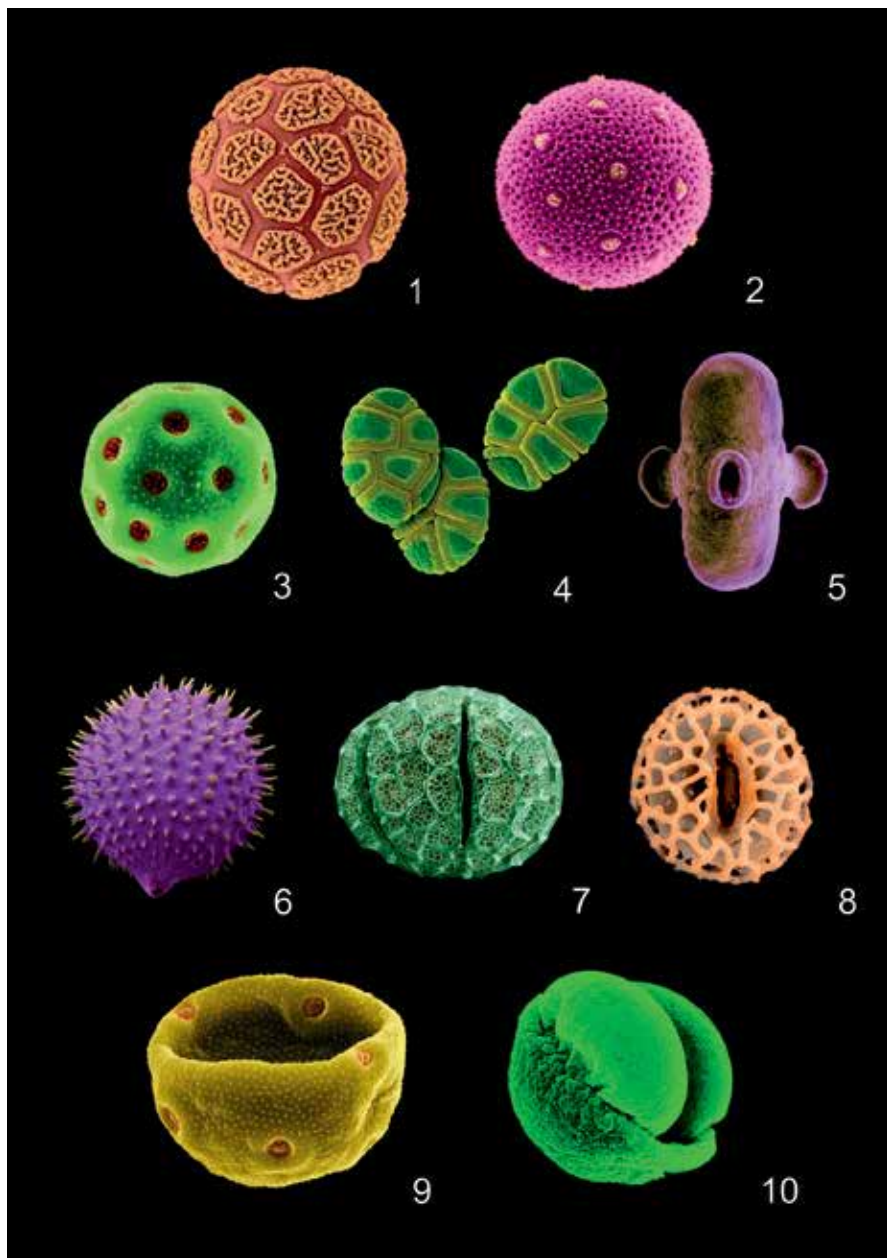


WSZECHŚWIAT

PISMO PRZYRODNICZE

Tom 116 Nr 4–6

Kwiecień – Maj – Czerwiec 2015



*Wszędobylskie
pluskwy*

*Obrona ptaków
przed pasożytami*

Pyłki – co nam mówią

*Świadomość
ekologiczna*

Tańce pajaków

Fluor

Biocybernetyka

*Chemotaksja
plemników*

ISSN 0043-9592



9 770043 959009 >

WSZECHŚWIAT

Z POLSKIMI PRZYRODNIKAMI OD 3 KWIETNIA 1882
Zalecany do bibliotek nauczycielskich i licealnych od r. 1947 (pismo Ministra Oświaty nr IV/Oc-2734/47)
Wszechświat jest pismem punktowanym w Index Copernicus International.

Treść zeszytu 4–6 (2616–2618)

ARTYKUŁY

Damian Kolbe, Stanisław Knutelski, Wszędobylskie pluskwy	88
Lukasz Dylewski, Marta Skarupa, Jak ptaki bronią się przed pasożytami zewnętrznymi?	94
Sylwia Skreczko, Krzysztof Roman Brom, Mateusz Wolny, Tomasz Brachaniec, Pyłek – co nam mówi?	98
Weronika Banot, Wioleta Oleś, Krzysztof Miler, Człowiek jako element środowiska: sprawa świadomości ekologicznej	104
Tomasz Przyborowski, Lukasz Dylewski, Czy pająki potrafią tańczyć?	108
Adam Hogendorf, Fluor – co łączy bombę atomową i pastę do zębów?	113
Ziemowit Malecha, Zgadywanie czy przewidywanie pogody? Superkomputery kontra wieloskalowy charakter natury	117
Ryszard Tadeusiewicz, Most łączący nauki biologiczne z techniką – biocybernetyka	120
Leopold Śliwa, Wiek badań nad chemotaksją plemników zwierzęcych	126
Jakub Niechciał, Wpływ temperatur kriogenicznych na organizm człowieka na wybranych przykładach kriożabiegów	129

ARTYKUŁY INFORMACYJNE

Urszula Żurek-Pysz, Fascynujące ostoje dzikiej przyrody – Natura 2000 (zachodniopomorskie)	136
--	-----

DROBIAZGI

Kaczki dziwaczki, (Maria Olszowska)	146
Powódź a jakość środowiska morskiego, (Dominika Saniewska)	148

BADACZE SPRZED WIEKU

Wspomnienia z podróży po Peru. Krokodyle w Tumbez, przez J. Sztolcmana, (Jerzy Vetulani)	149
--	-----

OBRAZKI

Maria Olszowska, W krainie melancholijnego Smętka	156
---	-----

KRONIKA

Limeńskie Towarzystwo Geograficzne rozpowszechnia zasługi Konstantego Jelskiego (1837–1896) dla biogeografii Peru (Katarzyna Maria Gołuchowska Dunin-Borkowska)	161
---	-----

RECENZJE KSIĄŻEK

Janusz Hereźniak, Mocarze czasu. Pomnikowe drzewa w świecie i na Ziemi Łódzkiej, (Karol Latowski)	164
Andrew S. Gardner: The Amphibians and Reptiles of Oman and UAE, (Piotr Sura)	166

Foto Okładka:

Przykłady współczesnych ziaren pyłku. Zdjęcia z SEM poddane koloryzacji. 1 – *Himalayan Iris*, 2 – *Silene dioica* (Bniec czerwony), 3 – *Silene nutans* (Lepnica zwisła), 4 – *Acacia* (Akacja), 5 – *Morina longifolia*, 6 – *Tolmiea menziesii* (Tolmieca), 7 – *Hemizygia*, 8 – *Nenga gajah*, 9 – *Plantago lanceolata* (Babka lancetowata), 10 – *Pseudotsuga menziesii* (Daglezja zielona); (na podstawie Kessler, 2006, Kessler, 2008). Ilustracja do artykułu: Pyłek – co nam mówi?

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

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

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

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

Polskie Towarzystwo Przyrodników im. Kopernika
Redakcja Pisma Przyrodniczego *Wszechświat*
31-118 Kraków, ul. Podwale 1
Bank Zachodni WBK, XXII Oddział Kraków
nr konta 81 1500 1142 1220 6033 9745 0000

Ten numer *Wszechświata* powstał dzięki finansowej pomocy:

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



Rada Redakcyjna

Przewodniczący: Irena Nalepa

Z-cy Przewodniczącej: Ryszard Tadeusiewicz, Jerzy Vetulani

Sekretarz Rady: Stanisław Knutelski

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

Komitet redakcyjny

Redaktor Naczelny: Maria Śmiałowska

Z-ca Redaktora Naczelnego: Barbara Płytycz

Sekretarz Redakcji: Alicja Firlejczyk

Członek Redakcji: Barbara Morawska-Nowak

Adres Redakcji

Redakcja Pisma Przyrodniczego *Wszechświat*

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

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

www.wszechswiat.ptpk.org

Wydawca

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

Projekt i skład

Artur Brożonowicz, frontart@frontart.pl

Druk

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

Nakład 700 egz.



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

TOM 116
ROK 133

KWIECIEŃ – MAJ – CZERWIEC 2015

ZESZYT 4–6
2616–2618

WSZĘDOBYLSKIE PLUSKWY

Damian Kolbe, Stanisław Knutelski (Kraków)

Słowo „pluskwa” najczęściej kojarzy się z urzędzeniami podsłuchowymi lub rodzajami błędów uniemożliwiających poprawne działanie programów komputerowych. Pluskwami określamy potocznie też powszechnie zożydzone pluskwiaki różnoskrzydłe, zwane po łacinie Heteroptera. Prawdopodobnie przyczyną tego stereotypowego obrzydzenia tymi owadami jest pluskwa domowa – bardzo dokuczliwy pasożyt człowieka, kiedyś dość pospolity, która po dziś jest w regionie poznańskim nazywana także bździągwą. Czy te wszędobylskie sześciopodki potrafiące czasem boleśnie ukłuć bądź odstraszyć nieprzyjemnym zapachem zasługują na tak nieprzychylnie traktowanie? Czy to ogólne uprzedzenie do nich nie wynika przypadkiem z naszej niewiedzy i nieświadomości jak ważną rolę odgrywają one w ekosystemach i życiu człowieka? Chcielibyśmy ten nieprzychylny stereotyp choć trochę zmienić poprzez przybliżenie niezwyklej różnorodności oraz roli, jaką odgrywają w przyrodzie i życiu człowieka te niesamowite owady. Wszak nie zawsze taki „diabeł straszny jak go malują”.

Czym wyróżniają się Heteroptera?

Heteroptera, zwane po angielsku prawdziwymi pluskwiakami (*true bugs*), są jedną z największych morfologicznie zróżnicowanych i ekonomicznie ważnych grup owadów z niekompletnym (Hemimetabolia) przeobrażeniem (metamorfoza). Są one względnie starą grupą, której najstarsze szczątki pochodzą z triasu, a ich przodkowie wyodrębnili się

prawdopodobnie już w permie. Według różnych źródeł współczesne Heteroptera obejmują około 40–60 tysięcy gatunków na świecie, spośród których opisanych jest ok. 30 tys. gatunków Europę Środkową zasiedla 800–1000 gatunków, a w Polsce dotychczas zanotowano ok. 750 gatunków.

Pluskwiaki różnoskrzydłe są obecnie traktowane przez większość taksonomów w randze podrzędu Heteroptera, który wraz z trzema innymi podrzędami: Cicadomorpha, Fulgoromorpha i Stenorrhynha tworzy rząd pluskwiaków (Hemiptera). Od innych owadów pluskwiaki wyróżniają się charakterystyczną, członowaną klujką (aparat gębowy klująco-ssący)



Ryc. 1. Przednie odnóża chwytne polującego na błonkówkę *Phymata crasipes* (lewo) oraz *Nepa cinerea* (prawo). Źródło: <https://www.google.pl>.

na głowie, którą mogą pobierać pokarm jedynie płynny, choć nie ograniczony tylko do soków roślinnych. Z kolei od innych grup pluskwiaków Heteroptera wyróżniają się przednią parą skrzydeł zróżnicowaną na dwuczęściowe półpokrywy, które w części nasadowej są zesklerotyzowane, a w dystalnej błoniaste. Natomiast oba tylne skrzydła są w całości błoniaste, podobnie jak u innych pluskwiaków. Ponadto u podstawy półpokryw mają stosunkowo dużą tarczkę

w kształcie trójkątnej płytki chitynowej i z reguły mają spłaszczony wierzch ciała. Charakteryzują się także dużą ruchliwością klujki dzięki posiadaniu tzw. płytki gardzielowej zamykającej od spodu puszkę głowową. Ta cecha ułatwia im korzystanie z szerokiej bazy pokarmowej. Charakterystyczną cechą lądowych Heteroptera jest także obecność gruczołów zapachowych na zatulowiu u dorosłego pluskwiaka lub na grzbietowej części odwłoka u nimfy (postać młodociana). Gruczoły te wydzielają substancje o mocnej, uporczywej woni odstraszałej potencjalnych napastników. Zdarza się więc czasem, że odczuwamy nieprzyjemny smak jakiegoś owocu leśnego włożonego do ust, który wcześniej został potraktowany taką wydzieliną przez spłoszonego pluskwiaka (Ryc. 17).



Ryc. 2. Przednie odnóża: grzebne *Geotomus punctulatus* (lewo), skoczne *Saldula saltatoria* (prawo). Źródło: <https://www.google.pl>.

Większość przedstawicieli pluskwiaków różnoskrzydłych porusza się bardzo sprawnie dzięki wszystkim odnóżom typu bieżnego. Jednakże, w toku rozmaitych ewolucyjnych przystosowań życiowych, u niektórych gatunków nastąpiły modyfikacje. Najczęściej obejmują one odnóża przednie i tylne. Przednie odnóża mogą być chwytne, grzebne lub zagarniające, a tylne – skoczne, albo pływne. Chwytne odnóża najczęściej występują u gatunków drapieżnych, umożliwiając im skuteczne polowanie. Niektóre z nich, np. *Phymata crassipes* czy płoszczyca szara *Nepa cinerea* (Ryc. 1), upodabniają się przez to do modliszek. Odnóża typu grzebnego (Ryc. 2) występują zwykle u gatunków, których cykl rozwojowy związany jest z okresem życia pod powierzchnią gleby, np. *Geotomus punctulatus*. Odnóża skoczne posiada np. *Saldula saltatoria* (Ryc. 2), a pływne – przeważnie pluskwiaki żyjące w wodzie, jak np. *Notonecta glauca* (Ryc. 3).

Środowisko życia i preferencje pokarmowe

Heteroptera opanowały rozmaite środowiska, czasami wręcz niesprzyjające dla innych gatunków.

Spotykane są praktycznie na całej kuli ziemskiej i występują w różnych siedliskach, zarówno lądowych, np.: łąki, lasy (korony drzew, pod korą, w ściółce), jak również wodnych, np.: jeziora, stawy, rzeki, potoki, rowy, itp. Jako jedne z nielicznych owadów potrafią żyć także w środowiskach morskich, np. gatunki z rodzaju *Halobates* (Ryc. 4) z rodziny nartnikowatych, które można spotkać nawet w znacznych odległościach od suchego lądu. Niektóre gatunki pojawiają się często w bezpośrednim sąsiedztwie człowieka (synantropy), a inne zasiedlają mrowiska, termitiery, czy nawet sieci pajaków.

Pluskwiaki różnoskrzydłe, choć mogą się pożywiać jedynie pokarmem płynnym, wykazują różne preferencje troficzne. Gatunki roślinożerne (fitofagi)



Ryc. 3. Przednie odnóża pływne *Notonecta glauca*. Źródło: <https://www.google.pl>.

wysysają soki roślinne z przedstawicieli wielu grup roślin nago- i okrytozalążkowych. Rzadziej żerują na roślinach niższych, jak np. występujące w naszym kraju *Bryocoris pteridis* i *Monalocoris filicis* (Ryc. 5), które żerują na paprociach. Prawie wszystkie

fitofagiczne pluskwiaki zostawiają ślady w postaci odbarwionych miejsc w miejscach żerowania. Pewne gatunki z rodziny tarczówkowatych (Pentatomidae), kowalowatych (Pyrrhocoridae) (Ryc. 6) czy zwiń-



Ryc. 4. Pluskwiak morski *Halobates* sp. Źródło: <http://www.roboastra.com>.

cowatych (Lygaeidae) zamiast sokami roślinnymi odżywiają się nasionami, których twarde łupiny nadtrawiają zewnętrznie dzięki enzymom trawiennym. Znane są także pluskwiak żerujące na grzybach (mycetofagi), np. zasiedlające termitiery przedstawiciele Termitaphididae czy też nasze krajowe korowcowate (Aradidae) (Ryc. 7).

pluskolcowate (Corixidae). Wśród lądowych Heteroptera zoofagia jest zjawiskiem rzadszym. Szczególnie drapieżne są gatunki z rodziny zażartkowatych (Nabidae) i zajadkowatych (Reduviidae). Niektóre



Ryc. 5. Roślinożerne *Bryocoris pteridis* (lewo) i *Monalocoris filicis* (prawo) żerujące na paprociach. Źródło: <https://www.google.pl>.

z nich tak udoskonaliły swoje strategie, że zajmują nawet sieci pająków, podbierając im zdobycz. Z kolei inne, jak np. *Himacerus mirmicoides*, czy *Myrmecoris gracilis* (Ryc. 8), upodabniają się do mrówek i polują na „hodowane” przez nie mszyce. Zwykle pluskwiaki polują na mniejsze od siebie ofiary, choć zdarzają się wyjątki. Pewne gatunki z rodzaju *Platyeris* (Ryc. 9), hodowane nieraz w domowych



Ryc. 6. Niektórzy przedstawiciele Pyrrhocoridae mogą odżywiać się nasionami. Źródło: <https://www.google.pl>.

Nierzadko wśród Heteroptera spotykane są również gatunki mięsożerne (zoofagi), które najczęściej i najliczniej są reprezentowane w obrębie pluskwiaków żyjących w środowiskach wodnych, np. polujące na skrajach zbiorników wodnych nabrzeżkowate (Saldidae), wykorzystujące napięcie powierzchniowe tafli wodnej nartnikowate (Gerridae) i plesicowate (Veliidae), czy też czyhające w toni wodnej płaszczycowate (Nepidae) lub aktywnie polujące na ofiary

insektariach, mogą atakować znacznie większą od siebie zdobycz dzięki współpracy zespołowej kilku osobników. Zjawisko zbiorowej konsumpcji, np. gąsienic lub dużych pierścienic, obserwowano również u naszego rodzimego zbrojca trójzębnego *Picromerus bidens* (Ryc. 10).

Pluskwiaki różnoskrzydłe stosują także kamuflaż barwny pozwalający im na zlanie się z podłożem, np. *Phytocoris ulmi* z korą drzewa, lub upodabniają się

do innych niedrapieżnych Heteroptera, np. *Phonoc-tonus* sp. (Ryc. 11) polujący na szkodnika bawełny *Dysdercus* sp. Z kolei nimfa synantropijnego zajadka



Ryc. 7. Niektóre gatunki Aradidae mogą żerować na grzybach. Źródło: <https://www.google.pl>.



Ryc. 8. *Himacerus mirmicoides* (lewo) oraz *Myrmecoris gracilis* (pravo) upodabniają się do mrówek i polują na „hodowane” przez nie mszyce. Źródło: <https://www.google.pl>.



Ryc. 9. Niektóre gatunki z rodzaju *Platymeris* są dzieworodne; mogą one także atakować znacznie większą od siebie zwierzęta. Źródło: <https://www.google.pl>.

domowego *Reduvius personatus* (Ryc. 12) maskuje się za pomocą drobin kurzu, aby skutecznie polować na pajęczaki, a także unikać zagrożenia ze strony innych drapieżników.

Niektóre Heteroptera są w zasadzie wielożerne i tylko fakultatywnie sięgają po pokarm zwierzęcy. Pewne gatunki z rodziny Miridae, czy tarczówka rudo-noga *Pentatoma rufipes* (Ryc. 13), mogą okazjonalnie odżywiać się także martwymi ślimakami.

Zachowania i przystosowania związane z rozmnażaniem

Pluskwiaki różnoskrzydłe są przeważnie rozdzielnopłciowe. Przy czym wykazują one wyraźny dimorfizm płciowy (różnice morfologiczne pomiędzy samcami i samicami), a niektóre nawet tak skrajny, że przedstawiciele tego samego gatunku byli dawniej traktowani jako odrębne taksony. Wśród Heteroptera znane są także gatunki, których samice mogą rozmnażać się bez udziału samców, czyli dzieworodnie (partenogenetycznie), jak np. wspomniany już *Platymeris* sp. (Ryc. 9).



Ryc. 10. Zjawisko zbiorowej konsumpcji u zbrojca trójzębnego *Picromerus bidens*. Źródło: <https://www.google.pl>.

Interesujące zachowania rozrodcze zaobserwowano u pluskwy domowej *Cimex lecturalis* (Ryc. 14). Samice tego gatunku nie posiadają zewnętrznego ujścia dróg rozrodczych. Samiec, chcąc przekazać jej swoje nasienie, przebija się przez odwłok samicy za pomocą ostro zakończonych paramerów. Zjawisko takie nazywamy zaplemnieniem hemocelicznym.



Ryc. 11. *Phonoctonus* sp. polujący na szkodnika bawełny. Źródło: <https://www.google.pl>.

Mogłoby się wydawać, że opieka nad potomstwem jest wyłącznie domeną kręgowców, ale nic bardziej błędnego. Taksony niektórych Heteroptera opiekują

się swoim potomstwem, np. nasze krajowe: *Sehirus luctuosus* z rodziny zieminkowatych (Cydnidae) czy *Elasmucha grisea* (Ryc. 15) z puklicowatych (Acan-

które mogą popsuć ich walory smakowe wydzielinami ze swoich gruczołów zapachowych, kiedy poczują się zagrożone.



Ryc. 12. Nimfa zajadka domowego *Reduvius personatus* maskuje się za pomocą drobin kurzu. Źródło: <https://www.google.pl>.

thosomatidae). Samce tropikalnych przedstawicieleli Belostomatidae żyjących w wodzie noszą jaja na grzbiecie, zapewniając im jednocześnie bezpieczeństwo oraz dostęp do wody o odpowiednim natlenieniu (Ryc. 16).



Ryc. 13. Tarczówka rudonoga *Pentatoma rufipes* okazjonalnie odżywia się także martwymi ślimakami. Źródło: <https://www.google.pl>.

Znaczenie dla człowieka

Zbierając owoce leśne, np. borówki lub maliny, warto zwrócić uwagę na *Elasmucha ferrugata* i odorka zieleniaka *Palomena pralina* (Ryc. 17),

Wiele gatunków Heteroptera zaliczanych jest do szkodników upraw rolnych, szklarni, sadów oraz ogródków działkowych. Oprócz regularnego uszkodzenia roślin podczas pobierania z nich pokarmu, mogą one także roznosić szkodliwe drobnoustroje, które dodatkowo osłabiają rośliny, stanowiąc niejednokrotnie poważne zagrożenie dla wydajności i jakości zbiorów.



Ryc. 14. Samiec pluskwy domowej *Cimex lecturalis* przebija się przez odwłok samicy, żeby przekazać jej swoje nasienie, gdyż ona nie posiada zewnętrznego ujścia dróg rozrodczych. Źródło: <https://www.google.pl>.

Szkody mogą Heteroptera wyrządzać także w stawach hodowlanych, np. pluskolce z rodzaju *Notonecta* (Ryc. 3) polują często na narybek.

Uciążliwymi dla człowieka są także gatunki pasożytnicze wysysające krew (hemofagi) ludzką, jak też zwierzęcą. Szczególnie uciążliwym dla człowieka jest pluskwa domowa *Cimex lecturalis* (Ryc. 14) reprezentująca rodzinę pluskwowatych (Cimicidae). Dzięki bardzo spłaszczonemu grzbieto-brzusznie cia-



Ryc. 15. Matka *Elasmucha grisea* opiekuje się jajami (lewo) i nimfami (prawo). Źródło: <https://www.google.pl>.

łu może się ona skutecznie ukrywać w różnych zakamarkach w pobliżu swojego żywiciela. Prowadzi nocny tryb życia, a w dzień chowa się pod obrazami, w starych szafach, skórzanych fotelach czy hotelowych materacach. Po zapadnięciu zmroku potrafi ze śpiących, najczęściej nieświadomych tego ludzi,



Ryc. 16. Samce tropikalnych przedstawicieli Belostomatidae żyjących w wodzie noszą jaja na grzbiecie, zapewniając jednocześnie im bezpieczeństwo oraz dostęp do wody o odpowiednim natlenieniu. Źródło: <https://www.google.pl>.

wysysać krew pojedynczo lub gromadnie. Kiedyś w medycynie ludowej wysuszone i sproszkowane ciała tych pluskw miały zastosowanie jako środek dezynfekujący. Co ciekawe, uważa się, że pluskwa domowa jest jednym z nielicznych ektopasożytów, które nie przenoszą drobnoustrojów chorobotwórczych. Natomiast inni przedstawiciele Cimicidae, choć nie napastują swoich ludzi, stanowią poważne utrapienie dla hodowców, np. drobiu, czy gołębi, bowiem *Cimex columbarius* żyje w gniazdach ptaków.

Szczególnie groźnymi dla człowieka są przedstawiciele rodziny Reduviidae (Ryc. 18) żyjący w Ameryce Środkowej i Południowej. Pluskwiaki

te są wektorami pierwotniaka *Trypanosoma cruzi* wywołującego chorobę Chagasa. Owady te stanowią poważny problem epidemiologiczny w krajach, w których występują, choć przekornie zostały nazwane „kissing-bugs” (całujące pluskwy). Podobnie jak pluskwa domowa, są one aktywne nocą, nakłuwają śpiącego żywiciela w delikatnych okolicach ust oraz oczu i powodują tym dodatkowo trudno gojące się rany.



Ryc. 17. Zbierając owoce leśne, np. borówki lub maliny, warto zwrócić uwagę na *Elasmucha ferrugata* i odorka zieleniaka *Palomena pralina*, które mogą popsuć ich walory smakowe. Źródło: <https://www.google.pl>.

Są jednak i dobroczynne pluskwiaki różnoskrzydłe, zwłaszcza gatunki drapieżne, często wykorzystywane w biologicznej ochronie roślin. Niemalże zasługi w eliminacji szkodników mają przedstawiciele rodziny dziubałkowatych (Anthocoridae), określanymi



Ryc. 18. Przedstawiciele rodziny Reduviidae w Ameryce Śr. i Płd. są wektorami pierwotniaka *Trypanosoma cruzi* wywołującego chorobę Chagasa. Źródło: <https://www.google.pl>.

w literaturze anglojęzycznej czasami jako „shy predators” (wstydlivi drapieżcy) ze względu na ich specjalizację w polowaniu wyłącznie na owady stosun-



Ryc. 19. *Orius insidiosus* (Anthocoridae) i *Macrolophus caliginosus* (Miridae) są powszechnie używane do eliminacji szkodników w szklarniach. Źródło: <https://www.google.pl>.

kowo bezbronne jak np.: mszyce, mączliki, czerwce czy wciornastki, a także ich nimfy i jaja. Powszechnie stosowanym w walce biologicznej w szklarniach jest

Orius insidiosus z rodziny Anthocoridae i *Macrolophus caliginosus* z Miridae (Ryc. 19). Gatunki te są tak skuteczne, że w sklepach lub na stronach internetowych dla ogrodników zestawy dorosłych owadów lub ich nimf tych gatunków, bądź też innych drapieżnych pluskwiaków osiągają nieraz wysokie ceny.

Podsumowanie

Choć pluskwiaki różnoskrzydłe nie cieszą się tak szerokim zainteresowaniem oraz powszechnym szacunkiem jak np. chrząszcze (Coleoptera), czy motyle (Lepidoptera) i nieraz są mylone z tymi pierwszymi, to stan ich poznania w naszym kraju określany jest jako dobry. Heteroptera stają się też coraz częściej modelem wielu różnych badań i, jak się wydaje, ten trend powinien się nadal utrzymywać. Wiele jednak doniesień faunistycznych, zwłaszcza starszych, ma obecnie tylko rangę historyczną, gdyż występowanie niektórych gatunków w pewnych rejonach kraju nie zostało potwierdzone od wielu lat. Ale możliwe jest także wykazanie nowych taksonów, czy to w ogóle dla fauny Polski, czy też jedynie dla jakiejś fauny lokalnej

lub regionalnej. Jak wiemy fauna jest dynamiczna i ulega większym bądź mniejszym fluktuacjom na przestrzeni lat. Nieraz następuje wymiana gatunków i zmienia się drastycznie liczebność niektórych z nich. Przyczyny tego są różne: albo samoistne, naturalne, np. spowodowane zmianami klimatu lub powstające na skutek działalności człowieka, np. jako efekt budowy autostrady, melioracji, itp., czy też oba te czynniki wpływają jednocześnie. Stąd w niektórych rejonach można w ogóle nie spotkać danego gatunku, który dawniej nawet licznie tam występował lub ponownie spotkać jakiś takson, którego od wielu lat w tym miejscu nie widziano, bądź też odkryć nowy gatunek, wcześniej nieznan na danym obszarze. Badania w poszczególnych rejonach faunistycznych naszego kraju są nierównomierne i niekompletne. Warto więc bliżej zainteresować się Heteroptera, poobserwować je w naturze (*In situ*) lub w hodowli (*Ex situ*), żeby poznać ich wymagania środowiskowe oraz przyzwyczajenia pokarmowe i rozrodcze. Pozwoli to lepiej poznać tę bardzo ciekawą grupę owadów i zmienić do niej nastawienie, a przy okazji dostarczyć nowych wiadomości dla nauki.

Mgr Damian Kolbe jest doktorantem Zakładu Entomologii w Instytucie Zoologii UJ.

Dr hab. Stanisław Knutelski jest pracownikiem Zakładu Entomologii w Instytucie Zoologii UJ. E-mail: knutelski@gmail.com

JAK PTAKI BRONIĄ SIĘ PRZED PASOŻYTAMI ZEWNĘTRZNYMI?

Lukasz Dylewski, Marta Skarupa (Poznań)

Pasożyty są ważnym elementem ekosystemu. Pełnią rolę w samoregulacyjnych procesach ekologicznych. Organizmy potrafiące bronić się lub unikać pasożytów osiągają wyższy sukces reprodukcyjny. Pasożyty zewnętrzne, zwane dalej ektopasożytami, wywodzą się prawdopodobnie od komensali. Większość gatunków ektopasożytów należy do bezkręgowców, które bytują okresowo, przypadkowo lub też na stałe na powierzchni ciała innego organizmu zwanego żywicielem. Pasożyty zewnętrzne mogą obniżać sukces reprodukcyjny swoich gospodarzy, wywoływać patologiczne reakcje układu odpornościowego, przenosić chorobotwórcze patogeny (wszoły zdolne są do przenoszenia bakterii *Pasteurella multocida* wywołującą pasterelozę u kur), a także w okresie ciężkiego zakażenia wywoływać silne osłabienie prowadzące do śmierci.

Dotychczas zidentyfikowano ponad 58 tysięcy gatunków ektopasożytów atakujących ptaki, z których

pewna część może przenosić się na inne zwierzęta, jak również i na człowieka, powodując zmiany skórne, odczyny alergiczne oraz świąd.

Rodzaje ptasich ektopasożytów

Ektopasożyty najczęściej atakujące ptaki należą do gromady owadów właściwych (*Insecta*) oraz gromady pajęczaków (*Arachnida*). Do najczęściej spotykanych pasożytów zewnętrznych ptaków należą wszoły (*Mallophaga*) spotykane często w ich piórach. Te wtórnie bezskrzydłe owady potrafią nawet pożerać upierzenie ptasie i trawić keratynę (białko złożone), z której jest ono zbudowane. Dla ptaków hodowlanych za najbardziej groźne uważa się następujące gatunki wszołów: brzuchacz (*Goniocotes gigas*), *Stenocrotaphus gigas*, *Menacanthus pallidulus* pasożytujące na kurach domowych, dwa gatunki brzuchaczy (*Goniocotes bidentatus* i *Goniocotes hologaster*)

pasożytujące na gołębiach oraz *Anatoecus dentatus* spotykany najczęściej u kaczki domowej i gęsi domowej. Pasożytnicze pajęczaki to głównie roztocze (*Acari*). Przyjmuje się, że aż 2500 gatunków roztoczy jest związana z ptakami (występują na ciele oraz w gniazdach). Najlepiej poznane zostały gatunki należące do rodzajów: ptaszyniec (*Dermanyssus* sp.) oraz *Ornithonyssus* sp., żywiące się krwią ptaków oraz świerzbowce (*Cnemidocoptes*), żyjące w naskórku. Ektopasożytami ptaków mogą być także pijawki (*Hirudinea*) oraz grzyby keratynofilne i celulozyczne, a także bakterie, na które to składa się kilka niepowiązanych ze sobą grup rozkładających pióra.



Ryc. 1. Poznań Nowe Zoo 12.08.2014 rok. Papużka falista *Melopsittacus undulatus* podczas natłuszczenia dziobem piór, produkowanym w gruczole kuprowym olejem zawierającym prowitaminę D. Fot. Ł. Dylewski.

Mechanizmy obrony

Ektopasożyty są czynnikiem mogącym wpływać na przeżywalność wybranych osobników. Prawidłowe działanie układu immunologicznego stanowi pierwszą linię obrony organizmu przed różnymi czynnikami chorobotwórczymi, takimi jak infekcje czy transfer patogenów. Duży nacisk selekcyjny ze strony pasożytów doprowadził do wytworzenia różnych strategii obronnych i działań anty-pasożytniczych u ptaków. Wiele badań poświęconych tej tematyce dowodzi, iż ewolucja doprowadziła do powstania różnorodnych sposobów obrony przed ektopasożytami, począwszy od fizjologicznych i behawioralnych, kończąc na przystosowaniach wynikających z budowy morfologicznej. Wśród fizjologicznych sposobów obrony wyróżnić można m.in.: pierzenie, odstraszenie poprzez różnorodną zawartość melaniny w piórach oraz toksyczność (obrona chemiczna). Behawioralne sposoby obejmują: wzajemną pielęgnację, zachowania „kosmetyczne”, znoszenie roślin do gniazd i „kąpiele” w piasku. Przystosowania morfologiczne z kolei to charakterystyczna struktura dzioba oraz budowa szponów.

Pierzenie

Większość ektopasożytów styka się z upierzeniem co najmniej przez jakiś czas. Wszoły żywią się piórami, które są trawione przez endosymbiotyczne bakterie. Pierzenie się ptaków może przyczyniać się do usuwania pasożytów. Badając np. szpaki podczas pierzenia zaobserwowano 85% spadek liczebności wszołów. Jednakże nie u wszystkich gatunków pierzenie skutkuje zmniejszeniem liczebności ektopasożytów. Badania nad dziwuszką ogrodową (*Carpodacus mexicanus*) dowodzą wzrostu liczebności dwóch gatunków roztoczy (*Dermoglyphus* sp. i *Strelkoviacarus* sp.) po przepierzeniu się. Przyczyną tego fenomenu może być to, że pewne gatunki roztoczy mogą skupiać się w określonym miejscu na ciele, po czym z powrotem opanowywać żywiciela. Owe zjawisko wyjaśnić mogą dwie hipotezy – pierwsza hipoteza „wibracji” (ang. vibration hypothesis) mówiąca, że pasożyty wyczuwają wibracje spowodowane wypadaniem starszych piór, druga hipoteza „okna” (ang. window hypothesis) mówiąca, że pasożyty mogą wykryć zmiany w ruchu przepływu powietrza w wyniku braku lotek.

Pigment i zapach piór

Pióra zawierające pigment – melaninę – odpowiedzialny za kolor brązowy, czarny oraz szary są bardziej odporne na ścieranie i rozdzarcia. Starsze badania utrzymują hipotezę, że melanina może zmniejszać liczebność pasożytów, jednakże eksperyment przeprowadzony na piórach gołębia skalnego (*Columba livia*), gdzie użyto dwóch gatunków wszołów *Columbicola columbae* i *Campanulotes comparne* nie wykazał takiej zależności. Melanina może działać hamująco na rozwój bakterii. Przeprowadzone badania *in vitro* na piórach gęsi domowej (*Anser anser domesticus*) zaszczepionych bakterią (*Bacillus licheniformis*) wykazały, że te, które zawierały melaninę charakteryzowały się mniejszą liczbą bakterii, a ich degradacja przebiegała wolniej niż w przypadku piór pozbawionych melaniny. W obronie uczestniczyć może zapach piór, a także znajdujące się na nich substancje. Nurniczek czubaty (*Aethia cristatella*) posiada zdolność wydzielania ostrego zapachu cytrusów. Substancja odpowiedzialna za ten zapach zawiera jednołańcuchowe nasycone aldehydy, które działają odpychająco na pasożyty. Powstałe aldehydy mają właściwości żrące i drażniące. Olej gruczołu kuprowego, którego główną funkcją jest utrzymywanie siły i elastyczności upierzenia, może pełnić podobne funkcje. Natłuszczenie piór, produkowanym w gruczole

kuprowym olejem zawierającym prowitaminę D przeciwdziała ich zawilgoceniu. Olej ten może zwalczać pasożyty zewnętrzne poprzez zmniejszanie ich mobilności na piórach i skórze ptaka. Wyekstrahowano 17 związków chemicznych z wydzieliny gruczołu kuprowego, z których 7 hamowało rozwój bakterii. Podobny mechanizm obrony zaobserwowano u szpaków (*Sturnus vulgaris*), których wydzielina hamowała wzrost grzybów (*Arthoderma quadrifidum*, *A. uniinatum* oraz *Ctenomyces serratus*).



Ryc. 2. Poznań Nowe Zoo 12.08.2014 rok. Koronnik szary *Balearica regulorum*. Fot. Łukasz Dylewski.



Ryc. 3. Poznań Nowe Zoo 12.08.2014 rok. Koronnik szary *Balearica regulorum* czyszczący skrzydła. Fot. Łukasz Dylewski.

Kwas mrówkowy

Ten rodzaj zachowania zwany mrówkowaniem lub „kąpielą mrówkową” (ang. *anting*) zaobserwowano

u 200 gatunków ptaków (głównie z rzędu wróblowatych *Passeriformes*). Ptaki w celu zabicia pasożytów korzystają z usług mrówek (*Formica rufa*). Zachowanie to polega na tym, że ptak pozwala na swobodne chodzenie mrówek po swoim ciele i rozprostowanych skrzydłach. Wydzielany przez mrówki kwas zabija i odstrasza ektopasożyty. Negatywny wpływ kwasu mrówkowego na pasożyty wykazano na przykład u świergotków (*Anthus* sp.), gdzie po 12 h od „mrówczej kąpieli” zaobserwowano spadek populacji pasożytów o 25%.

Obrona chemiczna

Gatunki wykorzystujące obronę chemiczną stosują wszelkiego rodzaju toksyny mające na celu odstrąszenie drapieżnika, jak również ochronę przed pasożytami. Różne gatunki zwierząt uodporniły się na działanie toksyn pochodzących od roślin i zwierząt, są one nawet w stanie gromadzić je w swoich tkankach. W 1984 roku uczony Lincoln Pierson Brower wymienia dwie kategorie obrony chemicznej:

1. wydzielanie bądź gromadzenie toksyn, które mogą przyczyniać się do śmierci drapieżnika
2. występowanie w ciele związków powodujących wyłącznie przykry smak, ale nieszkodliwych dla organizmu. Szerszy artykuł na temat chemicznej obrony u ptaków drukowany był we Wszechświecie, tom. 115, nr. 4–6, 2014, autor Łukasz Dylewski.

Ptaki mogą uzyskać toksyczność z diety, z symbiotycznych lub pasożytniczych mikroorganizmów zawartych w swoim organizmie oraz bezpośrednio ze środowiska zewnętrznego, np. opisane wcześniej pozostawianie przez mrówki kwasu mrówkowego na piórach ptaka.

Zachowania pielęgnacyjne

Kolejnym sposobem obrony przed ektopasożytami jest grupa zachowań pielęgnacyjnych (ang. *grooming behavior*), do której wliczane jest drapanie oraz wydobywanie dziobem pasożytów, zmniejszając tym samym ich liczebność. Najczęściej stosowany mechanizm to *preening*, obejmujący zachowania ciągnięcia pióra dziobem lub gryzienia go od nasady do końcówki.

Przy tym rodzaju obrony warto wspomnieć o istotnym znaczeniu budowy dzioba. Otóż u danego gatunku występują różnice w budowie w zależności od miejsca bytowania; przykładowo u modrowronki kalifornijskiej (*Aphelocoma californica*) w populacjach żyjących w dębowych zaroślach dziób jest inaczej zbudowany niż w populacjach żyjących

w lasach sosnowych. Wykazano ujemną korelację między liczebnością wszołów a stopniem w jakim górna szczęka wystaje nad dolną. Morfologiczne przystosowanie dzioba pozwala na redukcję ektopasożytów co udowodniono eksperymentalnie poprzez usunięcie 1–2 mm części szczęki u gołębia skalnego. Po redukcji szczęki nastąpił drastyczny wzrost populacji wszołów na ciele ptaka.

Drapanie pozwala na dotarcie tam, gdzie zwierzę nie jest w stanie sięgnąć za pomocą dzioba. U 17 ze 118 rodzin ptaków na szponach występuje grzebieniasty wyrostek, który powoduje zwiększenie możliwości likwidacji pasożytów.

Kąpiele słoneczne

Następnym zachowaniami pielęgnacyjnym będącymi sposobem obrony przed pasożytami zewnętrznymi są kąpiele słoneczne oraz kąpiele w piasku. Zachowania te spotykane są u kilkunastu rzędów ptaków. Unoszący się pył, jak i ten pokrywający upierzenie, może powodować zatykanie przetchlinek u owadów oraz ścieranie ich oskórków, natomiast promieniowanie słoneczne może zabijać bezpośrednio ektopasożyty lub powodować ich ucieczkę z głębszych warstw piór i puchu. Kąpiele słoneczne zaobserwowano u 50 rodzin ptaków.



Ryc. 4. Poznań Nowe Zoo 12.08.2014 rok. Łabędź niemy *Cygnus olor* i kaczka krzyżówka *Anas platyrhynchos* podczas czyszczenia i nakładania wydzieliny z gruczołu kuprowego na powierzchnię piór. Fot. Lukasz Dylewski.

Zachowania „kosmetyczne” (ang. *cosmetic behaviour*)

Zachowanie rozpoznane u 13 rodzin ptaków. Funkcja tego zachowania jest w dużym stopniu nieznana, ale niektóre przykłady wskazują, że zachowanie to może służyć obronie przed ektopasożytami. Polega

ono na pocieraniu się o rośliny czy glebę. Przykładowo orłosęp brodaty (*Gypaetus barbatus*) przeciera swoje upierzenie w suchej czerwonej glebie bogatej w tlenek żelaza, co może przyczyniać się do zahamowania rozwoju bakterii.

Rośliny aromatyczne w gniazdach

Pasożyty zewnętrzne, które bytują lub okresowo pojawiają się w ptasich gniazdach, są kolejnym problemem, z jakim ptaki muszą sobie radzić. Ektopasożyty występujące w gniazdach mogą zwiększać zachorowalność u dorosłych ptaków, piskląt czy podlotów, zmniejszać wzrost i przeżywalność piskląt oraz prowadzić do zaburzeń fizjologii organizmu powodując np. niedokrwistość lub zwiększając tempo metabolizmu.

Gniazdo ptaków składa się zazwyczaj z różnych materiałów, w tym z suchej trawy i gałęzi, mchów oraz materiałów pochodzenia zwierzęcego, takich jak włosy czy puch. U pewnych gatunków ptaków mogą także występować aromatyczne fragmenty roślin, które stanowią dodatkowy element w gnieździe. Materiał zielny dodawany do gniazda jest różnorodny i zależy w głównej mierze od dostępności w środowisku. Zalicza się tutaj m.in. krwawnik pospolity (*Achillea millefolium*), barszcz pospolity (*Heracleum sphondylium*), bez czarny (*Sambucus nigra*), lawendę francuską (*Lavandula stoechas*), kocankę włoską (*Helichrysum italicum*), mięętę (*Mentha suaveolens*), plesznik (*Pulicaria odora*), gatunki cyprysów (*Cupressus sp.*) i cedrów (*Cedrus sp.*), a także wosk mirty (*Myrtus sp.*). Materiał zielny może być dodawany o określonej porze dnia, w okresie godowym czy wylęgu piskląt. Może być rozmieszczony przy krawędzi gniazda, jak i w samym jego środku.

Rośliny znoszone do ptasich gniazd pełnią następujące funkcje:

- bezpośrednio odstraszać pasożyty zasiedlające gniazdo
- wpływać na stan fizjologiczny i rozwój piskląt
- stanowić „wabik” na samice

Zróznicowana mieszanka chemicznych aromatów roślinnych ochrania gniazdo działając na receptory węchowe owadów. Zawarte w roślinach związki aktywne zaliczane do monoterpenu i izoprenu funkcjonują jako naturalne insektycydy, posiadają właściwości antyseptyczne oraz grzybobójcze. Wykazano obecność następujących związków: linalol, kamforę, limonen, eukaliptol, mircen, pulegon. W latach 80-tych XX wieku wykazano, że niektóre gatunki roślin mogą opóźniać wzrost bakterii, a co więcej zmniejszać

liczebność drobnoustrojów zamieszkujących skórę i pióra piskląt. Przykładowo korsykańskie sikory modre (*Cyanistes caeruleus*) selektywnie wybierają gatunki roślin zielnych, (głównie świeże liście krwawnika (*Achillea ligustica*) i lawendy francuskiej (*Lavandula stoechas*), zmieniając je co kilka dni w celu utrzymywania aromatycznego środowiska.

Wpływ człowieka

Omawiając mechanizmy obrony przed pasożytami zewnętrznymi warto także wspomnieć o sposobach związanych pośrednio z działalnością człowieka, które wykształciły się u ptaków typowo miejskich. Otóż u dwóch gatunków wróbla domowego (*Passer domesticus*) i dziwonii ogrodowej (*Haemorrhous mexicanus*) zaobserwowano zbieranie niedopałków papierosów do gniazd. Fenomen ten został odkryty w mieście Nowy Meksyk. Przeprowadzone badania dowodzą, że niedopałki mogą skutecznie zmniejszać liczebność ektopasożytów zasiedlających gniazdo. Podejrzewa się, że trująco działa zawarta w wypalonych niedopałkach nikotyna. Potwierdził to eksperyment, w którym liczono pasożyty w gniazdach, w których umieszczono czyste filtry oraz niedopałki. Stwierdzono, że pasożyty unikały niedopałków. Można więc śmiało stwierdzić, iż wpływ człowieka na ptaki może być pozytywny. Okazuje się bowiem, że swoją działalnością dostarczamy ptactwu zasobów potrzebnych do obrony przed pasożytami, a tym samym do osiągnięcia lepszego komfortu bytowania.

Relacja ptak – pasożyt

Ptaki wykształciły najróżniejsze sposoby obrony przed ektopasożytami. Ewolucja niektórych cech, jak

również zachowań anty-pasożytniczych pozwalają wielu gatunkom na przetrwanie. Osobniki wolne od ektopasożytów charakteryzują się wyższą przeżywalnością i są bardziej pożądane przez partnerów, przez co osiągają większy sukces rozrodczy. Imponujące możliwości ptaków w walce z ektopasożytami są skutkiem procesu ewolucji, a szczególnie koewolucji. Ptaki mogą łączyć różne strategie obronne. Należy zauważyć, że ewolucja różnych technik obronnych wykształca się w zależności od środowiska, w jakim dany gatunek bytuje. Dla przykładu można wymienić wydzielinę gruczołu kuprowego, która jest najbardziej powszechna u ptaków wodnych oraz toksyczność, występująca u niektórych gatunków ptaków z Nowej Gwinei.

Każda strategia obronna, czy to fizjologiczna, behawioralna czy morfologiczna różni się w przypadku, gdy dany ptak jest atakowany przez jeden gatunek pasożyta z określonej grupy, czy też przez całą gamę różnych gatunków pasożytów. W pierwszym przypadku występuje ścisła zależność między typem obrony a danym pasożytem. W drugim przypadku mamy do czynienia z typem lub typami obrony mającymi na celu likwidację większej liczby różnych rodzajów pasożytów.

Niektóre strategie obronne mogą prowadzić jednak także do negatywnych skutków. Występujące powszechnie u ptaków zachowania pielęgnacyjne mogą narażać ptaki na ataki drapieżników. Kiedy ptak zajęty jest czyszczeniem pokrycia ciała, jego czujność jest ograniczona, wobec tego taki osobnik może stać się potencjalną ofiarą. Również znoszenie do gniazd aromatycznych gatunków roślin powoduje, że gniazdo staje się bardziej widoczne i atrakcyjniejsze dla drapieżników.

Lukasz Dylewski i Marta Skarupa to studenci V roku kierunku: Biologia, Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. E-mail: dylewski91@wp.pl

PYLEK – CO NAM MÓWI?

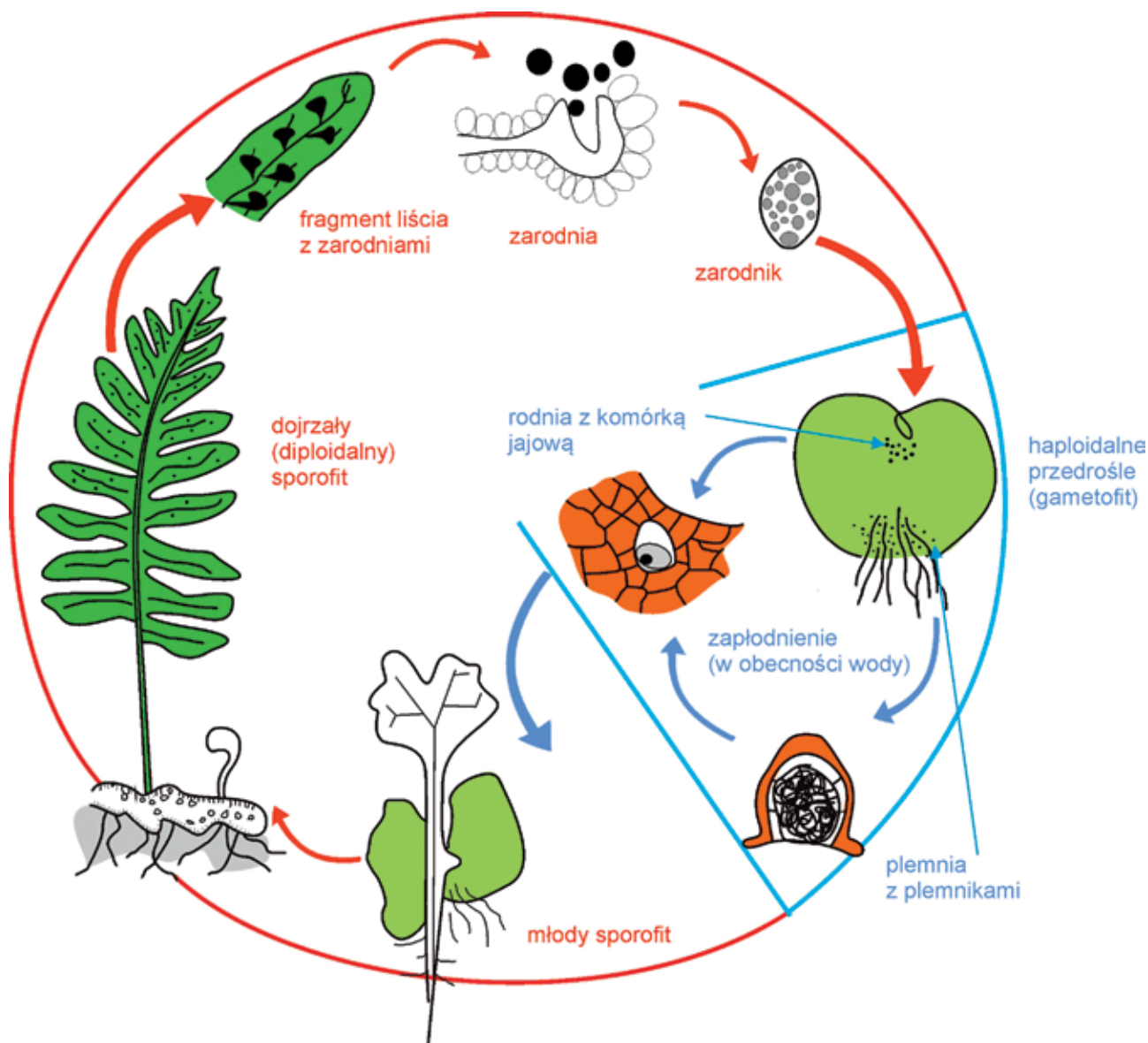
Sylvia Skreczko, Krzysztof Roman Brom, Mateusz Wolny, Tomasz Brachaniec (Katowice)

Pyłek roślin rozsiewany jest od milionów lat, naukowcy oceniają, że produkcja pyłku pochodzącego z południowej i środkowej Szwecji wynosi ok. 75 tys. ton rocznie w latach wzmożonego pylenia. Badania aeropalinologiczne wykazują, iż produkcja pyłku żyta przypadająca na m² wynosi ok. 1270 mln. Pomimo swych niewielkich rozmiarów (ok. 0,01–0,2 mm) ma ogromne znaczenie dla człowieka i środowiska.

Nauką zajmującą się badaniem pyłku i jego wpływu na otoczenie jest palinologia (od gr. *palunō* – rozprasać, rozsiewać). Pojęcie te zostało wprowadzone w 1944 roku przez angielskich badaczy H. A. Hyde'a i D. A. Williamsa. Pierwsze badania skupione były na współczesnych zarodnikach i ziarnach pyłku (neopalinologia), następnie zainteresowano się również formami kopalnymi (paleopalinologia). W Polsce

na początku XX wieku wykonano pierwsze analizy i diagramy pyłkowe, miało to miejsce w Instytucie Botanicznym UJ w Krakowie z inicjatywy Władysława Szafera. Pierwszym stanowiskiem opracowanym za pomocą tej metody było holocenijskie torfowisko w Pakosławiu (woj. wielkopolskie). Na przestrzeni lat palinologia dość dynamicznie rozwinęła się, poprzez swoje powiązanie z paleobotaniką i mikropaleobotaniką, a obiektem zainteresowań naukowców stały się starsze osady. Obecnie badaniami palinologicznymi zajmuje się wiele jednostek naukowych, m.in. Polska Akademia Nauk w Krakowie i w Warszawie,

pyłku należącego do charakterystycznych taksonów roślin w badanych osadach lub innych materiałach, np. na dowodach zbrodni czy w produktach pszcze-lich. Metodę tę wykorzystuje się najczęściej w utworach biogenicznych czwartorzędu (plejstocen i holocen). Przyczyną wyboru tych utworów jest często doskonały zapis cyklicznych zmian m.in. klimatu. Tego typu badania umożliwiły wydzielenie interglacjałów (okresy między zlodowaceniami, tzw. ciepłe) oraz scharakteryzowanie roślinności glacialnej i interglacialnej. Inną przyczyną badań osadów czwartorzędowych jest pojawienie się w zapisie kopalnym



Ryc. 1. Schemat przemian pokoleń (według Dybova-Jachowicz, Sadowska, 2003, zmodyfikowane).

Państwowy Instytut Geologiczny oraz Uniwersytety w Warszawie, Łodzi, Sosnowcu, Poznaniu oraz Wrocławiu.

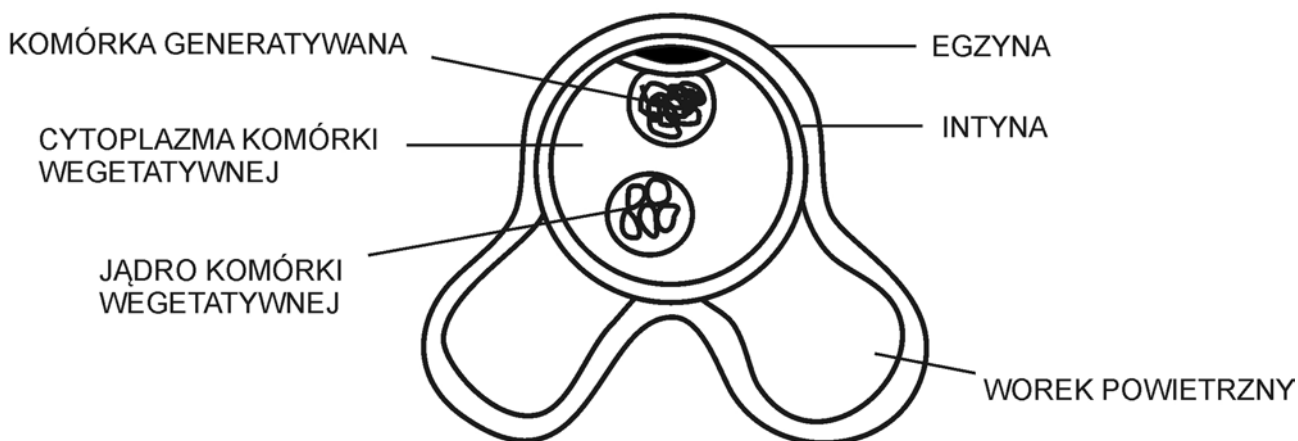
Główną metodą badawczą jest analiza pyłkowa, której wykonanie umożliwia przedstawienie udziału

śladów działalności człowieka, wprowadzających szereg zmian w szacie roślinnej (wylesienia, zwiększenie ilości roślin uprawnych). Ma to szczególne znaczenie dla badań nad osadnictwem pod względem nauk przyrodniczych, historii oraz archeologii.

Celem artykułu jest przybliżenie zastosowania analizy pyłkowej w paleoekologii i współczesnych dziedzinach nauki, przedstawienie jej metodyki oraz ukazanie jej potencjału.

dla wody, dzięki czemu chroni komórkę przed wyschnięciem. Produkowane są przez diploidalne (posiadające podwojony materiał genetyczny) sporofity w wyniku podziału redukcyjnego – mejozy, z ra-

GAMETOFIT MĘSKI (KILKUKOMÓRKOWE ZIARNO PYŁKU)



Ryc. 2. Schemat budowy ziarna pyłku (według Dybova-Jachowicz, Sadowska, 2003, zmodyfikowane).

Przyczyna powstania pyłku oraz jego wytwarzanie

Jednym z najważniejszych wydarzeń w historii Ziemi było wyjście roślin na ląd ze środowiska wodnego. Pierwsze prymitywne rośliny musiały wykształcić wiele adaptacji związanych z lądowym trybem życia. Pojawić się musiały na przykład tkanki pobierające oraz transportujące wodę i substancje odżywcze, tkanki okrywające chroniące roślinę przed wysuszeniem oraz promieniowaniem UV, wzmacniające mające na celu wzmocnienie pędów, jak również aparaty szparkowe umożliwiające wymianę gazową. Zmiany nastąpiły również w sposobie rozmnażania oraz w budowie organów generatywnych. Początkowo komórki plemnikowe roślin wymagały bezpośredniej obecności wody, aby być w stanie zapłodnić komórkę jajową. Nadal ma to miejsce u lądowych roślin nienaczyniowych, czyli takich, które nie posiadają wykształconej tkanki przewodzącej – ksylemu (drewna) oraz floemu (łyka). Przykładem takich grup roślin są wątrobowce (Marchantiophyta), glewniki (Anthocerotophyta) oraz mchy (Bryophyta). Również niektóre rośliny naczyniowe wymagają obecności wody przy zapłodnieniu, jak paprotniki (Pteridophyta) czy widłaki (Lycopodiophyta).

Progresywne adaptacje, mające na celu od niezależenie rozmnażania od obecności wody, spowodowały wykształcenie różnego rodzaju spor, czyli komórek przetrwalnikowych służących do rozmnażania, zazwyczaj wytwarzanych w zarodniach. Ściana komórkowa spor jest nieprzepuszczalna

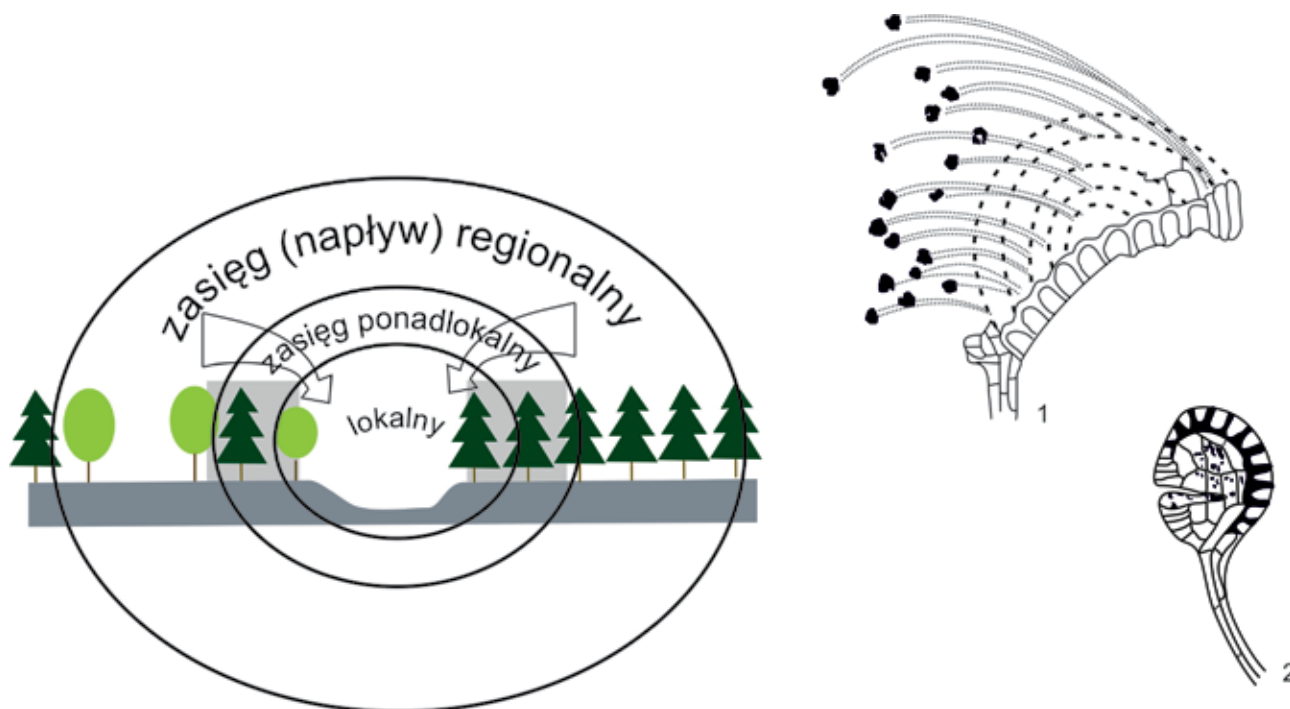
co czego są one haploidalne (posiadają pojedynczy materiał genetyczny). Taka haploidalna spora po wykiełkowaniu prowadzi do powstania haploidalnego gametofitu, produkującego gamety, czyli komórki generatywne. Są one pewnego rodzaju analogią do plemników i komórek jajowych występujących w świecie zwierząt, w tym u człowieka. Gamety po połączeniu tworzą na nowo diploidalny sporofit. Roślina będąca diploidalną znajduje się w tak zwanej diplofazie, natomiast haploidalna w haplofazie, co w literaturze określane jest jako przemiana pokoleń (Ryc. 1). U roślin nasiennych (Spermatophyta) faza haploidalna ograniczona jest tylko do kilku komórek. Jest to swoistego rodzaju zdobycz ewolucyjna. Komórki haploidalne z racji posiadania pojedynczego zestawu genetycznego, a tym samym pojedynczego zestawu genów narażone są na mutacje, które mogą prowadzić do śmierci komórki lub upośledzenia jej czynności, tym samym zmniejszając jej szanse na przeżycie i udaną reprodukcję. Z kolei komórki diploidalne, z powodu posiadania dwóch zestawów tych samych genów, nawet w przypadku uszkodzenia danego genu w wyniku mutacji, nadal mogą być zdolne do egzystencji z racji posiadania drugiej kopii każdego genu. Męski gametofit roślin nasiennych określane jest mianem mikrogametofitu i produkowany jest w mikrosporangium (workeczku pyłkowym). Mikrogametofit występuje pod postacią mikrospory, czyli pyłku, i produkuje gamety, czyli komórki plemnikowe. Natomiast żeński gametofit to megagametofit, zredukowany do megasporangium,

nazywanym u roślin kwiatowych (Angiospermae) woreczkiem zalążkowym. Woreczek zalążkowy zawiera zazwyczaj tylko siedem komórek.

Każde ziarnko pyłku zawiera dwa typy komórek – wegetatywne (niereproduktywne) oraz generatywne biorące udział w zapłodnieniu. U roślin kwiatowych występuje tylko jedna wegetatywna oraz jedna generatywna, która po podziale tworzy dwie haploidalne komórki plemnikowe. Pyłek otoczony jest podwójną ścianą – cienką i delikatną intyną oraz grubszą, odporną egzyną o charakterystycznej strukturze (Ryc. 2). Typy urzeźbienia powierzchni pyłku oraz rodzaj i umiejscowienie aparatów germinalnych (otworów) wykorzystywane są do ich rozpoznawania. Powierzchnia pyłku może posiadać struktury dwojakiego typu: pozytywne (sterczące elementy) oraz negatywne (bez wystających elementów). Powierzchnie negatywne mogą być gładkie, czyli nieposiadające żadnych charakterystycznych elementów dodatkowych, dziurkowane lub rowkowane. Skulp-

„Deszcz pyłkowy”

Pyłki produkowane są w ogromnych ilościach przez rośliny, następnie przenoszone na dalsze odległości. Ze względu na brak posiadania przez nie zdolności aktywnego poruszania się, do transportu służą różnego rodzaju źródła zewnętrzne. Głównymi czynnikami transportującymi mogą być: woda, zwierzęta (głównie owady i ptaki) oraz wiatr. W okresie wegetacji (od wczesnej wiosny do późnej jesieni) w powietrzu unoszą się chmury zarodników i ziaren pyłku (sporomorfy), aby następnie opaść w postaci tzw. „deszczu pyłkowego”. Jednym z efektów „deszczu pyłkowego” jest występujący wiosną żółtawy nalot na kałużach w postaci pyłku *Pinus sylvestris* (sosna zwyczajna). Zjawisko „deszczu pyłkowego” można podzielić na: opad lokalny (do 500 m), transport bliski (500–1000 m), transport dalszy (1–10 km) i transport daleki (powyżej 10 km). Opad lokalny charakteryzuje się pyłkiem pochodzącymi z bezpo-



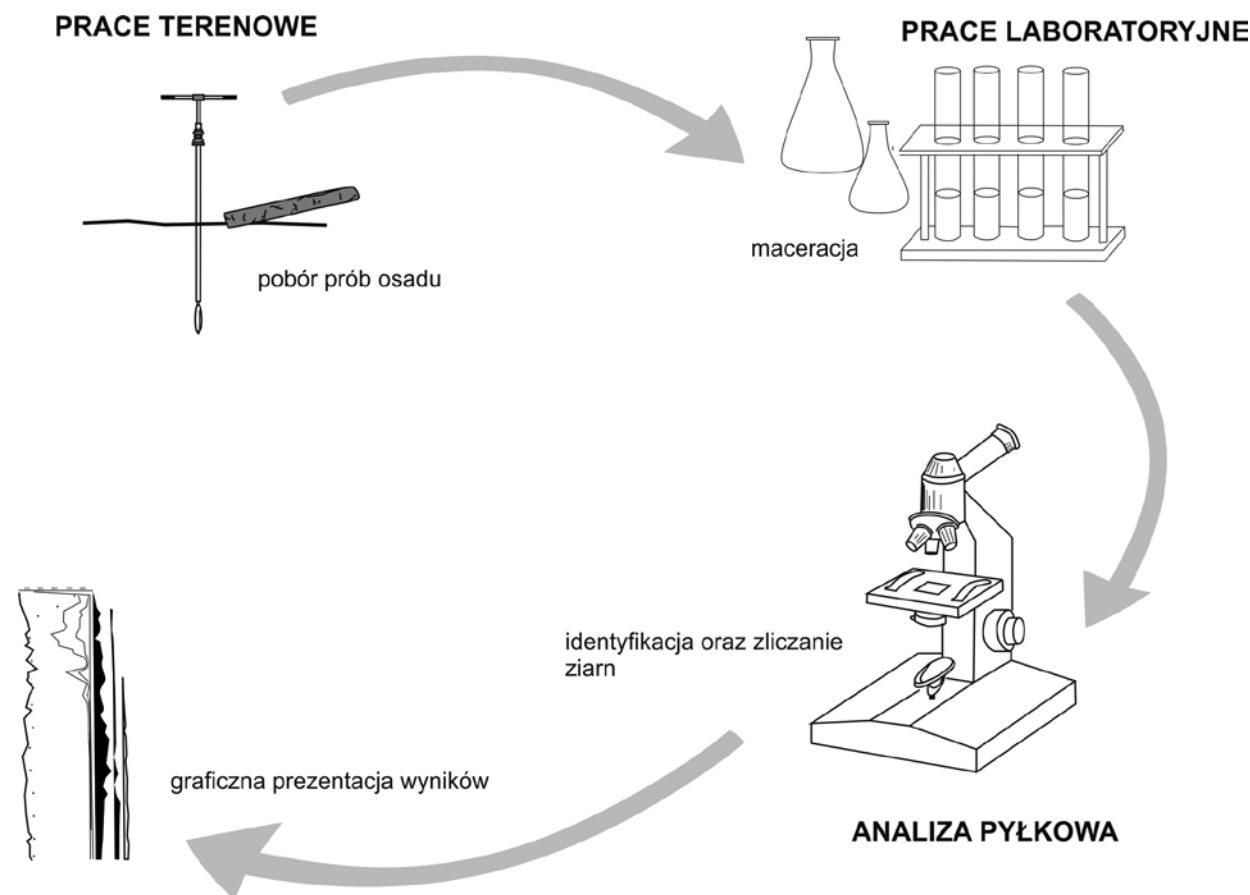
Ryc. 3. Obszary zasięgu pyłków i zarodników w osadach; 1-zarodnia wyrzucająca zarodniki, 2-pęknięta zarodnia (według Jacobson, Bradshaw, 1980; Rejment-Grochowska, 1980; Dybova-Jachowicz, Sadowska, 2003, zmodyfikowane).

tura (rzeźba) pozytywna jest bardziej zróżnicowana, różnego rodzaju kolce, pałeczki, maczugi, prążki, paski i siatki powodują, że rozpoznawanie na podstawie morfologii jest najlepszą poznaną metodą pomocną w systematyce pyłków współczesnych i kopalnych.

średniego otoczenia stanowiska badawczego, natomiast opad regionalny z roślin oddalonych nawet o kilkaset metrów od stanowiska (Ryc. 3). Odległość przenoszenia uzależniona jest od siły wiatru, czasu jego trwania, kierunku oraz występujących w nim turbulencji. Udział zarodników i ziaren pyłku roślin w transporcie z poszczególnych obszarów uzależniony

jest również od wielkości basenu akumulacyjnego (np. jeziora lub torfowiska). W przypadku małych basenów akumulacyjnych (średnica do kilkudziesięciu metrów) większość pyłku pochodzi z transportu lokalnego, a tylko w nieznacznym udziale występu-

w stopniu zalesiania danego obszaru. Wskaźnikiem tego typu zmian jest stosunek pyłku drzew AP (*arborum pollen*) do pyłku roślin zielnych NAP (*non-arborum pollen*) oraz udział pyłku drzew cieniulubnych i światłożądnych. Innym przykładem dokumentu-



Ryc. 4. Metodyka badań palinologicznych. (Rysowała Sylwia Skreczko).

je materiał z transportu regionalnego. W przypadku większych basenów sedymentacyjnych udział komponentów z transportu lokalnego zmniejsza się, a udział sporomorf z napływu regionalnego zwiększa. Na napływ regionalny może mieć również wpływ typ oraz charakterystyka powierzchni otaczającej stanowisko, np. jego ekspozycja czy też stopień zalesienia. Znajomość możliwych trajektorii rozprzestrzeniania się sporomorf ma bardzo ważne znaczenie dla palinologii oraz innych dziedzin, w których analiza pyłkowa może mieć zastosowanie. Skład „deszczu pyłkowego” odzwierciedla skład szaty roślinnej danego obszaru, opad jest syntezą panujących tam warunków przyrodniczych, a jego skład uzależniony jest od klimatu, występowania danego typu gleby, hydrologii obszaru oraz działalności człowieka. Antropogeniczne przemiany środowiska odzwierciedlone w diagramach pyłkowych interpretowane są na podstawie występowania dowodów świadczących o zmianach

jącym dynamikę zbiorowisk kształtowanych przez działalność człowieka w diagramach pyłkowych jest udział pyłków roślin charakterystycznych dla pól uprawnych, pastwisk czy też siedlisk ruderalnych.

Metodyka badań palinologicznych

Badania palinologiczne polegają na rozpoznawaniu ziaren pyłku i zarodników roślin współczesnych oraz kopalnych. Wykonuje się w tym celu badania morfologii oraz skulptury (rzeźby) sporomorf roślin współczesnych, które stają się bazą wzorcową pomocną przy oznaczaniu okazów taksonów. Dodatkowym źródłem informacji w analizie palinologicznej jest rodzaj transportu ziaren pyłku i zarodników roślin współczesnych, które można odnieść do sposobów przemieszczania się sporomorf kopalnych (aktuopalinologia). Analiza palinologiczna dzieli się na trzy etapy (Ryc. 4).

Pierwszym są prace terenowe, czyli pobór próbek, kolejną czynnością są badania laboratoryjne mające na celu przygotowanie preparatów do ostatecznego etapu: analizy pyłkowej.

Osadami będącymi najlepszym źródłem pyłku do analizy palinologicznej są utwory jeziorne i torfy. Sedymentacja odbywała się w nich jednostajnie i bez zaburzeń, tzn. każdego roku przyrasta cienka warstewka materii organicznej równoległa względem poprzedniej. Materiał do badań pobiera się w odkrywkach naturalnych, sztucznych oraz przy pomocy wierceń, gdzie wykorzystywane są najczęściej specjalne sondy skonstruowane do poboru osadów biogenicznych. Są to wiercenia rdzeniowe, które pozwalają na pobranie profili o nienaruszonej strukturze. Zapewnia to konstrukcja w postaci puszki umożliwiającej zebranie osadu do jej wnętrza. Przy poborze próbek należy zachować czystość urządzeń oraz samych próbek. Materiał powinien być odpowiednio zabezpieczony i opisany (głębokość poboru, lokalizacja). Kolejną czynnością badań palinologicznych są prace laboratoryjne, próbki należy przygotować tak, aby uzyskać jak największą koncentrację ziaren pyłku i zarodników roślin poprzez usunięcie z osadu części mineralnych i organicznych. Sporomorfy, dzięki swojej odporności, pozostają nienaruszone nawet, gdy zadziała się na nie silnymi kwasami. Ostatnim etapem prac laboratoryjnych jest sporządzenie płytek do analizy mikroskopowej. Grubość wykonanych preparatów powinna być taka, aby sporomorfy były ułożone w jednej płaszczyźnie i zostały dobrze rozprowadzone na powierzchni szkiełka mikroskopowego.

Główną czynnością badań palinologicznych jest analiza pyłkowa, polegająca na identyfikacji ziaren pyłku i zarodników roślin występujących w badanym preparacie oraz ich zliczeniu. Aby prawidłowo oznaczyć materiał badawczy należy korzystać z kolekcji porównawczej sporomorf współczesnych i kopalnych (kluczy opisowych, fotografii, rysunków). Dodatkową czynnością analizy pyłkowej może być sporządzenie opisu morfologii sporomorf przykładowego preparatu. Może być to pomocne w kolejnych badaniach palinologicznych. Liczenie sporomorf powinno być wykonywane z przyporządkowaniem do drzew, krzewów, roślin zielnych, krzewinek, roślin wodnych i szuwarowych, a także paprotników i mszaków. Wyniki analizy pyłkowej przedstawiane są za pomocą tabel oraz diagramów, które ukazują w sposób graficzny udział poszczególnych taksonów w trakcie tworzenia się osadu. Do wykonania tego typu opracowań wykorzystuje się program POLPAL, służący nie tylko do graficznego przedstawienia, ale również elektronicznej archiwizacji i przetwarzania

danych otrzymanych przy zliczaniu oraz do wykonywania analiz numerycznych.

Różnokierunkowe zastosowanie palinologii

Badania palinologiczne wykorzystywane są w naukach przyrodniczych, jak również w innych dziedzinach wiedzy, np. w medycynie, a dokładniej w alergologii. Już w XIX wieku przypuszczano, iż wdychanie przez ludzi nieokreślonych dokładnie „wyziewów” traw może być przyczyną dolegliwości górnych dróg oddechowych oraz innych narządów. Chorobę ta określono jako „gorączka sienna”, obecnie nazywana „alergią pyłkową” lub „katar siennym”. Edukacja lekarzy-alergologów w zakresie aeropalinologii na przestrzeni lat została zwiększona z powodu współczesnej „epidemii” kataru siennego. Według danych od 10 do 15% wszystkich chorób alergicznych wywołanych jest pyłkiem roślin wiatropylnych. W Polsce u ok. 25% mieszkańców występuje katar alergiczny (dane na rok 2013), z którego może rozwinąć się astma, a w późniejszych stadiach przewlekłe choroby płuc.

Kolejnym działem palinologii jest melisopalinologia, zajmująca się analizą pyłkową produktów pszczołich oraz pyłkiem zbieranym lub zjadanym przez owady. Początkowym zadaniem melisopalinologii było ustalenie pochodzenia miodu, które można określić na podstawie zawartych w nim charakterystycznych ziaren pyłku, a obecnie można ocenić również jakość miodu. W miodach spotykane są pyłki wskaźnikowe, charakterystyczne dla danego sezonu lub zbiorowisk roślinnych oblatywanych przez pszczoły. W polskim handlu od 1971 roku obowiązuje analiza pyłkowa według Polskiej Normy PN-88/A-77626. Zgodnie z nią miody odmianowe powinny zawierać określone zawartości pyłku, np. rzepak, gryka, wrzos – 45%, akacja – 30%, lipa – 20%; jeżeli udział tych roślin jest mniejszy, miód uznawany jest za wielokwiatowy. Analizę pyłkową wykorzystuje się również w archeologii w zakresie rekonstrukcji środowiska oraz gospodarki na terenach objętych studiami osadniczymi oraz w historii, w tym w historii sztuki (np. badania pochodzenia oraz wieku Całunu Turyńskiego).

Istotne znaczenie palinologia osiągnęła w kryminalistyce i sądownictwie, gdzie wykorzystywana jest do celów dowodowych przy ściganiu przestępców. Palinologia kryminalistyczna stosowana jest w postępowaniach dotyczących przestępstw m.in. morderstw, gwałtów, oszustw, ataków terrorystycznych, handlu narkotykami czy w postępowaniach dotyczących ochrony środowiska. Celem analizy pyłkowej w tych przypadkach jest: powiązanie podejrzanego

z miejscem zdarzenia lub ujawnienia (np. zwłok), powiązanie materiału rzeczowego zebranego na miejscu zbrodni lub miejscu ujawnienia z podejrzanym, potwierdzenie lub wykluczenie alibi, uzyskanie informacji na temat środowiska, z którego pochodzi materiał dowodowy oraz wiele innych celów mających wspomagać działanie policji oraz sądów. Laboratoria palinologiczne współpracują również z firmami naftowymi. Analizując barwy palinomorf występujących w osadach paleozoicznych można określić dojrzałość materii organicznej. Innymi słowy, pomaga on w zlokalizowaniu i określeniu potencjału złóż ropy naftowej i gazu ziemnego.

Podsumowanie

Palinologia jest istotną dziedziną nauki służącą poznawaniu historii roślinności oraz rekonstrukcji zmian środowiska w przeszłości. Dynamiczny rozwój

tej nauki pozwala na coraz liczniejsze zastosowanie jej w życiu człowieka. Poznanie ziaren znajdujących się w powietrzu umożliwiło rozwój alergologii, która pomaga zwalczyć uciążliwe objawy „kataru siennego” oraz zapobiega ciężkim chorobom płuc. Jest to ważne ze względu na zwiększającą się liczbę alergików, nie tylko w Polsce, ale również na całym świecie. Kolejnym istotnym wykorzystaniem palinologii dla człowieka jest jej zastosowanie w celach ekonomiczno-handlowych, jako narzędzie do poszukiwań i oceny potencjału cennych złóż węglowodorów oraz jako źródło wiedzy o składzie i jakości miodu. Palinologia posiada szerokie zastosowanie w dziedzinach, gdzie nośnikiem informacji jest ziarno pyłku lub zarodnik roślin. W przyszłości możemy spodziewać się dalszego rozwoju w dotychczasowych dziedzinach oraz ekspansji tego typu badań w wielu nowych kierunkach.

Mgr Sylwia Skreczko, studentka studiów 3. stopnia (kierunek geologia, specjalizacja geologia ogólna). Doktorantka oraz pracownik Katedry Geologii Podstawowej, Wydział Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach. E-mail: sylwia.skreczko@us.edu.pl

Mgr Krzysztof Roman Brom, student studiów III stopnia (kierunek geologia, specjalizacja paleontologia) oraz student studiów I. stopnia (kierunek ochrona środowiska, specjalizacja geoeologia). Doktorant Katedry Paleontologii i Stratygrafii, Wydział Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach. E-mail: krzysztofbrrom@gmail.com

Lic. Mateusz Wolny, student studiów 2. stopnia (kierunek geologia, specjalizacja paleontologia). Student Katedry Paleontologii i Stratygrafii, Wydział Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach. E-mail: mateuszwolny@gmail.com

Mgr Tomasz Brachaniec, student studiów 3. stopnia (kierunek geologia). Doktorant Katedry Geochemii, Mineralogii i Petrografii, Wydział Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach. E-mail: tribal216@gmail.com

CZŁOWIEK JAKO ELEMENT ŚRODOWISKA: SPRAWA ŚWIADOMOŚCI EKOLOGICZNEJ

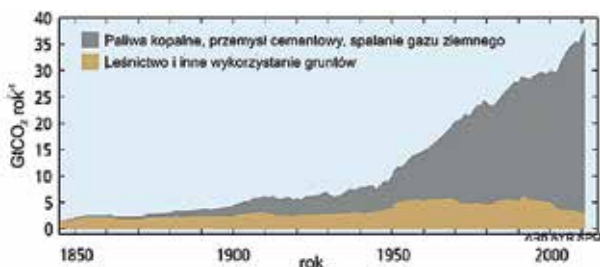
Weronika Banot, Wioleta Oleś, Krzysztof Miler (Kraków)

Jak każda żywa istota, również człowiek zamieszkuje pewne środowisko. Biorąc pod uwagę, że *Homo sapiens* jest gatunkiem kosmopolitycznym, jego środowiskiem jest właściwie cała planeta. Nawet miejsca pierwotnie nienadające się do użytkowania są przez człowieka modyfikowane w taki sposób, by możliwa była ich eksploatacja. Jako przykład mogą posłużyć najnowsze kwestie malezyjskich torfowisk i argentyńskich bagien, osuszanych pod uprawy palmy olejowej i soi, czy też pogłębianie wybrzeża i degradacja raf koralowych pod ruch statków przy portach w Miami i Fort Lauderdale w Stanach Zjednoczonych. Destrukcyjny i agresywny sposób wykorzystywania środowiska przez współczesnego człowieka często budzi u niego samego negatywne uczucia. Świadomość odpowiedzialności chociażby za wycinkę lasów deszczowych powoduje dysonans związany z konfliktem między tym, co jest (zdegradowanym otoczeniem), a tym, co być powinno

(naturalnym środowiskiem). Wydaje się, że często obieraną taktiką w radzeniu sobie z dysonansem jest kategoryzacja grupowa na „my” vs „oni”, gdzie to „oni” są odpowiedzialni i mogą być krytykowani. Dzięki temu staje się możliwe kręcenie głową z oburzeniem w odpowiedzi na komunikat medialny o wycieku ropy naftowej i zdjęcia farmerów obszarów tropikalnych karczujących las. Należy zdawać sobie jednak sprawę, że taka kategoryzacja to jedynie masowe złudzenie i za rolę człowieka w środowisku odpowiadamy wszyscy – „oni” nie istnieją. Te nasilające się problemy stały się przyczynkiem do napisania tego artykułu, poruszającego sprawę świadomości ekologicznej. Zostanie w nim omówiony brak owej świadomości u laików, to znaczy rażący brak ugruntowanego poglądu na wartość przyrody oraz poczucia odpowiedzialności za jej stan. Tekst składa się z opisu podstawowych faktów, które prawdopodobnie nie są znane osobom bez wiedzy przyrodniczej, oraz

z refleksji nieco dalej posuniętych, dotyczących nie tylko tego, co człowiek uczynił, ale także tego, dlaczego czyni to nadal.

Świadomość ekologiczna jest pojęciem intuicyjnym i niejednoznacznym. Z całą pewnością jednak składają się na nią 1) wiedza ekologiczna, czyli zrozumienie zjawisk przyrodniczych, tego, co im zagraża oraz możliwości przeciwdziałania tym zagrożeniom, 2) wyobraźnia ekologiczna, czyli umiejętność przewidywania ekologicznych skutków działań człowieka oraz 3) etyka ekologiczna, czyli umiejscowienie wartości przyrodniczych w całym systemie wartości. Stan świadomości ekologicznej w społeczeństwie jest niezadowolający; człowiek dąży do zaspokojenia swoich potrzeb, nie bacząc na szkody wyrządzane przy tym w środowisku. Dobrą ilustracją tego zjawiska jest porównanie produktu narodowego brutto (GNP, *Gross National Product*), powszechnie używanego miernika

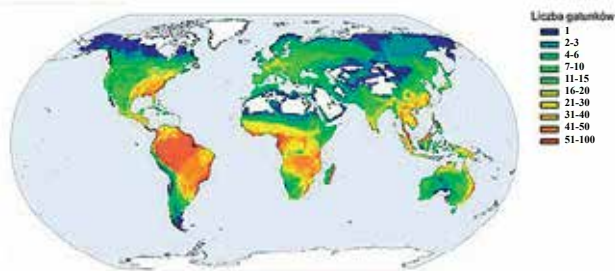


Ryc. 1. Globalna emisja CO₂ z źródeł antropogenicznych. Źródło: IPCC Fifth Assessment Report Synthesis Report, 2014.

rozwoju kraju, określającego wartość wyprodukowanych w ciągu roku dóbr i usług w przeliczeniu na jednego obywatela, ze wskaźnikiem trwałego dobrobytu ekonomicznego (ISEW, *Index of Sustainable Economic Welfare*). W latach 80. XX wieku w Stanach Zjednoczonych udokumentowano ciągły wzrost GNP przy jednoczesnym wyraźnym spadku ISEW, który w analizie ekonomicznej uwzględnia również degradację środowiska wynikającą między innymi z produkcji przemysłowej (jak na przykład zanieczyszczenia powietrza w wyniku działalności człowieka). ISEW jest obecnie stosowany w kilku krajach, we wszystkich rysując konflikt między stanem środowiska a działalnością człowieka. W Polsce najbardziej bieżące konflikty w sprawach środowiskowych dotyczą na przykład obowiązków wynikających z nowej polityki śmieciowej (racjonalne gospodarowanie odpadami vs wygoda), zasad użytkowania parków narodowych (rozbudowa infrastruktury turystycznej vs ochrona przyrody) i sieci Natura 2000. Program Natura 2000 jest wynikiem współpracy międzynarodowej dążącej do ochrony wybranych gatunków i typów siedlisk szczególnie cennych pod względem przyrodniczym. Choć działa jedynie na terenie

Europy, czyli powierzchni mniejszej niż 5% lądów świata, ma jednak znaczenie ze względu na dużą różnorodność środowiskową obszarów europejskich. Obejmowanie ochroną wybranych terenów przyrodniczych wzbudza czasem opór lokalnej społeczności, gdyż nierzadko koliduje z jej interesami, wprowadzając pewne ograniczenia w użytkowaniu obszarów prywatnych lub atrakcyjnych z inwestycyjnego punktu widzenia. Wydaje się, że sprzeciw wobec niektórych elementów sieci Natura 2000 wynika też w dużej mierze ze strachu przed nieznanym. Z badań CBOS z 2009 roku wynika, że tylko 30% ankietowanych spotkało się z pojęciem sieci Natura 2000. Z nowszych badań, przeprowadzonych w latach 2013–2014 na zlecenie Ministerstwa Środowiska, wynika, że prawie 70% ankietowanych nie szukało nigdy żadnych informacji o środowisku i jego ochronie. Niewiedza dotycząca najszerzej działających programów ekologicznych, jak Natura 2000, może być wycinkiem szerszego problemu – zupełnego braku zainteresowania sprawami ekologicznymi. Jeśli już pojawia się zainteresowanie, to najczęstszym źródłem wiedzy o sprawach dotyczących środowiska naturalnego jest telewizja bądź Internet, oba będące niejednokrotnie skarbnicą dezinformacji, ponieważ obok rzetelnych informacji łatwo dostępne są także niesprawdzone, mylące wypowiedzi. Obraz spraw ekologicznych kreowany w mediach gra ważną rolę w kształtowaniu świadomości ekologicznej społeczeństwa. Jako przykład może służyć sprawa antropogenicznej zmiany klimatu na Ziemi. Według analiz The Consensus Project – projektu mającego na celu sprawdzenie, czy istnieje w nauce konsensus co do przyczyn ocieplenia klimatu, 97% naukowców twierdzi, że obserwowane obecnie zmiany klimatu są wynikiem działalności człowieka, lecz w Stanach Zjednoczonych już tylko 66% komunikatów medialnych mówi o znaczeniu działalności człowieka w tym zjawisku. W wyniku tego aż 45% odbiorców mediów jest przekonanych, że w środowisku naukowym nie ma spójnego poglądu na temat roli człowieka w zmianach klimatu. Tymczasem w najnowszym raporcie Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) z 2014 roku jednoznacznie wskazuje się na antropogeniczny charakter aktualnych zmian klimatu. Raport ten zwraca uwagę na postępujący wzrost emisji gazów cieplarnianych, takich jak dwutlenek węgla (Ryc. 1), związany z działalnością przemysłową i towarzyszący im wzrost średniej temperatury lądów i oceanów oraz podnoszący się poziom mórz. Niektórzy naukowcy uważają, że zmiany spowodowane przez człowieka są tak duże, że należy wyodrębnić w historii Ziemi kolejny etap. W 2000 roku Paul Crutzen, zajmujący się meteorologią

i chemią atmosfery, wezwał Międzynarodową Komisję Stratygraficzną do ogłoszenia nowej epoki geologicznej – antropocenu.



Ryc. 2. Gradient różnorodności biologicznej na przykładzie gatunków płazów. Źródło: The Encyclopedia of Earth, dostęp 23.03.2015; <http://www.eoearth.org/view/article/150570/>.

zawsze stanowiło przedmiot zainteresowania filozofii i religii. Dla filozofów greckich harmonia z naturą była niezbędnym elementem w propagowanym przez nich ideale życia – według Platona i Arystotelesa człowiek tworzy z przyrodą nierozdzielną jedność. Przywodzi to na myśl animistyczne kultury przyrody, w których panowało przekonanie o silnym uzależnieniu człowieka od zjawisk przyrody. Z kolei dla filozofów chińskich człowiek jest jedynie elementem nieskończonej układanki wszechświata, z niezbywalnymi prawami przyrody stojącymi ponad prawami człowieka. Natomiast w judaizmie i chrześcijaństwie daje się dostrzec antropocentryzm, polegający na obarczeniu człowieka zadaniem rozważnego panowania nad przyrodą. Niewątpliwie najbardziej znanym ekologicznym myślicielem chrześcijaństwa jest święty Franciszek z Asyżu. Na podstawie pozostawionych przez niego pism sporządzono „Dekalog św. Franciszka”, którego głównym przesłaniem jest, że człowiek winien szanować środowisko swego życia, gdyż jest jego integralnym elementem.

Problem świadomości ekologicznej był także od dawna obecny w prawodawstwie. Już w starożytnych Indiach, w II wieku p.n.e., wydawane były dekry zabraniające zabijania zwierząt, choć motywowane raczej względami estetycznymi, jak w przypadku ochrony ptaków śpiewających, czy też praktycznymi, jak zachowywanie zwierzyny łownej dla władców. Ochrona z czasem zaczęła obejmować całe zespoły gatunków, tereny o szczególnych walorach przyrodniczych i ostoje pierwotnej dziczy – i tak w 1872 roku założono pierwszy na świecie park narodowy – w Yellowstone, w Stanach Zjednoczonych. Można powiedzieć, iż w drugiej połowie XIX wieku pojawiły się początki tego, co współcześnie określamy mianem ochrony przyrody, do czego przyczynili się naturaliści i myśliciele, jak John Muir, przyrodnik i podróżnik, Henry David Thoreau, zgłębiający piękno natury i doświadczenia z życia z dala od cywilizacji,

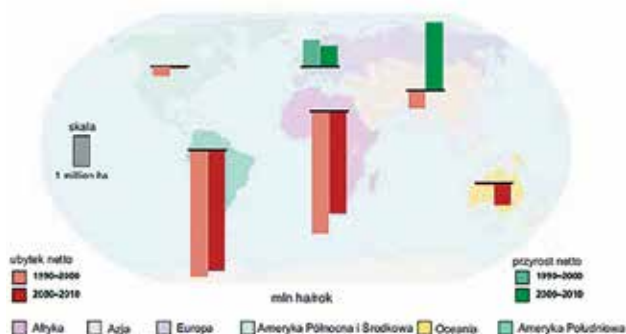
oraz Aldo Leopold, twórca przełomowego dzieła „Zapiski z Piaszczystej Krainy”. Autor polskiego przekładu „Zapisków...” pisze o nim: „*Zamiast chronić piękno, przydatność, rolę w kulturze, znaczenie dla zdrowia jednostkowego czy całego narodu, czyli dotychczas przywoływane zalety i wartości dziedzictwa przyrodniczego, wezwał do ochrony Natury także dlatego, że ona po prostu istnieje.*” Z badań Ministerstwa Środowiska z 2014 roku wynika, że motywami przeważającymi w ochronie środowiska są dbałość o przyszłe pokolenia i względy zdrowotne człowieka, oba na poziomie 50% badanych, podczas gdy 30% ankietowanych ceni przyrodę dla wartości, jaką prezentuje ona sama. W latach 60. XX wieku, w obliczu ogromnych przekształceń środowiska naturalnego spowodowanych rewolucją przemysłową, zaczęto zdawać sobie sprawę z negatywnego wpływu tych zmian na zdrowie człowieka. Książka Rachel Carlson „Silent Spring”, w której autorka zwraca uwagę na problem skutków masowego stosowania pestycydów, spowodowała gwałtowny wzrost zainteresowania wpływem człowieka na środowisko. W tym samym czasie w Polsce Walery Goetel wprowadził pojęcie sozologii, nauki zajmującej się problemami ochrony przyrody i zapewnienia trwałości użytkowania jej zasobów. Jest on także autorem hasła „*Co technika i przemysł zepsuły, to technicy powinni naprawić*”. Problem ochrony środowiska został wreszcie poruszony w czasie obrad Organizacji Narodów Zjednoczonych w 1972 roku w Sztokholmie. Dokumenty takie jak Deklaracja z Rio, Konwencja o różnorodności biologicznej oraz Globalny Program Działań – Agenda 21 wyznaczają dziś kluczowe aspekty globalnej świadomości ekologicznej. Polskie prawodawstwo reguluje problematykę środowiskową szeregiem aktów prawnych, z czego najbardziej istotne to Ustawa o ochronie przyrody z 16 kwietnia 2004 roku oraz Prawo ochrony środowiska z 27 kwietnia 2001 roku.



Ryc. 3. Rozmieszczenie ognisk różnorodności biologicznej na świecie. Źródło: 2000 Nature Publishing Group, Myers, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403, 853 (2000).

Jednym z kluczowych pojęć wiedzy ekologicznej jest różnorodność biologiczna, oznaczająca bogactwo form życia rozpatrywane na trzech poziomach:

genetycznym, gatunkowym i ekosystemowym. Interesującym zjawiskiem jest na przykład gradient różnorodności biologicznej, to znaczy jej spadek wraz ze wzrostem szerokości geograficznej (Ryc. 2). Większość spośród 25 wyznaczonych ognisk różnorodności biologicznej (ang. *biodiversity hotspots*) jest położonych w obszarach tropikalnych (Ryc. 3), łącznie obejmując jedynie 1,4% powierzchni lądów na Ziemi. W ogniskach różnorodności znajduje się 44% gatunków wszystkich roślin naczyniowych i żyje 35% gatunków wszystkich kręgowców, z wy-



Ryc. 4. Roczne zmiany powierzchni lasów na poszczególnych kontynentach w okresie od 1990 do 2010. Źródło: Global Forest Resources Assessment 2010 Report, FAO, United Nations.

łączeniem ryb. Wspólnym zagrożeniem wszystkich obszarów tropikalnych, w tym większości ognisk różnorodności, jest deforestacja (Ryc. 4). Powodami wycinania lasów tropikalnych są głównie pozyskiwanie surowca drzewnego i zwalnianie miejsca pod uprawy. Choć tempo deforestacji różni się pomiędzy regionami tropikalnymi, to średnio powierzchnia lasów wielkości naszego kraju zostaje na tych obszarach wycięta w ciągu trzech lat. Przyczyna tak dużej skali tego zjawiska tkwi w charakterze klimatu i gleby tropików, który sprawia, że uprawy muszą być przenoszone co kilka lat. Poprzednio użytkowany obszar jest pozostawiany w jałowym, nienadającym się do użytku stanie. Powody prowadzenia rabunkowej gospodarki są złożone: z jednej strony przyczynia się do tego niewiedza miejscowych ludzi na temat racjonalnego korzystania z zasobów przyrody, z drugiej – perspektywa łatwego i szybkiego zarobku. Przykładem jest uprawa palmy olejowej, dostarczająca oleju palmowego – surowca o dużym popycie ze strony krajów rozwiniętych, która pozwala na łatwe wzbogacenie się. Ponadto brak dobrych regulacji prawnych i egzekwowania kar za ich pogwałcenie przyczyniają się do nieustającego rabunku na zasobach naturalnych tropików. Jednak w ostatnim czasie można zaobserwować także działania na rzecz ekologii obszarów tropikalnych, jak na przykład rekultywacja lasów deszczowych w niektórych regionach, szczególnie azjatyckich (Ryc. 5). Skuteczność tego

typu działań jest utrudniona ze względu na kolizję interesów jednostek i grup, co określa się w literaturze mianem tragedii wspólnot, opisaną przez Garretta Hardina w 1968 roku. Zjawisko to opisuje sytuację, w której jednostkom korzystającym z dobra wspólnego zawsze opłaca się zdrada, mimo tego, że nieuchronnie prowadzi ona do wyczerpania ograniczonego zasobu. Dobrą ilustracją jest problem przełowienia ryb w morzach. Pojedynczy przedsiębiorca odnosi dożną korzyść z łowienia możliwie największej liczby ryb, jednak takie postępowanie stosowane przez wszystkich prowadzi do postępującego spadku liczebności populacji ryb, ponieważ nie mają one możliwości odrodzenia się – na czym w konsekwencji ucierpią wszyscy przedsiębiorcy. Innym przykładem



Ryc. 5. Szklówka drzew tropikalnych (Dipterocarpaceae) w Malezji. Zdjęcie wykonano podczas kursu ekologii tropikalnej, organizowanego przez Uniwersytet Jagielloński. Fot. K. Miler.

jest stosowanie antybiotyków. W interesie każdego cierpiącego na zakażenie bakteryjne jest szybkie i skuteczne wyzdrowienie, które najłatwiej osiągnąć dzięki stosowaniu antybiotyku. Ze względu na szybką ewolucję oporności u bakterii, każde użycie danego antybiotyku zmniejsza jego późniejszą skuteczność. Zażycie antybiotyku w czasie choroby prowadzi, po czasie, do utraty przydatności owego antybiotyku w leczeniu. Kluczowe w zjawisku tragedii wspólnot jest to, że zyski ze „zdrady” przypisywane są temu, kto zdradził, natomiast koszty „zdrady” rozkładają się na całą wspólnotę. Elinor Ostrom, która na podstawie metaanaliz zaproponowała kilka warunków ułatwiających skuteczne zarządzanie dobrami wspólnymi, otrzymała wraz z Oliverem Williamsonem Nagrodę Nobla w dziedzinie ekonomii za rok 2009. Według Ostrom do sprawnego kierowania dobrami wspólnymi konieczne jest między innymi wyraźne określenie granic tych dóbr, demokratyczne wyznaczenie zasad zarządzania dobrem oraz monitoring dotrzymywania tych zasad, a w razie ich niedotrzymania – egzekwowanie odpowiednich sankcji. Istotna jest również procedura rozwiązywania ewentualnych konfliktów o dobra oraz przyzwolenie ze strony instytucji rządowych na sposoby lokalnego zarządzania. Dzięki tym badaniom

wiemy, że rozwiązaniem problemu zarządzania do-
brami wspólnymi nie jest, jak wcześniej przypusz-
czano, kontrola centralna czy prywatyzacja.

Dziś najbardziej wybijającą się próbą zachęcenia
ludzi do angażowania się w ochronę przyrody jest
zwiększanie ich świadomości na temat bieżących
problemów przez akcje różnego typu organizacji
ekologicznych. Mimo licznych kompromitacji (jedną
z ostatnich, autorstwa działaczy Greenpeace, jest
wtargnięcie na teren pustyni Nazca, wpisana na lis-
tę światowego dziedzictwa UNESCO) i generalnie
negatywnego wizerunku społecznego takich organi-
zacji, ich szeroko zakrojona działalność jest krokiem
w dobrym kierunku. Seria billboardów i krótkich fil-
mików promocyjnych „Conservation International”
w ramach akcji „Nature Is Speaking”, z udziałem bar-
dzo znanych medialnych postaci, jest jednym z naj-
nowszych dobrych przykładów. Wydaje się, że taka
działalność ma szansę dotrzeć do szerokiego grona
odbiorców i działać na rzecz kształtowania społecz-
nej świadomości ekologicznej. Nie można tego po-
wiedzieć o szkolnym programie obejmującym za-
gadnienia dotyczące funkcjonowania ekosystemów
i oddziaływania człowieka na środowisko, które
przedstawiane są w sposób nudny i nieatrakcyjny.
Według Christophera Uhla kluczem do zaintereso-
wania tematem ekologii (również w szkołach) jest
zachwyty nad pięknem życia na Ziemi. Wydaje się,
że zbyt mało jest starań, aby zaszczyć ten zachwyty
w młodych umysłach, a można to osiągnąć nawet
przez zwyczajne wyjście w teren. Na przykład z po-
zoru nieciekawym, odsłoniętym, piaszczystym skraw-
kiem terenu pełnym jest charakterystycznych dla tego
siedliska mrówek oraz ich drapieżników, mrówkolwów.
W słoneczny dzień nietrudno jest zaobserwować, jak
larwa mrówkolwa skrupulatnie buduje swoją pułapkę,
z której mrówka ma niewielkie szanse na wydostanie

się. Przy odrobinie szczęścia można też zobaczyć, jak
mrówki z tej samej kolonii, szukające pokarmu w po-
bliżu współtowarzyszki złapanej przez mrówkolwa,
porzucają to zajęcie i z wielkim zaangażowaniem
próbują ją ratować. Każdemu, kto ma choć odrobinę
wyobraźni przyrodniczej, nasuwa się po takiej obser-
wacji mnóstwo pytań, a stamtąd już niedaleka dro-
ga do prawdziwego docenienia tego, co nas otacza.
Edward Wilson w swojej kontrowersyjnej książce
„O naturze ludzkiej” do doskonałości doprowadza
tego typu sposób rozumowania. Jednocześnie, w jego
„Różnorodności życia” możemy znaleźć odniesienia
do fundamentalnej roli etyki środowiskowej w życiu
człowieka – czyli, tak naprawdę, rozwijania i kulty-
wowania świadomości ekologicznej.

Świadomość środowiskowa ewoluowała na prze-
strzeni dziejów w miarę rozwoju cywilizacji i kultury.
Zmieniała się ścisłość kontaktu człowieka z przyrodą,
a także stopień jego oddziaływania na środowisko, aż
wreszcie zaczęto dostrzegać konieczność prawnej
ochrony zasobów przyrody. Motywy do działania
na rzecz przyrody są różne – od utylitarnych, po-
przez estetyczne i wreszcie moralne, wynikające na
przykład z wysokiego wartościowania natury samej
w sobie. Obecnie świadomość ekologiczna w społe-
czeństwie nie jest na zadowalającym poziomie. Dą-
żenie do poprawy tej sytuacji jest zadaniem zarów-
no dla instytucji rządowych, jak i pozarządowych
oraz poszczególnych obywateli mających na uwa-
dze troskę o środowisko. Jak zauważył A. Leopold:
*„Teraz stoimy przed pytaniem, czy coraz wyższy
„standard życia” wart jest swojej ceny płaconej
w tym, co naturalne, dzikie i wolne. Dla nas, którzy
stanowimy mniejszość, okazja zobaczenia dzikich
gęsi znaczy więcej niż możliwość oglądania telewizji,
zaś szansa na znalezienie saskanki jest prawem równie
niezbymalnym, jak wolność wypowiedzi”*.

Weronika Banot, Instytut Nauk o Środowisku UJ, Kraków. E-mail: weronika.banot@student.uj.edu.pl

Wioleta Oleś, Instytut Zoologii UJ, Kraków. E-mail: wioleta.oles@student.uj.edu.pl

Krzysztof Miler, Instytut Psychologii UJ, Kraków, Instytut Nauk o Środowisku UJ, Kraków. E-mail: krzysztof.miler@student.uj.edu.pl

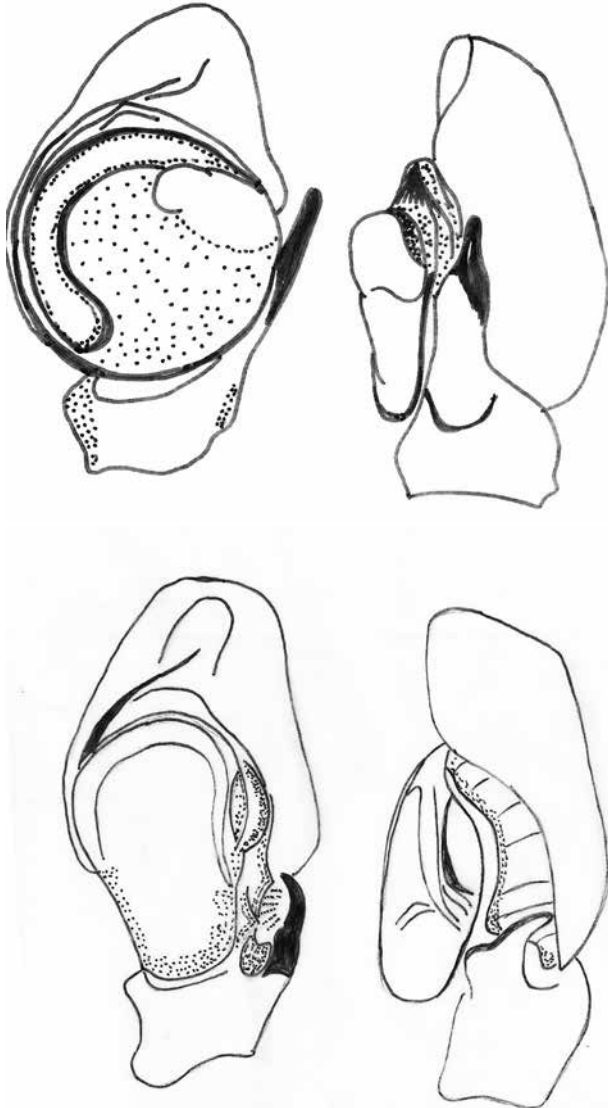
CZY PAJĄKI POTRAFIĄ TAŃCZYĆ?

Tomasz Przyborowski, Łukasz Dylewski (Poznań)

Pająki kojarzone są z obrzydliwym czarno owło-
sionym stworzeniem, grasującym w ciemnych i wil-
gotnych miejscach. U większości ludzi budzą neg-
atywne emocje, a ich widok może u niektórych wy-
woływać atak paniki. Jednakże bliższe poznanie pa-
jąków, a szczególnie ich zwyczajów, przedstawia je
w zupełnie innym świetle.

Pająki (*Araneae*) wraz z wieloma innymi rzędami
tworzą gromadę pajęczaków (*Arachnida*) w obrębie
podtypu szczękoczułkowców (*Chelicerata*) repre-
zentującego typ stawonogi (*Arthropoda*). Na świe-
cie opisano dotychczas 43 tysiące gatunków pają-
ków, które żyją w różnorodnych środowiskach, np.:
pustynie, murawy, wydmy, torfowiska, pnie drzew,

rośliny zielne lub czasem nawet w pomieszczeniach przeznaczonych dla ludzi. Niektóre gatunki z czasem uległy procesowi synantropizacji, np. kątnik domowy (*Tegenaria domestica*) obecnie bez człowieka miałyby z pewnością utrudnione życie.



Ryc. 1. Struktura do przekazywania nasienia występująca na stopie odnóży samców skakunowatych u gatunku (1. *Harmochirus latens*, 1a. *Marpissa magister*). Łukasz Dylewski. Na podstawie Logunov i Wesolowska (1992).

Jednocześnie pająki nas zaskakują i zachwycają swoimi możliwościami życia w ekstremalnych warunkach, czy też techniką budowania sieci oraz strategiami łowieckimi bądź niezwykłym kamuflażem. Niektóre z nich, jak np. przedstawiciele z rodziny skakunowatych (Salticidae) potrafią też tańczyć, wykonując różne finezyjne i skomplikowane ruchy w celu uwodzenia samicy – partnerki. Chcielibyśmy więc w tym artykule przybliżyć te intrygujące zachowania pajączce.

Skakuny należą do względnie drobnych pajaków, z których większość nie przekracza kilku milimetrów,

a największe osiągają 22 mm długości. Zaliczane są do grupy pajaków właściwych lub tzw. „wyższych” (*Araneomorphae*). Na Ziemi dotychczas opisano 5812 gatunków, co stanowi ponad 13% wszystkich gatunków pajaków świata. Dzięki badaniom odkrywane są nowe gatunki i od 2013 roku (znano 5600 gatunków) ich liczba wzrosła o 212. Nasza krajowa fauna licząca 59 gatunków skakunów jest bardzo uboga, gdyż stanowi zaledwie 1% fauny światowej. Najczęściej możemy spotkać skakuna arlekinowego (*Salticus scenicus*) na ścianach budynków, płotach oraz na pniach drzew lub mrówczynkę (*Myrmarachne formicaria*) wyglądem przypominającą robotnicę niektórych gatunków mrówek. Również inne gatunki skakunów, jak np. z rodzaju *Leptorchestes* i *Synageles*, naśladują mrówki, a jeszcze inne – muchówki, zaleszczotki, chrząszcze oraz inne gatunki pajaków.



Ryc. 2. Gatunek australijskiego skakuna *Maratus volans* podczas zalotów (widoczne zachowanie wibracyjne). Źródło: <http://imgkid.com/australian-peacock-spider.shtml>.

Skakuny, poza nielicznymi przypadkami z tropików, nie tworzą sieci i wyróżniają się spośród innych pajaków dość krótkimi, masywnymi i sprężystymi odnóżami. Ich polowanie odbywa się poprzez aktywny skok na ofiarę, a długość skoku może wynieść nawet kilka centymetrów. Dalekie skoki oddawane są dzięki silnie umięśnionym odnóżom i masywnej budowie ciała. Cechą charakterystyczną tej grupy pajaków jest także rozmieszczenie oczu w trzech rzędach (4+2+2) na prosomie, nazywanej także głowotułowiem. Najlepiej rozwinięta jest środkowa para oczu leżąca w pierwszym rzędzie (na frontowej części prosomy). Odpowiedzialna jest za widzenie stereoskopowe i charakteryzuje się znaczną wielkością. Pozostałe oczy rejestrują zmiany napięcia światła oraz ruch w otoczeniu, nawet najmniejszy. Większość pajączaków ma oczy proste i słabo widzi, w przeciwieństwie do Salticidae, u których występuje

tw. przednie widzenie, które pozwala na odróżnianie kształtów, a nawet widzenie kolorów z czułością od światła czerwonego do ultrafioletu. Zdolność rozdzielcza oczu skakunów jest jednym z najważniej-

Samce *Habronattus hallani* wykazują charakterystyczne powtarzalne sekwencje ruchowe. Biegają bokiem, następnie podskakują, a w końcowym etapie biegu ukazują swoje uda mieniące się barwami,

Tab. 1 Sekwencja zachowań podczas zalotów pająka *Maratus volans*.

Nazwa	Opis zachowań	Występowanie
Migotanie odnóżami	Odnóża kroczone 1 i 2 pary złączone są razem, jednocześnie przemieszczają się w górę i w dół.	Rozpoczynanie zalotów.
Kołysanie opistosomą	Opistosoma przesuwana jest szybkimi ruchami w górę w dół. Może być zwrócona równolegle do podłoża lub zorientowana bardziej pionowo. Samiec wykonując tę czynność jest nieruchomy. Odnóża mogą mieć kontakt z podłożem lub wyprostowywana jest trzecia para odnóży.	Zbliżanie się do samicy.
Falowanie trzecią parą odnóży	Trzecia para odnóży jest szybko rozszerzana na przedostatnim segmencie i unoszona do góry. Następnie są one opuszczane w kierunku opistosomy tworząc literę „V”. Po tej sekwencji następuje zgięcie nóg w najniższym możliwym punkcie. Ruch ten wykonywany jest płynnie i powtarzany kilkakrotnie.	Stojąc przed samicą z zachowanym dystansem.
Taniec	Fałdy na opistosomie są rozłożone. Opistosoma przesuwana jest na boki z różną prędkością. Czynność ta może być synchronizowana z wymachiwaniem odnóżami.	Samiec znajduje się blisko samicy.
Wibracja	Opistosoma z rozłożonymi fałdami zorientowana jest pionowo i wprawiana w wibracje. Samiec pozostaje nieruchomy z wyprostowanymi odnóżami trzeciej pary.	Następuje podczas przerwy między poprzednią sekwencją a tańcem.
Taniec końcowy przed kopulacją	Odnóża trzeciej pary uniesione w górę opadają nad opistosomę. Jednocześnie następuje zwiniecie odwłoka. Ostatni segment odnóży trzeciej pary poruszany jest ruchem obrotowym. Następnie są wyprostowywane przed samicą tworząc literę V. Odnóża pierwszej pary unoszone są do góry.	Sekwencje kończące zaloty przed odbyciem kopulacji z samicą.

szych czynników w ewolucji złożoności zachowań tych pająków, włączając w to polowanie na ofiary, antagonistyczne sygnalizacje czy opisywane tu zaloty. Skakuny preferują zwykle nasłonecznione i ciepłe środowiska, jak np. lasy mieszane, lasy iglaste, murawy, budynki, łąki i cechują się skomplikowanymi rytuałami godowymi.

Zachowania godowe

Zaloty skakunów są typem heteroseksualnej komunikacji poprzedzającej akt przekazania nasienia przez samca do otworu płciowego samicy. Zjawisko to zostało opisane u niewielu przedstawicieli tej rodziny. Celem tych skomplikowanych i specjalnych zachowań jest stymulacja percepcyjna osobników przeciwnej płci u danego gatunku.

imponując tym samym samicom. Z kolei samce *Habronattus coecatus* pełzną w kierunku samicy z uniesionymi w górę przednimi odnóżami, a potem je gwałtownie podnoszą i opuszczają trzecią parę odnóży, powtarzając od czasu do czasu ostatnią sekwencję. Natomiast samce *Hentzia palmarum* zbliżają się zygzakowato do samicy. *Maratus volans* żyje w Australii i jest jednym z najpiękniejszych gatunków skakunów na świecie. Jego bogato ubarwiony „odwłok” i specjalna seria wykwintnych sekwencji ruchowych (Tab. 1) potrafią „zahipnotyzować” samicę. Występujące fałdy na opistosomie, które dodatkowo wprawiane są w wibracje czynią go „mistrzem tańca” wśród wszystkich gatunków *Salticidae*. Dzięki temu samica pozwala samcowi na dokończenie aktu płciowego – kopulację, jeżeli jednak taki taniec nie przypadnie jej do gustu, to samiec zostaje pożarty.

Corythalia canosa (*Anasaitis canosa*), skakun żyjący w południowej części Stanów Zjednoczonych i w Meksyku, posiada w swoim repertuarze około 30 głównych sekwencji, które mogą być łączone na wiele różnych sposobów. Różnice jakie możemy zaobserwować w zachowaniach pomiędzy poszczególnymi gatunkami skakunów to czas ekspozycji walorów samca, ale również wielkość samych repertuarów tanecznych, złożoność ich sekwencji oraz dokładność.



Ryc. 3. *Maratus volans* w sekwencji tańca. Źródło: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/53/MalePeacockSpider.jpg>.

Dodatkami do wizualnego przedstawienia samca mogą być feromony oraz wydawanie dźwięków – strydulacja. Innym ze sposobów komunikacji między samcem i samicą są wibracyjne sygnały wysyłane przez sieć pajęczą. Co prawda skakuny nie tworzą sieci typowych dla innych pajaków, które służą im jako pułapki na ofiary, ale przędą kokonopodobne



Ryc. 4. Zbliżenie do samicy i ostatni etap zalotów. *Maratus volans* podczas tańca poprzedzającego kopulację. Źródło: http://ednieuw.home.xs4all.nl/australian/salticidae/Peacock_spider_Maratus_volans.htm.

gniazdo w celu spoczynku, linienia i składania jaj. Samce przekazują drgania poprzez uderzanie odnóżem w sieć gniazd samic, informując je o swojej gotowości do zbliżenia płciowego. Jeśli samica zaakceptuje danego samca, zostaje on zaproszony do środka i osiągnie sukces rozrodczy. Czasami samiec obok gniazda samicy dodatkową komorę i czeka tam do czasu, kiedy samica osiągnie dojrzałość

rozrodczą. Zaloty te nie mają związku z aparatem wzroku pajaków, ponieważ gniazda budowane są zazwyczaj w miejscach bardzo ciemnych. Należy jednak dodać, że ten sam osobnik, który wykorzystywał wcześniej zaloty w formie sygnalizowania gotowości



Ryc. 5. Opistosoma z widocznymi fałdami u *Maratus volans*. Źródło: https://farm6.staticflickr.com/5215/5449827361_6c4c26022b_b.jpg.

do rozrodu za pomocą drgań nici pajęczej, w środowisku, w którym jest doskonale widoczny, może uwodzić samice tańcem godowym.

Ostatni akt płciowy

U większości pajaków, w tym także u skakunów, samce są mniejsze od samic i żeby doszło do aktu płciowego wykazują one najpierw kilka typowych dla siebie zachowań, takich jak unoszenie odnóży,



Ryc. 6. Skakuny posiadają trzy pary oczu leżące w trzech rzędach (4+2+2). Na zdjęciu u samicy widoczna jest środkowa para odpowiedzialna za widzenie stereoskopowe oraz dwa mniejsze po bokach odpowiedzialne za rejestrowanie zmian w natężeniu światła. Źródło: http://en.wikipedia.org/wiki/Jumping_spider#/media/File:Marpissamuscosa.jpg.

zygzakowate zbliżanie się do samicy oraz typową pozycję do zbliżenia się z samicą. Po czym wspinają się one na wybrankę w celu połączenia się w „miłosnym uścisku”. Gdy samiec wejdzie na odwłok samicy, odwraca się o 180°, tak aby jego prosoma znajdowała się nad opistosomą partnerki. Osobniki zwrócone są w przeciwnych kierunkach. Samiec chwytą i podnosi odwłok samicy przednimi odnóżami, jednocześnie obracając je zgodnie lub przeciwnie do kierunku wskazówek zegara. Odwłok samicy obrócony zostaje w prawo, kiedy koniec lewej nogogłaszczki zostaje wprowadzony, w lewo natomiast, kiedy prawy koniec nogogłaszczki zostaje umieszczony przez samca



Ryc. 7. Skakun arlekinowy (*Salticus scenicus*) z ofiarą. Źródło: http://pl.wikipedia.org/wiki/Skakun_arlekinowy#/media/File:Salticus_scenicus_a3.jpg.

w samicy. To właśnie na nogogłaszczkach u samców pajaków znajduje się organ rozrodczy. Budowa nogogłaszczek u pajaków jest analogiczna do ogólnej budowy odnóży bezkręgowców, z tym że ostatni człon, czyli stopa (*tarsus*) nie jest członowana. U dojrzałych



Ryc. 8. Mrówczyznka (*Myrmarachne formicaria*) – gatunek występujący także na terenie Polski. Źródło: http://www.naturabochemica.cz/images/Myrmarachne_formicaria3_2481.jpg.

samców stopa rozwija się w skomplikowaną strukturę służącą do przekazania nasienia do zbiorników nasiennych samicy, które znajdują się wewnątrz jej opistosomy. Po umieszczeniu jednej nogogłaszczki następuje jej wyjęcie, ponowne obrócenie odwłoka samicy w przeciwnym kierunku i umieszczenie drugiej nogogłaszczki. Przy tych zachowaniach samców samice są zwykle spokojne. Pod koniec tego aktu płciowego samiec naprzemiennie dotyka nogogłaszczkami grzbietu samicy i kontakt fizyczny kończy się, po czym schodzi on z niej.

Samice skakunów tkają sieć, tworząc tzw. woreczek, do którego składają jaja. Opiekę nad jajami i wcześniej wylęgłym potomstwem pełni samica, która chroni je przed pasożytami i odstrasza potencjalnych drapieżników.

Ewolucja zachowań godowych

Ewolucyjny przebieg specyficznych cech morfologicznych i fizjologicznych oraz zachowania samców skakunów jest trudny do zbadania eksperymentalnego. Widać jednak wyraźnie działanie mechanizmów ewolucji, których widocznym przejawem jest sam dymorfizm płciowy. Zastanawiające mogłoby wydawać się to, że wykształcenie tak kolorowych wzorów na ciele zmniejsza w pewien sposób szanse przeżycia osobnika, czyniąc go bardziej dostrzegalnym dla innych drapieżników. Zjawisko to tłumaczyć może hipoteza *handicapu* zaproponowana przez Akotza Zahawiego. Zakłada ona, że cechy informujące o wysokiej jakości biologicznej osobnika są o tyle wiarygodniejsze, o ile utrudniają mu przeżycie. Innymi słowy upośledzenie (nie w rozumieniu genetycznym) osobnika poprzez obecność danej cechy informuje samice o tym, że pomimo utrudnienia, na przykład w postaci ogromnego ogona czy jaskrawych barw, osobnik ten przeżył.

Dobór płciowy ukształtował zachowania godowe poprzez zmuszanie samców do pokonywania oporu ze strony samic za pośrednictwem coraz bardziej złożonych tańców czy zwiększania ornamentacji. Ostatecznie prowadzi to do zwiększenia efektywności sukcesu ewolucyjnego. Zdolność widzenia kolorów była prawdopodobnie jedną z bardzo ważnych cech w ewolucji skakunów, czego efektem są tak niezwykle ornamentacje samców, szczególnie wyraziste podczas godów. Wskazuje to na istotność kolorów w komunikacji wewnątrzgatunkowej i ich rolę w doborze płciowym.

FLUOR – CO ŁĄCZY BOMBĘ ATOMOWĄ I PASTĘ DO ZĘBÓW?

Adam Hogendorf (Kraków)

W 1939 roku fizyk i wynalazca Leó Szilárd wysłał list podpisany przez Alberta Einsteina do prezydenta USA, Franklina D. Roosevelta sugerujący możliwość skonstruowania nowego typu bomb o niezwyklej mocy rażenia. Z racji możliwości pozyskania takiej broni przez nazistów, list ten został potraktowany z należytą powagą i zapoczątkował jeden z najbardziej niezwykłych projektów naukowych i inżynierskich w historii. Jednym z głównych zadań stojących przed konstruktorami bomby atomowej było uzyskanie materiału zdolnego do wejścia w reakcję łańcuchową rozszczepienia jąder atomowych.



Ryc. 1. Zielony kryształ fluorytu, ważący 30 g, znaleziony w Namibii. Źródło: en.wikipedia.org.

Takim materiałem jest m.in. izotop uranu o liczbie masowej 235. Naturalnie występujący uran zawiera ok. 0,7% izotopu 235 oraz ok. 99,3% izotopu 238. Izolacja ²³⁵U jest zadaniem bardzo trudnym i czasochłonnym. Pomimo identycznych właściwości chemicznych wykorzystać można fakt niewielkiej różnicy masy atomów obu izotopów. Zaproponowana pierwotnie metoda separacji była oparta o różne tempo dyfuzji związków ²³⁵U i ²³⁸U przez membranę półprzepuszczalną i wymagała użycia gazowego związku uranu. Fakt wysokiej lotności związków fluoru sprzyjał zastosowaniu do tego celu sześciofluorku uranu UF₆ (związek ten do dziś służy do otrzymywania paliwa jądrowego – Ryc. 3). Ze względu na ogromną reaktywność fluoru i większości jego związków, do celów przemysłowego rozdziału izotopów uranu konieczne okazało się opracowanie technologii wytwarzania teflonu oraz fluorowanych rozpuszczalników.

Materiały te są całkowicie odporne na działanie fluoru, zawierają bowiem jedynie bardzo trwałe wiązania węgiel-fluor. Spuścizną programu atomowego USA jest między innymi chemia organicznych związków fluoru.



Ryc. 2. Gazowy fluor w ampulce. Źródło: en.wikipedia.org.

Pierwszy opisany związek fluoru (w 1529 r.) to fluoryt, czyli fluorek wapnia CaF₂ (Ryc. 1). Georgius Agricola, uznany za ojca mineralogii, wyróżnił tę substancję jako topnik, tj. dodatek ułatwiający wytop metali. W 1810 r. uznano fluor za pierwiastek, jednakże w wolnej postaci otrzymał go, po trwających wiele lat eksperymentach, Henri Moissan w 1886 r. (Ryc. 2). W latach 20–40. XX wieku firmy Gene-



Ryc. 3. Kaskada ultrawirówek służąca do wzbogacania gazowego fluorku uranu (VI). Źródło: en.wikipedia.org.

ral Motors i DuPont otrzymały szereg związków znanych jako freony (węglowodory, w których atomy wodoru zastąpiono atomami fluoru i chloru lub

bromu), które szybko znalazły zastosowanie jako środki chłodnicze. W roku 1938, w trakcie prac nad nowymi freonami, dr Roy J. Plunkett masowo wytwarzał tetrafluoroetylen, który przechowywał pod ciśnieniem w stalowych cylindrach. Pewnego dnia po otwarciu zaworu na jednej z butli, tak by gaz wydostawał się z niej pod własnym ciśnieniem, okazało się, że naczynie wydaje się być puste. Ciężar pojemnika wskazywał jednak na to, że jest on pełny. Po rozcięciu butli wewnątrz znaleziono sproszkowaną, śliską substancję; w ten sposób przypadkowo odkryto wspomniany już wyżej teflon (politetrafluoroetylen, Ryc. 4). Teflon jest niezwykle odporny chemicznie, stabilny w dużym zakresie temperatur, jest też jednym z najbardziej śliskich materiałów: zajmuje trzecie miejsce ze względu na najniższy współczynnik tarcia wśród znanych substancji. Obecnie tworzywo to pełni nieocenioną rolę w światowej gospodarce.



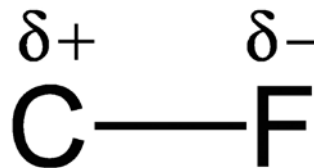
Ryc. 4. Schemat produkcji teflonu.

Fluor jest pierwiastkiem z liczbą atomową 9, pierwszym w XVII grupie układu okresowego (pierwiastki z tej grupy znane są jako fluorowce lub halogeny). Jest to najbardziej elektroujemny pierwiastek (elektroujemność można rozumieć jako tendencję atomu do przyciągania elektronów), co tłumaczy jego ekstremalną reaktywność. Fluor w wolnej postaci, w warunkach standardowych jest żółtzielonym gazem, który występuje w postaci cząsteczek dwuatomowych. Reaguje z niemal wszystkimi metalami i niemetalami już w temperaturze pokojowej; zmieszanie gazowego fluoru i wodoru powoduje wybuch; woda zapala się w kontakcie z tym pierwiastkiem (równanie reakcji: $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{F}_2 = 4\text{HF} + \text{O}_2$; reakcja zachodzi z wydzieleniem bardzo dużej ilości ciepła, powstałe zjonizowane gazy tworzą płomień). Większość znanych związków gazów szlachetnych (pierwiastki te znane są z bardzo niskiej reaktywności) to związki fluoru.

Bardzo ważną substancją w przemyśle jest kwas fluorowodorowy, czyli wodny roztwór fluorowodoru, HF. Jest to słaby kwas, bowiem wiązanie wódor-fluor jest bardzo silne i trudno ulega dysocjacji, posiada jednak bardzo cenną właściwość – jako jedyny kwas z łatwością trawi szkło. Rozcieńczony roztwór HF używany jest do matowienia szkła.

W chemii organicznej fluor zajmuje obecnie bardzo ważną pozycję ze względu na unikatowe

właściwości jego związków. Najsilniejszymi wiązaniami w chemii organicznej są wiązania węgiel-fluor i krzem-fluor. Elektrony w takim połączeniu są bardzo silnie przesunięte w kierunku atomu fluoru (wiązanie jest wysoce spolaryzowane). Właśnie wyciąganie elektronów przez fluor jest bardzo często wykorzystywane przez chemików; efekt ten pozwolił otrzymać m.in. superkwasy, czyli substancje o kwasowości większej niż 100% kwas siarkowy. Według definicji Brønsteda kwas to substancja będąca donorem protonu. Siłę kwasu możemy określić przez próbę sprotonowania (czyli oddania jonu H^+) wzorcowych zasad. W uproszczeniu superkwasy są w stanie protonować wzorcowe zasady, których nie protonuje 100% kwas siarkowy (H_2SO_4). Mieszanina pentafluorku antymonu i kwasu fluorosulfonowego znana jest jako kwas magiczny i posiada kwasowość 10^{13} razy większą od kwasu siarkowego; najsilniejszym znanym kwasem jest kwas fluoroantymonowy H_2FSbF_6 o mocy 10^{16} razy większej od 100% H_2SO_4 .

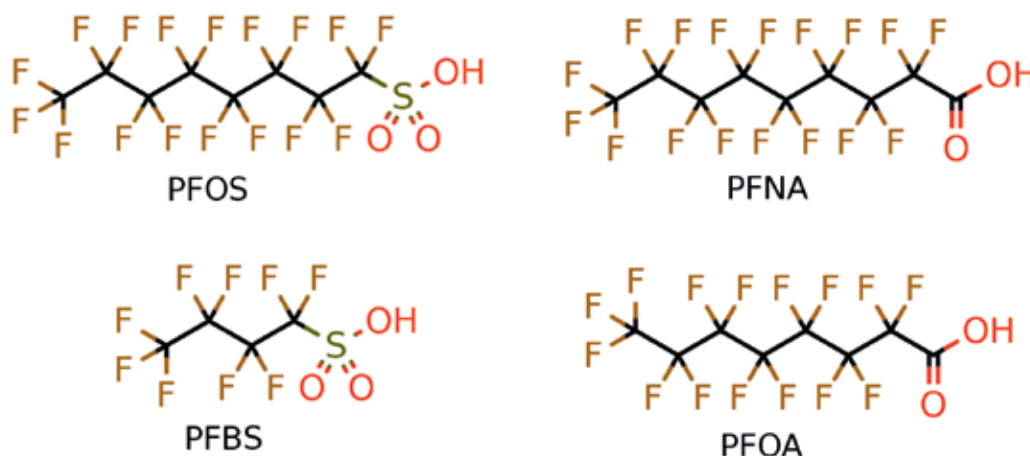


Ryc. 5. Schemat rozkładu ładunków cząstkowych w wiązaniu węgiel-fluor.

Perfluorowęglowodory to związki, w których wszystkie wiązania C-H zastąpiono połączeniem C-F. Ogromna trwałość wiązania węgiel-fluor powoduje, że cząsteczki te są niemal zupełnie niereaktywne. Wiązanie węgiel-fluor, mimo bardzo dużego spolaryzowania (Ryc. 5), wykazuje bardzo małą tendencję do tworzenia dipoli indukowanych. Z tego względu perfluorowęglowodory tworzą bardzo słabe oddziaływania van der Waalsa. Właściwość ta powoduje, że perfluorowęglowodory są jednocześnie hydrofobowe i lipofobowe (odpychają wodę i tłuszcz), z tego względu perfluorowane materiały są odporne na zabrudzenie. Rozpowszechnione są pokrycia teflonowe (teflon należy do perfluorowęglowodorów), np. patelni, żelazek czy mechanizmów – takie powierzchnie są bardzo trwałe i łatwo jest je wyczyścić, bowiem siły adhezji (wynikające głównie z oddziaływań van der Waalsa) są na ich powierzchni niewielkie. Niskocząsteczkowe perfluorowęglowodory wykazują dużą lotność, są też relatywnie nietoksyczne i niepalne, co pozwala wykorzystywać je jako czynniki chłodnicze. Na tym polu wyparły praktycznie całkowicie używane wcześniej freony, ze względu na znacznie mniej degradujący wpływ na warstwę ozonową atmosfery.

Perfluorowęglowodory doskonale rozpuszczają tlen i dwutlenek węgla. Myszy zanurzone w takiej cieczy są w stanie oddychać rozpuszczonym w niej tlenem wiele godzin i, co istotne, przeżyć eksperyment, tj. powrócić do oddychania powietrzem. W trakcie opracowywania są systemy "oddychania cieczą" przeznaczone dla ludzi. Taki system mógłby pomóc w ratowaniu pacjentów z obrzękiem płuc, wspomagać oddychanie wcześniaków oraz umożliwiać nurkowanie na bardzo duże głębokości. Częściowe "oddychanie cieczą" jest z dobrymi skutkami używane w neonatologii.

Perfluorowęglowodory są używane jako fragmenty związków powierzchniowo czynnych (Ryc. 6). Za-



Ryc. 6. Fluorosurfaktanty używane w różnych gałęziach przemysłu.

stosowanie PFOS (kwas perfluorooktanosulfonowy) do impregnacji tkanin zostało opatentowane przez firmę 3M. Tak zmodyfikowane materiały są niemal zupełnie „plamoodporne”, woda lub tłuszcz wsiąka w tkaninę dopiero po bardzo długim czasie (Ryc. 7). Niestety trwałość PFOS okazała się mieczem obosiecznym. W 2009 r. substancja ta została wpisana do aneksu B Konwencji Sztokholmskiej w sprawie

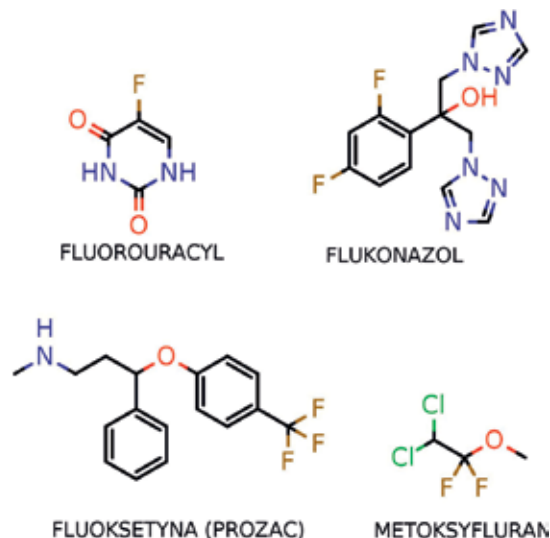


Ryc. 7. Tkanina impregnowana PFOS. Źródło: en.wikipedia.org.

trwałych zanieczyszczeń organicznych (znajduje się tam m.in. DDT i dioksyny), gdyż związek ten jest nefrotoksyczny (powoduje uszkodzenie nerek), ulega bioakumulacji i nie podlega biodegradacji. Wykazano, że PFOS zaburza działanie układu odpornościowego zwierząt, jest także rakotwórczy. PFOS jest wykrywalny w osoczu niemal całej ludności USA. Obecnie PFOS jest zastępowany przez PFBS (kwas perfluorobutanosulfonowy), który jest mniej toksyczny i posiada znacznie krótszy czas połowicznego zaniku w organizmie człowieka (PFBS: około 1 miesiąca, PFOS: około 5,4 lat).

Unikalne właściwości fluoru połączone z bardzo niewielkimi rozmiarami tego atomu (promień van der

Waalsa zbliżony do promienia atomu wodoru) są szeroko wykorzystywane w chemii leków. Obecnie około 20% leków na rynku zawiera ten pierwiastek (Ryc. 8). Z racji odmiennych właściwości (m.in. bardzo dużej siły wiązania węgiel-fluor, znacznie większej niż



Ryc. 8. Przykłady leków zawierających fluor: Fluorouracyl: lek przeciwnowotworowy, Flukonazol: lek przeciwgrzybiczy, Fluoksetyna: lek przeciwdepresyjny, Metoksyfluran: wziewny anestetyk.

wiązanie węgiel-wodór), wprowadzenie podstawników fluorowych potrafi “uodpornić” cząsteczkę na działanie enzymów metabolicznych. Osiągamy w ten sposób zwiększoną stabilność metaboliczną leku. Bardzo ważnym aspektem przy poszukiwaniu leków jest zdolność substancji aktywnej do przenikania membran biologicznych (błona komórkowa, bariera krew-mózg, obie złożone z warstw lipido-

netyczne – stężenie substancji we krwi utrzymuje się na odpowiednio wysokim poziomie przez długi czas, umożliwiając rzadkie zażywanie leku. Wymiana atomów wodoru w związku na atomy fluoru pozwala manipulować (zwykle zwiększać) współczynnikiem logP. Wzrost wartości logP wynika głównie ze zwiększenia hydrofobowości związku. W zależności od tego, gdzie zostanie w cząsteczce wbudowany fluor,



Ryc. 9. *Dichapetalum cymosum*, roślina wytwarzająca fluoroocetan. Źródło: en.wikipedia.org.

wych). Bierny transport cząsteczki leku przez bariery biologiczne odbywa się na zasadzie dyfuzji i jego skuteczność zależy od parametrów fizykochemicznych cząsteczki. Bardzo ważnym parametrem limitującym możliwość przenikania błon jest logP (logarytm ze współczynnika podziału oktanol-woda). LogP można wyznaczyć przez rozpuszczenie związku w układzie oktanol-woda (ciecze te nie mieszają się ze sobą) i następnie sprawdzenie, ile związku znajduje się w wodzie a ile w oktanolu. Parametr ten zwany jest potocznie miarą lipofilowości (powinowactwa do lipidów). Związki o zbyt niskiej wartości logP (zwykle przyjmuje się $\log P < -0,4$) mają niewielką szansę wnikać do dwuwarstwy lipidowej, natomiast te o zbyt wysokim logP ($\log P > 5$) wnikają do błony z łatwością, mają jednak problem z jej opuszczeniem. Odpowiednia wartość opisywanej zmiennej pozwala również uzyskać pożądane właściwości farmakoki-

możemy w różny sposób sterować parametrami fizykochemicznymi leku. Fluor jest więc bardzo cennym narzędziem w farmakologii, ponieważ umożliwia “dostrojenie” cząsteczki leku do konkretnego zastosowania.

Fluor jest trzynastym najczęściej występującym pierwiastkiem w skorupie ziemskiej. Najbardziej rozpowszechnione minerały to fluoryt (fluorek wapnia, CaF_2 , Ryc. 1) i fluoroapatyt ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$).

W przyrodzie ożywionej związki fluoru pełnią rolę biologiczną jedynie w mikroorganizmach i roślinach. Co najmniej 40 gatunków roślin w Australii, Afryce i Ameryce Południowej wykorzystuje fluoroocetan sodu jako truciznę chroniącą przed roślinożercami (Ryc. 9). Jon fluoroocetanowy zatrzymuje cykl Krebsa, jest więc toksyczny dla organizmów aerobowych (tlenowców), zwłaszcza ssaków. Substancja ta, pod nazwą handlową “1080”, jest używana jako pestycyd (Ryc. 10).

Powszechnie przyjętą metodą zapobiegania chorobom uzębienia i najbardziej znanym zastosowaniem opisywanego pierwiastka jest dodawanie fluorków (np. fluorek sodu NaF, aminofluorki) do pasty do



Ryc. 10. Etykieta trucizny zawierającej fluoroocetan sodu ostrzegająca przed przypadkowym spożyciem.. Źródło: en.wikipedia.org.

zębów. Prawdopodobny mechanizm działania fluorków polega na formowaniu fluoroapatytu w szkliwie

zębowym. Istnieje coraz więcej dowodów na to, że chroniczne narażenie na nawet niewielkie dawki fluorków zwiększa ryzyko poważnych chorób, w tym przewlekłej niewydolności nerek. Z drugiej strony suplementacja pasty fluorkami uznawana jest za jedno z dziesięciu największych przełomów medycznych XX wieku. Fluorowanie pozwala znacznie ograniczyć rozwój próchnicy i powstawanie chorób przyzębia, które bardzo poważnie zwiększają ryzyko chorób serca; zastosowanie fluorowanej pasty przynosi znacznie więcej korzyści niż szkód. Kontrowersje budzi natomiast dodawanie fluorków do wody pitnej, w USA niemal wszystkie sieci wodociągowe dostarczają wodę wzbogaconą jonami fluorkowymi (F⁻).

Mimo niebezpieczeństw związanych z zastosowaniem fluorków do modyfikacji wielu substancji chemicznych należy z całą pewnością podkreślić jego rolę w rozwoju naszej cywilizacji. Zdolność zapanowania nad najbardziej reaktywnym z pierwiastków pozwoliła nam otworzyć nowe rozdziały w historii chemii, energetyki, przemysłu, jak i medycyny.

Adam Hogendorf, Instytut Farmakologii PAN, Kraków. Zakład Chemii Leków. E-mail: ahogendorf@gmail.com

ZGADYWANIE CZY PRZEWIDYWANIE POGODY? SUPERKOMPUTERY KONTRA WIELOSKALOWY CHARAKTER NATURY

Ziemowit Malecha (Wrocław)

W poniższym artykule zostaną przybliżone zagadnienia wieloskalowości i nieliniowości nierozdzielnie związane z pogodą i klimatem. Wyjaśnione zostanie, dlaczego nawet najlepsze superkomputery mają bardzo duże trudności z modelowaniem ruchu atmosfery oraz oceanów. Przedstawiona będzie filozofia i metodologia radzenia sobie z powyższymi trudnościami.

Jedno równanie – niezliczoność możliwości

Druga zasada dynamiki Newtona mówi, że ruch ciała może ulec zmianie tylko na skutek działających na niego sił zewnętrznych. Ujmując to bardziej ogólnie: przyspieszenie (czyli zmiana prędkości w czasie) jest wywoływane przez siły zewnętrzne:

$$F = m \cdot a$$

W powyższym równaniu $a = du/dt$ oznacza przyspieszenie, m jest masą, natomiast F zawiera w sobie wszystkie siły zewnętrzne wywołujące przyspieszenie a . W przypadku swobodnie spadającego obiektu jest to siła grawitacji.

Na ruch atmosfery oraz oceanu, który bezpośrednio wpływa na pogodę i klimat, dodatkowo wpływa siła tarcia wewnętrznego (lepkość), siła wyporu (związaną z różnicą gęstości oraz temperatury), różnica ciśnień oraz siła Coriolisa związana z ruchem obrotowym Ziemi. Ponieważ atmosfera jest mieszaniną gazów i cieczy, których właściwości dodatkowo zależą od warunków zewnętrznych (ciśnienie, temperatura), jej ruch jest bardzo skomplikowany. Z perspektywy obserwatora charakteryzuje go wieloskalowość, czyli współlistnienie struktur (obiektów) o różnej skali wielkości. Olbrzymie cyklony, prądy

morskie, większe i mniejsze wiry (ruchy cyrkulacyjne) oraz zupełnie małe zawirowania. Natomiast z perspektywy opisu matematycznego równania omawianego ruchu charakteryzuje nieliniowość.

Nieliniowość jest głównym wyzwaniem dla modeli klimatycznych oraz obliczeń komputerowych. Jest ona źródłem bezustannego tworzenia się coraz mniejszych skal (struktur wirowych). Uwzględnienie ich wszystkich w modelach obliczeniowych wymaga coraz większej precyzji oraz mocy komputerów. Prostą analogią ilustrującą powyższe zagadnienie może być iteracyjne mnożenie liczby przez samą siebie, czyli podnoszenie do kwadratu. Załóżmy, że początkowa wartość naszej zmiennej wynosi $u_0 = 0,1$. W kolejnej iteracji mamy $u_1 = u_0 \cdot u_0 = 0,01$, w następnej $u_2 = u_1 \cdot u_1 = 0,0001$ i tak dalej, aż do momentu wyczerpania się precyzyjnej możliwości reprezentowania liczby przez komputer.

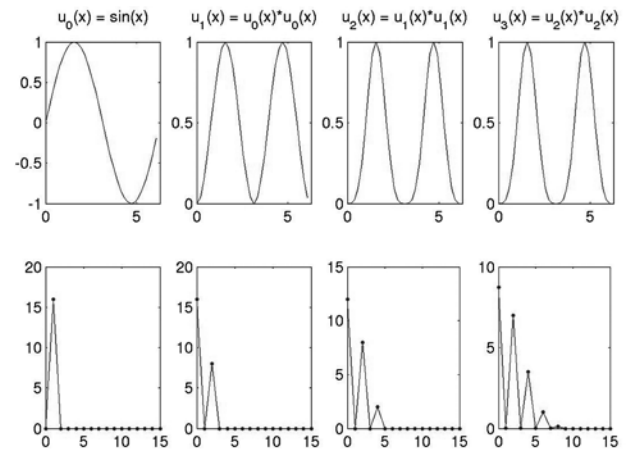
Bardziej rzeczywistą ilustracją tworzenia się coraz mniejszych struktur na skutek oddziaływania nieliniowego będzie, gdy zamiast pojedynczej wartości nasza zmienna będzie miała formę funkcji $u_0 = \sin(x)$. W kolejnych iteracjach otrzymamy: $u_1 = \sin(x) \cdot \sin(x)$, $u_2 = \sin(x) \cdot \sin(x) \cdot \sin(x) \cdot \sin(x)$ i tak dalej.

Rycina 1. przedstawia ewolucję zmiennej u w kolejnych iteracjach. Górny rząd prezentuje wykresy funkcji u_0 , u_1 , u_2 oraz u_3 , natomiast dolny rząd przedstawia odpowiadające im widma częstotliwości¹. Oś pozioma wykresów z dolnego rzędu numeruje częstotliwość. Większa liczba oznacza mniejszą skalę. Widać więc, że nieliniowość powoduje powstawanie coraz to mniejszych skal, reprezentowanych na wykresie jako odpowiednie częstotliwości o niezerowej energii.

Powyższa kaskada skal może być z łatwością zaobserwowana w naszym otoczeniu. Na mapie pogody bez trudu można dostrzec wielkie krążące masy powietrza. Jeżeli przybliżymy się do jednej z nich, zauważymy, że znajdują się tam mniejsze wiry, a w tych mniejszych jeszcze mniejsze i tak dalej. Pytaniem zasadniczym jest, czy proces ten ma koniec? Pocięszające może być, że odpowiedź jest pozytywna. Jednak z punktu widzenia wielości skal potrzebnych do uwzględnienia w precyzyjnym modelowaniu pogody lub klimatu proces ten jest niemalże nieskończony.

Aby lepiej to zrozumieć, przyjrzyjmy się sile tarcia wewnętrznego, która odpowiada za „rozmywanie” się małych zaburzeń, zamieniając je w energię ciepłą. Struktury o granicznej wielkości ulegają anihilacji na skutek tarcia i nie stanowią kłopotu w procesie obliczeniowym. W płynach siła tarcia związana jest

lepkością. Duża lepkość oznacza duże tarcie i dlatego w cieczach takich jak np. miód bardzo trudno jest wywołać skomplikowany ruch. Można to łatwo sprawdzić doświadczalnie porównując rezultat mieszania łyżeczką miodu oraz wody.



Ryc. 1. Tworzenie się mniejszych skal na skutek oddziaływania nieliniowego. Górny rząd przedstawia funkcję $u_0 = \sin(x)$ oraz jej kolejne iteracje w procesie mnożenia przez siebie. Dolny rząd przedstawia odpowiadające widma częstotliwości. Niezerowe wartości częstotliwości odpowiadają pojawianiu się mniejszych skal.

Atmosfera w przeważającej części składa się z powietrza oraz wody, których lepkość jest o wiele mniejsza niż miodu, więc generowanie się skomplikowanego ruchu i powstawanie coraz mniejszych struktur wirowych jest niemalże nieograniczone. W praktyce oznacza to, że aby precyzyjnie modelować przyszły stan pogody, w obliczeniach komputerowych należy ująć skale rzędu od tysięcy kilometrów do kilku milimetrów. Dla współczesnych komputerów jest to zbyt wiele.

Ostatnie stwierdzenie jest prawdziwe, gdy chcemy zmusić maszynę obliczeniową do uwzględnienia wszystkich skal, które mogą się zmanifestować w ewolucji oceanu bądź atmosfery (tkz. obliczenia DNS – *Direct Numerical Simulations*). Na szczęście wgląd w zagadnienia fizyki płynów pozwala na rozwijanie dużo mniej kosztownych, uproszczonych metod obliczeniowych.

Upraszczenie modeli obliczeniowych poprzez wyizolowanie istoty rzeczy

Proces upraszczania jest bardzo wymagającym i trudnym zadaniem. Jest to wciąż domena, w której człowieka nie może zastąpić nawet najnowocześniejsza maszyna. Proces ten wymaga intuicji, wnioskowania i rozumienia praw natury.

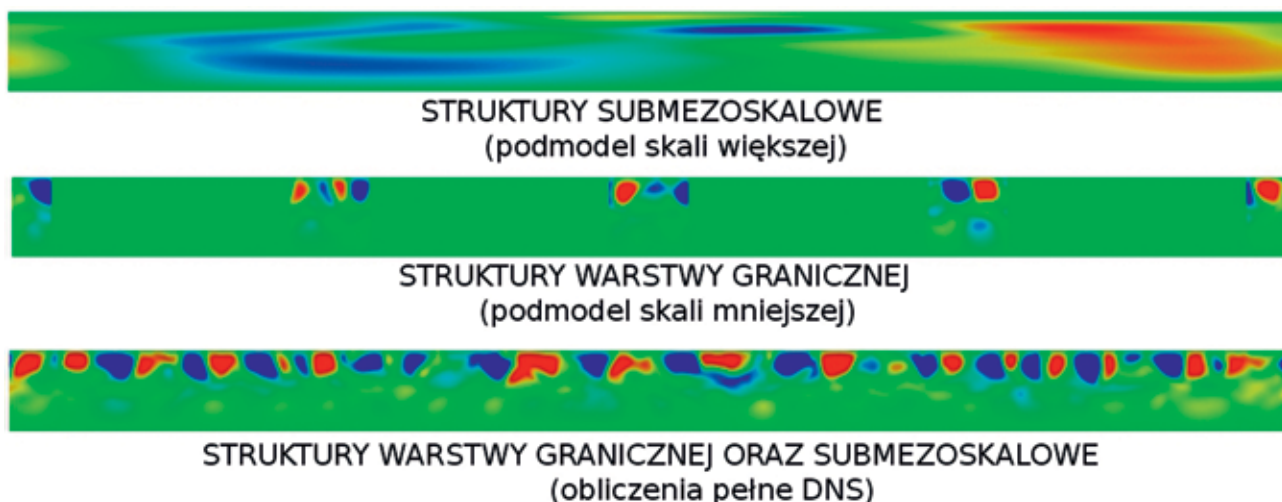
¹ Każdą funkcję rzeczywistą można przedstawić jednoznacznie w postaci nieskończonej sumy funkcji sinusoidalnych z odpowiednią amplitudą i współczynnikiem falowym. Na podstawie widma częstotliwości widać, które częstotliwości (skale) dominują w danym widmie (sygnale).

Obserwacje różnego rodzaju przepływów zaowocowały wyciągnięciem wielu przelomowych wniosków. Jednym z nich jest fakt, iż wielkość i czas życia poszczególnych struktur wirowych nie jest przypadkowa. W różnych zjawiskach hydrodynamicznych można zaobserwować charakterystyczne dla nich struktury, które są bardziej trwałe i dominujące (tzw. struktury koherentne).

Ruch skrzydeł owadów nie jest przypadkowy, lecz precyzyjnie zaprojektowany aby tworzyć specyficzne małe wiry, które pomagają w lataniu i manewrowaniu. Nagła zmiana średnicy rurociągu powoduje pojawienie się niekorzystnych stref przepływu wstecznego, których wielkość zależy od różnicy średnic i bezpośrednio wpływa na spadek ciśnienia. Natomiast wzajemne oddziaływanie wiatru i fal morskich tworzy długie cylindryczne pary wirów zwane cyrkulacją Langmuira (LC).

mająca swoje źródło w obrocie Ziemi wokół własnej osi. Dla warstwy brzegowej będzie to siła wiatru wywołująca naprężenia styczne na powierzchni wody, natomiast siła Coriolisa będzie tutaj praktycznie nieodczuwalna. Dla submezoskali istotna jest różnica temperatur oraz zasolenia wody skutkująca w powstawaniu różnicy gęstości i pojawieniu się siły wyporu. Patrząc na ocean, będziemy więc przeważnie widzieli tych kilka wielkości struktur wirowych, ponieważ ich istnienie jest nieprzerwanie wspomagane wyżej wymienionymi siłami zewnętrznymi.

Obecnie istnieją uproszczone modele matematyczne, bazujące na równowadze dominujących sił, ale nie uwzględniające, w sposób wystarczająco rzetelny, wpływu mniejszych struktur na większe. Wyzwaniem jest włączenie do modelu tych małych skal z jednoczesnym niezwiększaniem zapotrzebowania na moc obliczeniową. Jedną z obiecujących metod



Ryc. 2. Modelowanie górnej warstwy oceanu metodą wieloskalową. Górny i środkowy obrazek przedstawiają odpowiednio chwilowy stan struktur submezoskali oraz warstwy granicznej. Obliczenia dla mniejszych skal odbywają się tylko w 4 małych podobszarach. Dolny obrazek przedstawia odpowiadające wyniki obliczeń DNS.

Innym kluczowym zagadnieniem jest wzajemne oddziaływanie struktur wirowych oraz sposób i kierunek przekazywania między nimi energii. Aby lepiej zrozumieć relacje między poszczególnymi skalami wirów, pomocne jest zdefiniowanie charakterystycznego rozmiaru i charakterystycznego czasu ewolucji (życia) danego wiru. W oceanie możemy wyodrębnić min. mezoskalę, submezoskalę oraz warstwę graniczną². Charakterystyczny rozmiar mezoskali to setki kilometrów, charakterystyczny czas życia to miesiące, dla submezoskali są to dziesiątki kilometrów i tygodnie, dla warstwy granicznej setki metrów i dziesiątki godziny.

Podział ten nie jest przypadkowy lecz jest ściśle związany z charakterystyczną równowagą dominujących sił. W mezoskali dominująca jest siła Coriolisa,

jest tzw. metoda wieloskalowa (multiple-scale method). Opiera się ona na wprowadzeniu dwóch formalnie niezależnych skal czasowych (wolnej i szybkiej) i przestrzennych (dużej i małej) w ramach jednego modelu. Kluczowym wyzwaniem jest zidentyfikowanie wspólnego parametru ε , który wiąże ze sobą wszystkie ważne siły występujące w danym systemie. Może to być np. stosunek charakterystycznych wymiarów poszczególnych wirów. W przypadku submezoskali i warstwy granicznej $\varepsilon \sim 0,01$.

Powyższe postępowanie prowadzi do zdefiniowania dwóch oddzielnych podmodeli w ramach jednego modelu. Są one zdefiniowane w różnych zmiennych czasowych oraz przestrzennych, jednak mają możliwość wymiany niezbędnych informacji.

² Podobnie w atmosferze, z tym że tutaj charakterystyczny rozmiar i czas dla poszczególnej skali jest około 10 razy większy.

Głównym zyskiem jest tutaj fakt, że podmodel symulujący dynamikę większych struktur nie musi bezpośrednio uwzględniać wpływu małych wirów, więc nie wymaga zwiększonej mocy obliczeniowej. Informacje o wpływie małych struktur są przekazywane z drugiego podmodelu, który liczony jest osobno.

Od słów do czynów

W oceanie w submezoskali tworzą się struktury wirowe na skutek np. różnicy gęstości wody. Natomiast w warstwie granicznej występuje cyrkulacja Langmuira, pary przeciwnie wirujących, wydłużonych struktury wirowych o walcowatym kształcie. Rycina 2. przedstawia wyniki obliczeń ukazujących wzajemne oddziaływanie powyższych struktur oraz obrazuje działanie metody wieloskalowej w praktyce.

Dolny obrazek z ryciny 2. demonstruje wynik pełnych obliczeń DNS, gdzie uwzględnione są wszystkie skale wielkości struktur wirowych. Możemy

zauważyć szereg rotujących par LC, które dodatkowo są zatopione w strukturze wirowej o większych rozmiarach³. Obrazek górny i środkowy przedstawia wynik obliczeń uproszczonego modelu wieloskalowego, odpowiednio dla podmodelu skal większych i mniejszych. Ponieważ struktury LC powtarzają się wzdłuż całego obszaru, nie ma potrzeby obliczania ich wszędzie, tak jak ma to miejsce w przypadku pełnych obliczeń DNS. Zamiast tego można je symulować tylko w kilku niezależnych małych podobszarach, do których przekazywana jest niezbędna informacja o stanie przepływu submezoskalowego (środkowy obrazek). Struktury większe oddziałują na struktury mniejsze i odwrotnie.

Powyższe badania pokazały przede wszystkim, że małe wiry mogą znacząco wpływać na większe struktury, więc pomijanie ich (lub niepoprawne uwzględnianie) może prowadzić do błędów w przewidywaniu pogody czy klimatu. Ponadto zaproponowana metoda wieloskalowa daje wyniki zbliżone z obliczeniami DNS, ale jest znacząco od niej szybsza.

³ Rycina przedstawia wynik obliczeń dwuwymiarowych. Widzimy więc na nim przekrój poprzeczny przez wiry LC.

Dr inż Ziemowit Miłosz Malecha jest adiunktem w Katedrze Inżynierii Kriogenicznej, Lotniczej i Procesowej Politechniki Wrocławskiej. E-mail: ziemowit.malecha@pwr.edu.pl

MOST ŁĄCZĄCY NAUKI BIOLOGICZNE Z TECHNIKĄ – BIOCYBERNETYKA

Ryszard Tadeusiewicz (Kraków)

Rozwój nauk biologicznych oraz medycyny jest naprawdę imponujący. Ogromnie szybki jest także rozwój i postęp techniki. Natomiast przepływ idei naukowych pomiędzy dziedziną biologii a dziedziną techniki jest wciąż bardzo utrudniony. I nie wynika to z czyjejkolwiek złej woli. Po prostu właśnie ten postęp biologii i medycyny z jednej strony i rozwój techniki z drugiej strony doprowadziły do tego, że pomiędzy tymi dziedzinami wyrósł swoisty mentalny „mur” (Ryc. 1). Mur odmiennych metodologii, różnych tradycji rozwoju, a także hermetycznej, odmiennej terminologii.

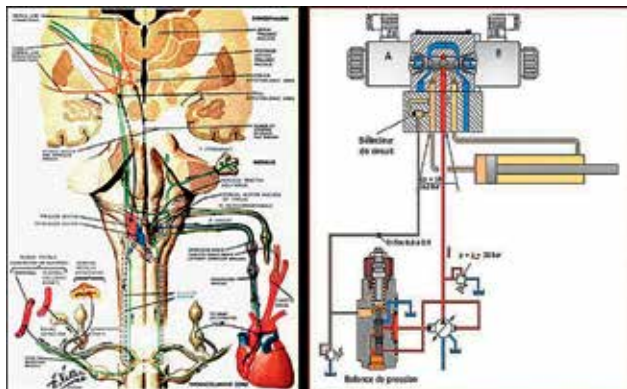


Ryc. 1. Symboliczne wyobrażenie różnic między dziedzinami biologii i techniki jako „muru”.

Jako przykład obecności tego „muru” przytoczyć można odmienny sposób przedstawiania takich samych (lub przynajmniej bardzo zbliżonych) systemów i problemów – odpowiednio w biologii i w technice. Rozważmy jako przykład rycinę 2. Przedstawia ona dwa systemy stabilizacji ciśnienia.

Pierwszy jest system stabilizacji ciśnienia krwi. W każdym bardziej złożonym organizmie żywym funkcjonuje system krążenia, dzięki któremu krew niosąca tlen i substancje odżywcze dociera do wszystkich narządów i tkanek zapewniając odpowiednie warunki dla życia komórek. Krew ta musi mieć stabilizowane ciśnienie (dopasowane do potrzeb). Przyroda wytworzyła więc wiele mechanizmów (nerwowych i hormonalnych), które służą do tego celu. Przykładowy schemat systemu stabilizacji ciśnienia krwi w organizmie człowieka odkryty przez biologów i wykorzystywany przez lekarzy przedstawia rycina 2. po lewej stronie.

Drugi jest system stabilizacji ciśnienia wykorzystywany w technice. W systemach technicznych



Ryc. 2. Sposób, w jaki przedstawiają ten sam problem (stabilizacji ciśnienia) biolodzy i technicy jest diametralnie odmienny. A jednak w obu przypadkach chodzi o ten sam proces. Źródła rysunków przywołanych tu wyłącznie w celach ilustracyjnych: http://robertschwartz.homestead.com/blood_pressure_regulation.jpg i http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Load_sensing_b.JPG.

są bowiem także przesyłane i przetłaczane rozmaite płyny. Wodociąg docierający do domu, hydrauliczne hamulce w samochodzie, reaktory w fabryce chemicznej – to tylko niektóre przykłady systemów, w których muszą przepływać płyny pod ciśnieniem. Ciśnienie to musi być stabilizowane, więc inżynierowie obmyślili wiele urządzeń służących do tego celu. Przykład jednego z nich przedstawiono na rycinie 2. po prawej stronie.

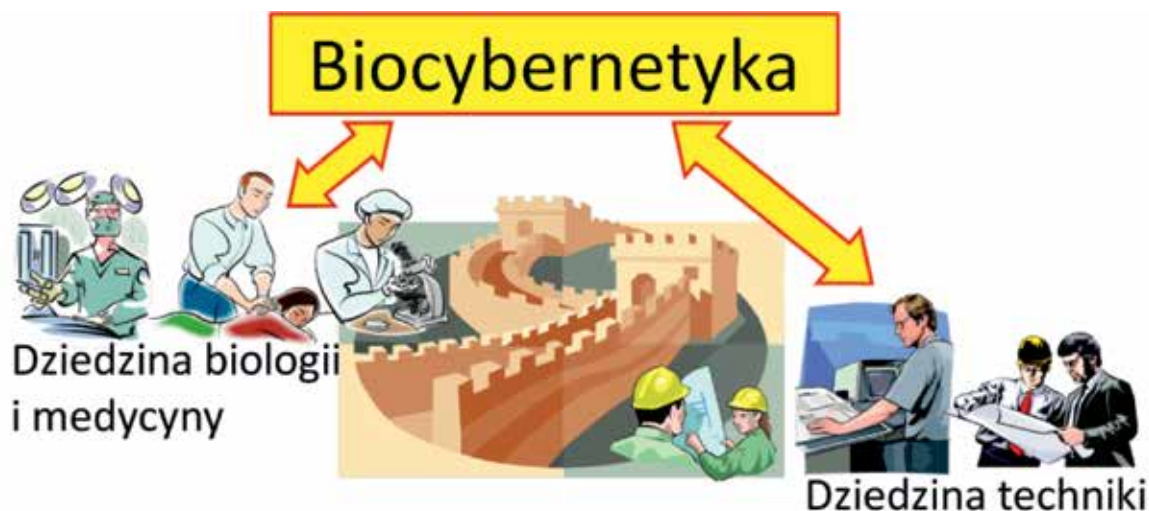
Patrząc na rycinę 2. widzimy po lewej i po prawej stronie właściwie to samo. W obu przypadkach

pożyteczne! Gdyby hematolodzy i kardiolodzy zajmujący się stabilizacją ciśnienia krwi (lewa strona na Ryc. 2.) znali metody, jakie stosują w systemach regulacyjnych inżynierowie (prawa strona rysunku) – to mogliby ulepszyć stosowane metody diagnostyki i terapii. Z kolei gdyby hydraulicy wiedzieli, jak sprytnie metody kontroli ciśnienia „wynalazła” biologia i jak je udoskonaliła w ciągu milionów lat ewolucji – to mogliby skonstruować nowe, sprawniejsze regulatory unikając kosztownych poszukiwań optymalnej struktury metodą prób i błędów. Jednak specjaliści każdej ze wzmiankowanych dziedzin mogą zrozumieć i wykorzystać tylko „swoją” połowę ryc. 2, zaś to, co się znajduje po drugiej stronie – to jest dla nich „czarna magia”.

Jest to właśnie przykład funkcjonowania „muru” przedstawionego na Ryc. 1.

Jak tę trudność pokonać?

Nie jest możliwe (ani nie byłoby praktyczne), żeby inżynierowie uczyli się fizjologii albo żeby lekarze poznawali tajniki rysunku technicznego. Natomiast możliwe jest zaproponowanie takiego opisu rozważanych systemów i procesów, który będzie pasował zarówno do zjawisk biologicznych, jak i do urządzeń technicznych. Co więcej, metodologia zastosowania tego opisu będzie równie łatwa dla lekarzy, jak i dla inżynierów, a po przedstawieniu określonych zagadnień z użyciem takiego opisu – zagadnienia biologiczne staną się zrozumiałe dla techników, a konstrukcje techniczne staną się czytelne dla biologów.



Ryc. 3. Rola biocybernetyki jako elementu pozwalającego pokonać odmienności dzielące dziedzinę biologii i medycyny oraz dziedzinę techniki.

chodzi o system zapewniający stabilizację ciśnienia. A jednak te dwie części rysunku są przedstawione w sposób tak odmienny, że przeniesienie wiedzy z jednej z tych części do drugiej jest praktycznie niemożliwe. Szkoda, bo takie przenikanie wiedzy z jednego obszaru do drugiego mogłoby być bardzo

Takie właśnie sposoby opisu oferuje **biocybernetyka** i dlatego może ona służyć jako swoisty „most” pozwalający przewyciężyć różnice dzielące technikę od biologii i medycynę od technologii. Dzięki temu udaje się przekroczyć „mur” dzielący rozważane dziedziny (Ryc. 3).

Dzięki czemu ten efekt udaje się uzyskać?
Otóż kluczem do sukcesu jest **abstrakcja**. Popatrzmy na ryc. 4.



Ryc. 4. Dzięki wysokiemu poziomowi abstrakcji opis stworzony na gruncie biocybernetyki może pasować zarówno do biologii, jak i do techniki.

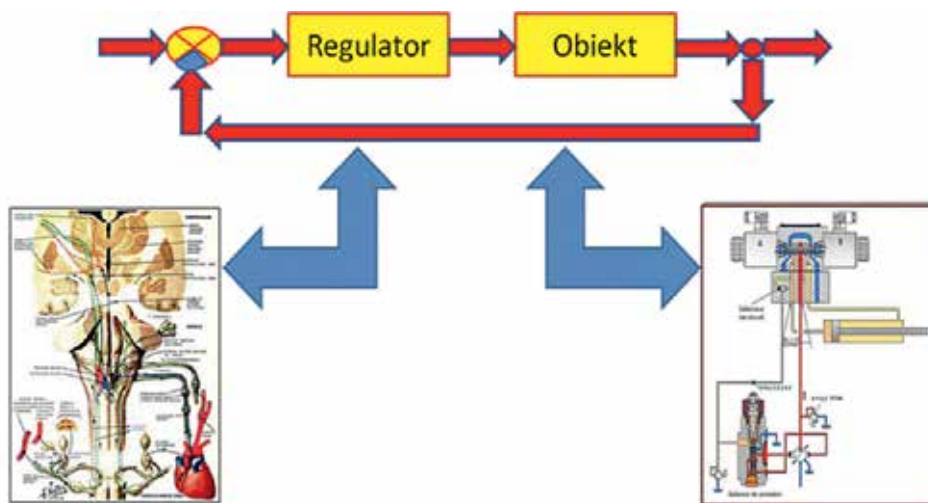
Na rycinie tej pokazano, że biologia (zwłaszcza doświadczalna) oraz medycyna (zwłaszcza kliniczna) są obszarami działań bardzo konkretnych, cechujących się niskim poziomem abstrakcji. Z drugiej strony także technika z pracami konstrukcyjnymi, inżynierskimi i technologicznymi jest sferą aktywności bardzo konkretnych, cechujących się niskim poziomem

pozbawi się szczegółów, które o tej specyficy decydują, jeśli stworzy się opis o wysokim stopniu abstrakcji, taki, jaki oferuje biocybernetyka – to punkty widzenia medyków i techników da się uzgodnić. Wzajemne porozumienie stanie się możliwe, nastąpi inspirujący przepływ idei, zostanie wniesiona nowa wartość wynikająca z synergii biologiczno-technicznej, czego efektem będzie postęp zarówno w dziedzinie biologii, jak i w dziedzinie techniki.

Zaobserwujmy jak to może wyglądać w praktyce, odwołując się do przykładu rozważanego na ryc. 2. (patrz Ryc. 5). System regulacji ciśnienia krwi po lewej stronie zawiera mnóstwo szczegółów morfologicznych (mózg, serce, naczynia krwionośne), których kształt, budowa i sposób działania są ważne dla lekarzy, ale nie stanowią istoty działania tego systemu. Podobna sytuacja jest z opisem technicznego systemu stabilizacji ciśnienia – jest on przeciążony nadmiarem szczegółów konstrukcyjnych, także zaciemniających istotę jego działania.

A jaka jest istota tego działania, jednakowa w obydwu przypadkach?

Otóż gdy odrzuci się wszystkie niepotrzebne szczegóły, czyli zwiększy się poziom abstrakcji opisu, przejdzie się od konkretów do **formalnego modelu** w postaci **schematu blokowego** (patrz ryc. 5).



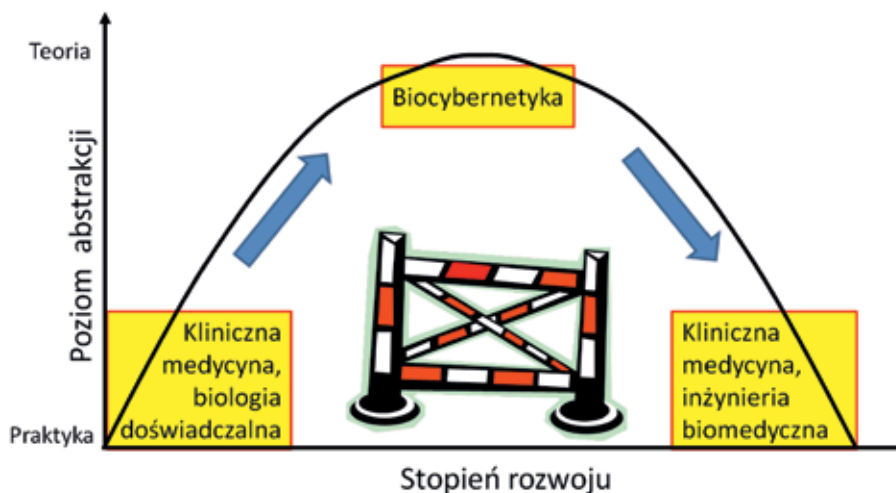
Ryc. 5. System biocybernetyczny (ogólny schemat układu ze sprzężeniem zwrotnym - u góry) stanowi abstrakcyjny model zarówno układu narządów biologicznych (u dołu po lewej), jak i urządzenia technicznego (u dołu po prawej). Źródła rysunków przywołanych tu wyłącznie w celach ilustracyjnych: http://robertschwartz.homestead.com/blood_pressure_regulation.jpg i http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Load_sensing_b.JPG.

abstrakcji. Przy tych konkretnych pracach istotną rolę odgrywa specyfika opisów systemów – odpowiednio biologicznych i technicznych. Specyfika ta powoduje trudności przy próbie przenoszenia odkryć biologicznych na grunt kreatywności technicznej oraz zasadniczo utrudnia tworzenie rozwiązań technicznych dla potrzeb biologii i medycyny. Jeśli jednak odpowiednie opisy – zarówno biologiczne, jak i techniczne –

w jej górnej części), to okazuje się, że w jednym i drugim przypadku można odnaleźć **regulator** stabilizujący ciśnienie – **obiekt**, w którym ciśnienie jest regulowane oraz **pętlę sprzężenia zwrotnego**. Taki sposób reprezentacji może być wspólny zarówno dla obiektów biologicznych, jak i dla urządzeń technicznych, gdyż formalne **bloki** odwołują się wyłącznie do **funkcji** spełnianych przez odpowiednie elementy,

abstrahują natomiast od tego, jaki te elementy mają kształt, wielkość, z jakiego są materiału (żywa tkanka czy metal) itd. Taki właśnie abstrakcyjny opis oferuje **biocybernetyka** i na tym polega jej rola.

doskonalących praktykę. Częstym składnikiem tych nowych rozwiązań może być lepsze uzbrojenie techniczne uzyskane za sprawą inżynierii biomedycznej, ale również same procedury medyczne mogą być



Ryc. 6. Biocybernetyka jako sposób na pokonywanie przeszkód w rozwoju biologii i medycyny.

Wysoki poziom abstrakcji opisów biocybernetycznych, wskazany wyżej jako sposób transferu informacji z obszaru biologii do techniki (i odwrotnie) może także służyć jako czynnik sprzyjający rozwojowi biologii i medycyny jako takiej. Nierzadko bywa tak, że rozwój praktycznych działań w obszarze klinicznej medycyny lub doświadczalnej biologii napotyka na różne przeszkody (Ryc. 6.)

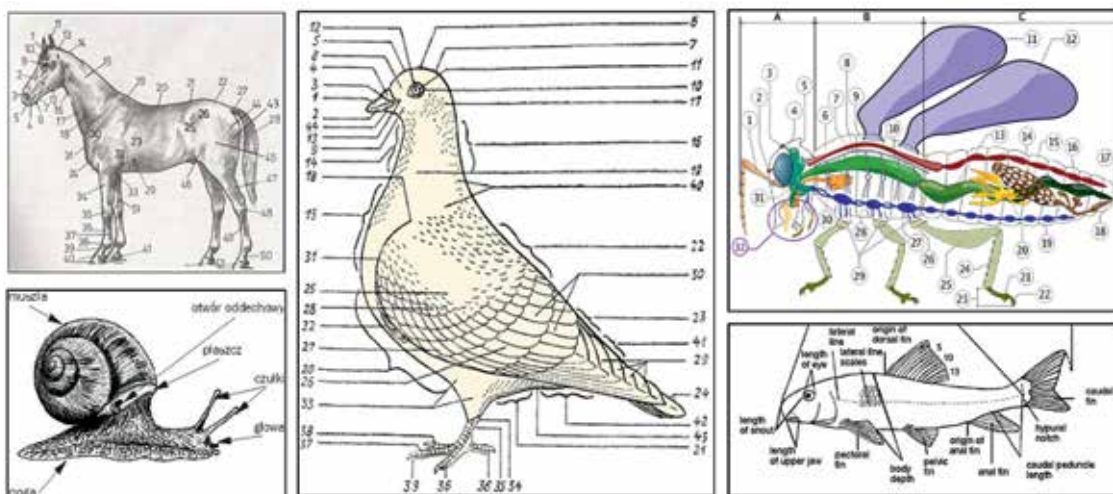
W takich przypadkach także przejście od czystej praktyki do biocybernetycznej teorii może pozwolić na pokonanie przeszkody. Takie spojrzenie z perspek-

tywy biocybernetycznej teorii na istotę napotykaną przeszkody może sprzyjać uzyskaniu nowych rozwiązań

udoskonalone, co daje się zauważyć, gdy się spojrzy na nie „z lotu ptaka”.

Jak owo „spojrzenie z lotu ptaka” zrealizować praktycznie?

Trzeba spróbować oderwać się od nieistotnych szczegółów i wydobyć istotę rzeczy. Rozważmy próbę zbudowania abstrakcyjnego modelu zwierzęcia. Nie konia, ślimaka czy gołębia, tylko „zwierzęcia uogólnionego”. Jak to jednak zrobić, skoro na Ziemi żyje obecnie (jak się ocenia) 8,7 mln gatunków, z czego dokładnie opisano około 1,2 mln? Przecież każde



Ryc. 7. Przykłady różnorodności świata zwierząt. Rysunek zmontowany z obrazków dostępnych w Internecie pod adresami podanymi w przypisie. Dostęp do wszystkich obrazków miał miejsce w kwietniu 2015 r. Źródła: http://www.naszaskapa.pl/vademecum/instruktorskie/budowa_konia.jpg; <http://golebie.wroclaw.pl/images/budowa-golebia-schemat.png>; http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Insect_anatomy_diagram.svg, <http://gfx1.bryk.pl/entry/00000/00000781.png>; <http://staff.tuhsd.k12.az.us/gfoster/standard/fishana1.gif>.

tywy biocybernetycznej teorii na istotę napotykaną przeszkody może sprzyjać uzyskaniu nowych rozwiązań

konkretne zwierzę ma swoje cechy specyficzne i każde jest inne. Na Ryc. 7 pokazano przykładowo różne

zwierzęta. Widać, jak bardzo są one zróżnicowane. Przy tak wielkiej liczbie szczegółowych informacji o każdym gatunku zwierząt wydaje się, że praktycznie niemożliwe jest wydawanie jakichś ogólnych sądów. A jednak bazując na biocybernetyce można spróbować.

Żeby uzyskać model „uogólnionego zwierzęcia”, który by opisywał **wszystkie** te niezliczone stworzenia, trzeba najpierw **odrzuć** te szczegółowe informacje. Trzeba od nich **abstrahować**. Dzięki takiej abstrakcji poznamy, co jest wspólne dla wszystkich zwierząt – i co jest w związku z tym najbardziej istotne.



Ryc. 8. Początek tworzenia abstrakcyjnego biocybernetycznego modelu zwierzęcia.

Pierwszą przymiarkę do takiej abstrakcji przedstawia Ryc. 8. Na rycinie tej przedstawiono dwa abstrakcyjne (to znaczy pozbawione jakichkolwiek cech szczegółowych) obiekty: rozważane **zwierzę** oraz **środowisko**. Zauważmy, że oba obiekty przedstawione na Ryc. 8. są reprezentowane przez **bloki**, które nie mają nic wspólnego z ich rzeczywistym kształtem. Owalny blok z pewnością nie przypomina ciała żadnego zwierzęcia, a prostokąt nie jest podobny do żadnego realnego środowiska. Związek między tymi blokami a realnymi obiektami ma więc charakter wyłącznie umowny, dlatego schemat blokowy jest przykładem **modelu formalnego**, stale używanego w biocybernetyce.

Wnętrze bloku reprezentującego abstrakcyjne zwierzę zaczniemy teraz wypełniać kolejnymi **systemami**, zapewniającymi realizację funkcji, jakie **każde** zwierzę musi spełniać. Pierwszą z nich jest **aktywność**. Forma aktywności może być różna, ale obecność aktywności pozwala odróżnić każde żywe zwierzę od każdego kawałka materii nieożywionej.

Żeby przejawiać aktywność trzeba dysponować możliwościami ruchu. I znowu różnorodność narządów i systemów zapewniających zwierzęciu ruch jest ogromna. Inaczej poruszają się zwierzęta wodne, inaczej lądowe, a jeszcze inaczej latające. Ale **system ruchowy** w takiej lub innej postaci występuje u nich wszystkich, co ilustruje Ryc. 9.

Aktywność powinna być celowa, to znaczy związana z postrzeganiem stanu środowiska. Dzięki

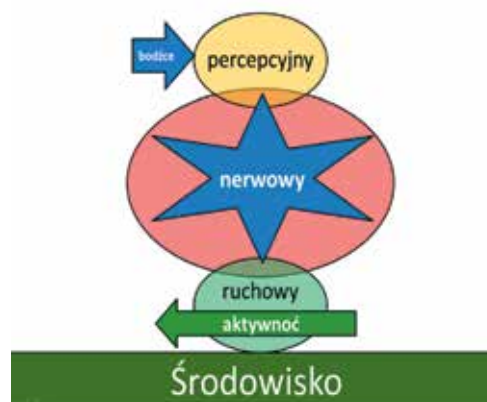
percepcji stanu środowiska można zlokalizować pożywienie i dostrzec zbliżające się zagrożenie (drapieznika, który naszego modelowego zwierzęcia chce



Ryc. 9. Zwierzę wyposażone w system ruchowy, umożliwiający aktywność w środowisku.

potraktować jak pożywienie). Bodźce docierające ze środowisk pozwalają odszukać partnera seksualnego i znaleźć bezpieczną kryjówkę dla przetrwania okresu zmniejszonej aktywności. Zwierzę musi więc mieć **system percepcyjny**, żeby te bodźce odbierać i je prawidłowo interpretować.

Żeby system percepcyjny przynosił pozytywne efekty, musi być powiązany z wcześniej wprowadzonym systemem ruchowym, bo tylko wtedy zwierzę będzie mogło skutecznie zdobywać dostrzeżone pożywienie, efektywnie unikać zaobserwowanych zagrożeń i zrećnie łączyć się z partnerem seksualnym. Do przenoszenia informacji od systemu percepcyjnego do systemu ruchowego konieczny jest więc **system nerwowy**. Tak uzupełniony model zwierzęcia przedstawiłem na Ryc. 10.



Ryc. 10. Model zwierzęcia wyposażonego dodatkowo w systemy: percepcyjny i nerwowy.

Jednak nie samą informacją zwierzę żyje. Do przejawiania aktywności potrzebna jest energia, a do rozbudowy i ewentualnej naprawy ciała – substancje odżywcze. Dlatego każde zwierzę musi pobierać z otoczenia **pożywienie** oraz **tlen** (dla procesów energetycznych, które u większości zwierząt mają charakter aerobowy), zaś wydalac musi niewykorzystane

części pożywienia oraz dwutlenek węgla. Trzeba więc nasz model zwierzęcia wyposażyć dodatkowo w system **trawienny** i **oddechowy**, a także w **system krążenia**, który dostarczać będzie pożywienie i tlen do wszystkich tkanek i narządów ciała, usuwając także powstający w procesach metabolicznych dwutlenek węgla – co pokazano na Ryc. 11.



Ryc. 11. Model zwierzęcia uwzględniający procesy energetyczne.

Przy przemianie materii powstają też (poza CO_2) także inne produkty odpadowe, które musi usuwać **system moczowy**, zaś w systemie krążenia potrzebne są jeszcze elementy ochrony organizmu przed różnymi zagrożeniami mikrobiologicznymi (rolę tę spełnia **system immunologiczny** przedstawiony na rycinie 12 jako symbol **I** oraz elementy regulacyjne o dłuższym czasie działania i o bardziej uogólnionym charakterze, niż sterowanie nerwowe. Tę ostatnią rolę pełnią hormony, których źródłem jest system gruczołów wydzielania wewnętrznego, oznaczony symbolem **G**.



Ryc. 12. Kolejny etap wzbogacania modelu zwierzęcia.

Na koniec rozważany model zwierzęcia trzeba wyposażyć w system **płciowy**, dzięki któremu zwierzę może

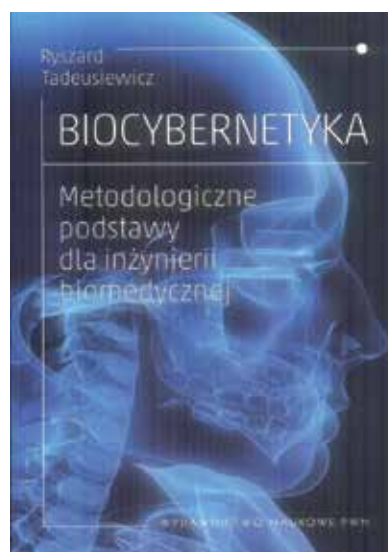
wydać potomstwo i zapewnić trwanie gatunku mimo limitowanego czasu życia każdego osobnika (Ryc. 13).

Przedstawiona wyżej droga budowania modelu zwierzęcia zawiera oczywiście wiele uproszczeń (nie zostały na przykład uwzględnione gruczoły wydzielania zewnętrznego), ale chodziło o to, żeby zasy-



Ryc. 13. Finalna struktura modelu zwierzęcia.

gnalizować kierunek działań podejmowanych przez biocybernetyków, a nie wdawać się w szczegóły. Dlatego kończąc ten artykuł chciałbym zachęcić Osoby, które zdołałem zainteresować, do tego, żeby skorzystały z łatwo dostępnej literatury (na przykład z książki, której okładka przedstawiona jest na rycinie 14.) i żeby poznały biocybernetykę na tyle, by możliwe było jej praktyczne użycie. Naprawdę warto!



Ryc. 14. Książka, z której można skorzystać poszerzając i pogłębiając wiedzę – w tym artykule jedynie zasygnalizowaną.

WIEK BADAŃ NAD CHEMOTAKSJĄ PLEMNIKÓW ZWIERZĘCYCH

Leopold Śliwa (Kraków)

Procesy reprodukcyjne mające na celu uzyskiwanie potomstwa, a tym samym przedłużanie sztafety życia o następne pokolenia, od zawsze budziły duże zainteresowanie i chęć wyjaśnienia ich najdrobniejszych szczegółów. Jednym z najbardziej tajemniczych aspektów tego zagadnienia jest zapłodnienie, jego przebieg i mechanizmy regulujące i zwiększające efektywność sukcesu reprodukcyjnego. Zachowania i procesy etologiczne zachodzące na poziomie osobników, takie jak zaloty, toki, gody zwierząt czy ludzi są łatwo dostrzegalne, a tym samym dostępne do analizy i badania, jednak procesy zachodzące na poziomie komórek rozrodczych prowadzące do łączenie się plemnika i jaja w zygotę są mniej oczywiste i bardziej tajemnicze, a tym samym mniej znane nie tylko przeciętnemu człowiekowi, ale również



Ryc. 1. Żyjące grupowo na dnie morskim jeżowce (*Echinoidea*), pierwsze obiekty badań nad chemotaksją plemników. Źródło: <https://encryptedb3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQmeugVXXKXn95NsaAQNI G7038HAH9Z8KQc5aIZIWSbu2jLMXtwV>.

i naukowcom, biologom. O ile zachowania etologiczne ewidentnie czynione są w celu ułatwienia i intensyfikacji połączenia się gamet i przekazania swojego materiału genetycznego potomstwu, o tyle sam proces fuzji gamet nie ma już tak ewidentnych symptomów i przebiegu oraz znaczenia. Aby jedna zapewnić odpowiednią wydajność tego procesu w przyrodzie wytworzyły się mechanizmy ułatwiające nawiązywanie bezpośredniego kontaktu między gametami. Jednym z nich jest zjawisko chemotaksji plemników czyli ich zdolność do rozpoznawania i kierowania się gradientem substancji chemicznych wydzielanych przez komórki jajowe lub obecnych w ich bezpośrednim środowisku.

Pierwsze badania naukowe chemotaksji plemników zwierząt i wiarygodne opisy tego procesu ułatwiającego nawiązanie podczas zapłodnienia kontaktu plemników z komórką jajową przeprowadzono przed ponad 100 laty. Ich autorem był R. F. Lillie badający zapłodnienie modelowych w tym okresie w embriologii organizmów, jakimi były należące do szkarłupni (*Echinodermata*) jeżowce (*Echinoidea*), głównie z gatunku *Arbacia punctulata*. Wyniki swoich badań zachowania się plemników ich sklejanie się, czyli aglutynacji i zmian ruchliwości w kontakcie z tzw. „wodą jajową”, czyli wodą morską, w której wcześniej pozostawały komórki jajowe wydalone przez samice, opublikował w *Science* w 1912 roku w pracy „*The production of sperm iso-agglutinin by ova*”. Prace te kontynuował w latach następnych, rozwijając koncepcję możliwości chemotaktycznego działania komórek jajowych na plemniki, a uogólnioną teorię przedstawił w książce omawiającej różne znane w tym czasie aspekty zapłodnienia pod tytułem „*Problems of Fertilization*” wydanej w 1919 roku przez University of Chicago Press. Od tego momentu właśnie jeżowce, morskie organizmy o zewnętrznym sposobie zapłodnienia, stały się podstawowym modelem badań nad zjawiskiem chemotaksji. Trudne badania innych zwierząt, a zwłaszcza ssaków i człowieka, zaczęto prowadzić na szerszą skalę znacznie później, bo dopiero w połowie XX wieku.

Jak wskazują wyniki obserwacji dokonanych w okresie upływających 100 lat od odkrycia, chemotaksja plemników która, jak się wydawało pierwotnie, ograniczała się do roślin i zwierząt niższych, jest powszechnym procesem biologicznym w trakcie zapłodnienia. Początkowo badania dotyczyły tego aspektu reprodukcji jedynie u zwierząt wodnych, prymitywnych morskich jamochłonów (*Coelenterata*), stłubiopławów (*Hydrozoa*). W latach siedemdziesiątych XX wieku Miller wraz z zespołem przebadał ponad 30 gatunków, stwierdzając u większości chemotaksję i jednocześnie określając charakter cząsteczek chemotaktycznych i różnice w budowie pomiędzy gatunkami z różnych grup systematycznych. Cząsteczki te określono jako termostabilne białka o różnej masie cząsteczkowej. Przykładowo u *Anthomedusae* oraz *Limnomedusae* i *Trachymedusae* mają one masę około 5000 D, a *Leptomedusae* jedynie 100 D.

Chemoatraktanty tych zwierząt, obok znaczenia w rozmnażaniu, wydają się pełnić również rolę czynników systematycznych różnicujących gatunki. I tak w przypadku identycznych morfologicznie gatunków *Sarsia tubulosa* i *S. princeps* są one różne i zapobiegają krzyżowemu zapłodnieniu pomiędzy współwystępującymi w środowisku osobnikami. Obok jamochłonów chemotaksję potwierdzono u innych organizmów morskich. Chemotaktyczne białko wyizolowano u rurkopławów (Siphonophora), między innymi u gatunku *Hippopodius hippopus* jest nim termostabilna cząsteczka o masie 25 kD, przy czym w obrębie tej grupy chemoatraktanty nie wykazują swoistości gatunkowej.

Białka mogące oddziaływać na swobodnie pływające plemniki i decydujące o zmianie ich kierunku poruszania się i kierowaniu gradientem stężenia, wyizolowano w drugiej połowie XX wieku z galaretowatych osłonek komórek jajowych jeżowców. Obok poznania masy cząsteczkowej, wynoszącej około 70 kD, udało się również ustalić ich sekwencję aminokwasów. W przypadku gatunków *Strangylocentropus purpuratus* i *Hemicentropus pulcherrinus* nazwano je roboczo speract, a w przypadku *Arbaci punctulata* resact. Oba badane białka są gatunkowo swoiste i działając w naturze na plemniki znajdujące się w okolicy komórek jajowych, decydują o swoistości gatunkowej zapłodnienia zapobiegając krzyżowaniu się gamet różnych gatunków i powstawaniu osobników hybrydowych.

Chemotaktyczne strategie reprodukcyjne zaobserwowano również u morskich osłonic (Protochordata; Urochordata) gatunków *Cionia intestinalis* i *Stiela plicata* oraz *S. clava*. Podczas eksperymentów prowadzonych w warunkach *in vitro* zaobserwowano gromadzenie się plemników tych zwierząt w okolicy końca pipety napełnionej ekstraktem z osłonek jajowych. Chemoatraktanty w tych przypadkach, choć generalnie swoiste gatunkowo, mogą słabo oddziaływać w przypadku prób krzyżowego zapłodnienia. Równocześnie ekstrakty z jaj jamochłonów, np. Tubularia (Hydrozoa), w najmniejszym stopniu nie mają zdolności do zmiany kierunku ruchu plemników gatunków z rodzaju *Stiela*. Podobne zmiany w zachowaniu się plemników pod wpływem komórek jajowych stwierdzono u *Oikopleura dioica* (Urochordata; Larwacea), u tego gatunku chemotaksja i kierowanie się plemników gradientem substancji z osłonek komórek jajowych jest zależne od wyjściowego stężenia w momencie formowania się jej gradientu.

Ten krótki przegląd morskich bezkręgowców nie wyczerpuje listy gatunków wykorzystujących w reprodukcji działania chemotaktyczne. W rzeczywistości

takich gatunków jest znacznie więcej, gdyż corocznie opisuje się szczegóły rozmnażania się nowych gatunków. Obserwacje, głównie z zakresu embriologii, wskazują na możliwość występowania chemotaksji plemników również u bezkręgowców lądowych reprezentujących zapłodnienie wewnętrzne. Przykładowo, tam gdzie występują bogate w żółtko jaja polilecytalne okryte dodatkowo mocnymi i nieprzenikliwymi osłonkami, wnikanie plemników do ich cytoplazmy odbywa się jedynie przez specjalne, obecne w osłonkach otwórki, mikropyle. Problemem dla plemników staje się precyzyjne ich odszukanie i przeniknięcie. Mechanizmy kierujące takim zachowaniem nie są jeszcze dostatecznie poznane i można się spodziewać, że badania w tym kierunku dostarczą dalszych faktów potwierdzających hipotezę o powszechności chemotaksji plemników bezkręgowców.

W tym miejscu pojawia się pytanie o chemotaktyczne zachowania plemników kręgowców. Chociaż badania porównawcze zjawiska chemotaksji plemników wśród kręgowców nie były prowadzone na szerszą skalę to, jak podpowiada to intuicja biologa, zjawisko to powinno występować u zwierząt wodnych, szczególnie charakteryzujących się zapłodnieniem zewnętrznym. Znalazło to potwierdzenie w badaniach reprodukcji wybranych gatunków ryb, których jaja otoczone są grubymi osłonkami, a plemniki docierają do oolemy jedynie przez nieliczne kanały mikropylarne. Wielokrotnie, między innymi u rekinów i płaszczyk, zaobserwowano atrakcyjność dla plemników tych miejsc i gromadzenie się gamet męskich w pobliżu otworów w osłonkach przy jednoczesnym przyspieszaniu ruchliwości po wnikięciu do wnętrza kanału mikropylarnego. Sytuacja ulega odwróceniu i plemniki nie kierują się położeniem otworków po zapłodnieniu. Poza rybami chrzęstnoszkieletowymi takie celowe, chemotaktyczne zachowania plemników występuje również u troci (*Salmo trutta*) i jesiotra (*Acipenser sturio*). Chemoatraktanty stwierdzono i opisano, charakteryzując je jako drobnocząsteczkowe, termostabilne peptydy również u kilku gatunków ryb dorszowatych (Gadidae).

Niestety dane dotyczące płazów są jedynie fragmentaryczne. U kumaków (*Bombina sp.*) zaobserwowano możliwość zmiany kierunku ruchu plemników po wnikięciu w obręb osłonki galaretowatej jaja, w której zaczynają kierować się zawsze prostopadle do oolemy, czyli starają się dotrzeć do powierzchni jaja najkrótszą drogą. Nieco więcej danych uzyskaniu dla *Xenopus laevis*, gdzie nie tylko potwierdzono chemotaktyczne zachowania plemników w warunkach *in vitro* w odpowiedzi na gradient ekstraktu z galarety osłonki jajowej, ale również poznano budowę chemoatraktanta oraz geny odpowiedzialne za jego syntezę w jajach i przemieszczanie się tej substancji do formujących się galarety

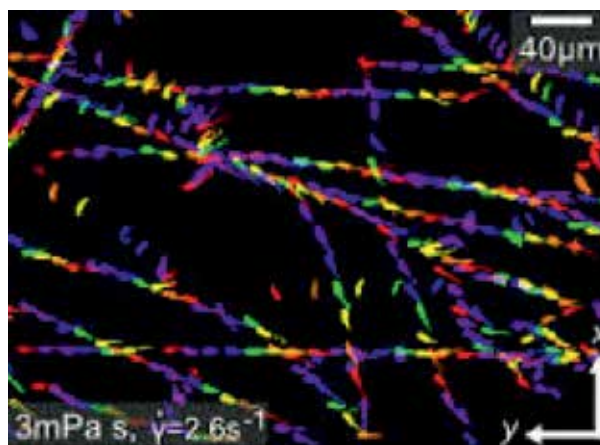
otaczającej oocyty. Substancja ta będąca białkiem o masie 21 kD została roboczo nazwana allurin. Dla lepszego poznania tej grupy systematycznej konieczne są jednak szersze, porównawcze badania podstawowe.

W odniesieniu do gadów i ptaków badania chemotaksji plemników nie były do chwili obecnej prowadzone i nieznane są możliwości zmian w zachowaniu się plemników tych zwierząt w trakcie zapłodnienia.

Assaki? Zjawisko chemotaksji plemników w procesach wewnętrznego zapłodnienia u ssaków było długo kontrowersyjnym problemem badawczym i powątpiewano w jego występowanie. Pierwsze wiarygodne dane nainteresującym nastematopublikował w 1983 roku Dickman badając nieprzypadkowe, jego zdaniem, zachowania plemników królika w jajowodach, w których równocześnie umieszczano do zapłodnienia oocyty. Nietypowe zachowanie, przywabianie plemników, tłumaczył ich chemotaksją przez specyficzne i swoiste gatunkowo cząsteczki obecne w osłonce przejrzystej (*zona pellucida*) owulowanych oocytów. Chociaż wyniki te i ich interpretacja nie były jednoznaczne, to jednak pracatarozpoczęła intensywne badanie chemotaksji plemników ssaków. Wcześniej, bo już w latach 70. XX wieku, wykazywano w warunkach *in vitro* chemotaktyczne kierowanie się plemników człowieka obecnością niewystępujących naturalnie w układzie rozrodczym substancji, N-formylowanych oligopeptydów (atraktantów ludzkich makrofagów i neutrofilów).

Prowadzone systematyczne badania w warunkach naturalnie panujących w jajowodzie, jak i w pozaustrojowych, zachowania plemników myszy i człowieka potwierdziły naturalne występowanie i znaczenie chemotaksji w zapłodnieniu, jak również poznanie chemoatraktantów plemnikowych obecnych w drogach rodnych. Ostatecznie udowodniono w nich istotne znaczenie płynu pęcherzykowego, zmieniającego po owulacji lokalnie skład chemiczny środowiska bańki jajowodu w okolicy czekającego na zapłodnienie oocyty. Udało się również ustalić znaczenie jednostkowe poszczególnych substancji wchodzących w jego skład. Właściwości chemotaktyczne ma płyn pęcherzykowy pobrany jedynie z prawidłowo rozwiniętych i dojrzałych do owulacji pęcherzyków Graafa. Aspirowany z niedojrzałych lub nieprawidłowych, przykładowo nie zawierających oocyty, nie wpływa w warunkach *in vitro* na ruchliwość i orientację przestrzenną plemników. Ustalono również, że ważne jest jego odpowiednie, najlepiej wysokie i zbliżone do naturalnego w bańce jajowodu, stężenie. Rozcieńczony stopniowo traci rolę chemoatraktanta. Istotna jest również swoistość gatunkowa, a nawet rasowa zwierząt biorących udział w reprodukcji.

Wśród składników płynu pęcherzykowego chemotaktyczne właściwości, obok kwasu hialuronowego, mają obecne w nim hormony. Najsilniejszym chemoatraktantem dla plemników myszy i człowieka jest progesteron, produkowany do płynu pęcherzykowego przez komórki jajnika, jak również po owulacji przez specyficzne komórki steroidogenne obecne w komórkowej, promienistej osłonce (*corona radioata*) owulowanego oocyty. Aktywny wpływ na chemotaktyczne zachowanie plemników mają również inne hormony wchodzące w naturalnych warunkach w skład płynu pęcherzykowego. Można w tym miejscu wymienić estrogeny (sterydy produkowane przez jajniki), jak również oksytocynę, insulinę czy tyroksynę, uważane powszechnie za hormony o somatycznym działaniu obwodowym. Aktywnymi chemoatraktantami okazały się być również inne regulatorowe, bioaktywne w organizmie substancje, takie jak wybrane interleukiny, czynniki wzrostu, a nawet tlenek azotu. Wymienione związki nie wyczerpują listy potencjalnych substancji mogących wpływać na procesy cytofizjologiczne i zachowanie się plemników, gdyż prowadzone badania cały czas dostarczają nowych danych i informacji.



Ryc. 2. Wykonany techniką zdjęć poklatkowych obraz chemotaktycznego poruszania się plemników. Źródło: <https://encrypted-tbn3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTvLP7w3ThSgD3e1Gq8s7obhdcXwFARNhcdsQlcteHzG-y2zL0hQ>.

Przedstawiony zarys ponad wieku badań nad zjawiskiem chemotaksji plemników nie wyczerpuje całości tego szerokiego zagadnienia. Ograniczono się w nim do danych systematycznych i porównawczych, z konieczności pomijając procesy i mechanizmy działające w komórkach plemnikowych, decydujące o modyfikacji ich metabolizmu, jak również kierujące ruchem komórek. Te aspekty chemotaksji plemników, w przypadku zainteresowania czytelników, zostaną opisane w kolejnym artykule.

W PŁYW TEMPERATUR KRIOGENICZNYCH NA ORGANIZM CZŁOWIEKA NA WYBRANYCH PRZYKŁADACH KRIOZABIEGÓW

Jakub Niechcial (Wrocław)

Kriogenika jest dziedziną nauki zajmującą się bardzo niskimi temperaturami poniżej minus 150 stopni Celsjusza (123K). Pod względem zastosowań można ją podzielić na małą oraz dużą kriogenikę. Do tej pierwszej zaliczamy dziedziny związane z energią, przemysłem, pomiarami oraz medycyną, do drugiej zaś badania zajmujące się technologią helową, nadciężkością oraz nadprzewodnictwem. Poniższy artykuł jest artykułem przeglądowym, skupiającym się na dotychczasowym stanie wiedzy i wpływie niskich temperatur na organizm człowieka. Kriogenika jest w szczególności wykorzystywana w medycynie, gdzie ma zastosowanie w krioterapii, kriogenicznej konserwacji i przechowywaniu komórek zwierzęcych lub macierzystych. Mimo, że ta dziedzina medycyny rozwijana jest od niedawna i już ma doskonałe wyniki poprawiające stan organizmu, to wiele zjawisk zachodzących np. podczas ochładzania tkanki biologicznej jest jeszcze słabo poznanych.

Reakcje organizmu

W zimnym otoczeniu organizm ludzki dostosowuje się do niskiej temperatury poprzez układy termoregulacji, którymi są kolejno: termoreceptory i termodetektory, ośrodek termoregulacji oraz efekторы (narządy lub komórki pobudzany przez nerwy). Stanowią one elementy układu sprzężenia zwrotnego. Termoreceptory można podzielić dwie podgrupy: zewnętrzne (termoeksteroreceptory) oraz wewnętrzne (termoenteroreceptory). Te pierwsze pobierają informacje ze środowiska, drugie zaś z wnętrza organizmu. Organizm człowieka przystosowuje się do zimna na trzy sposoby: poprzez – adaptację hipotermiczną (zmniejszenie wytwarzania ciepła), izolacyjną oraz metaboliczną (dłuższy czas utrzymywania brunatnej tkanki tłuszczowej, która jest głównym elementem produkującym ciepło w organizmie). Termogeneza, czyli zespół procesów fizjologicznych, metabolicznych i reakcji behawioralnych prowadzących do wytworzenia ciepła, u dorosłych związana jest przede wszystkim z układem mięśni szkieletowych – dreszcze produkują najwięcej ciepła, a termogeneza

w brunatnej tkance tłuszczowej (BAT) ma znaczenie szczególnie u niemowląt. Reakcje organizmu na zimno są różnorodne. Zbyt długie przebywanie w obszarze obniżonej temperatury powoduje degradację komórek, co może doprowadzić do śmierci. Jednak niewielki czas przebywania w zimnie jest korzystny – wpływa pozytywnie na organizm człowieka oraz nastrój.

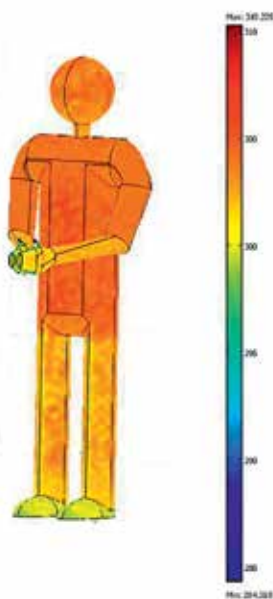
Krioterapia ogólna

Krioterapia ogólnoustrojowa jest obecnie jedną z najlepszych form leczenia kriozabiegami. Wchodzi w skład kinezyterapii (leczenia ruchem, tzw. gimnastyki leczniczej). Całość jest znana pod nazwą kriorehabilitacji. Krioterapia jest pierwszym jej elementem. Polega na krótkotrwałym, trwającym do trzech minut, pobudzaniu organizmu temperaturą poniżej -120°C , działającą na całą powierzchnię ciała, celem wywołania odruchów fizjologicznych układowych i narządowych korzystnych dla przywracania homeostazy w organizmie. Odbywa się to w komorach przystosowanych specjalnie do tego celu. Termin krioterapia został po raz pierwszy użyty w 1908 r. przez A.W. Pusey'a, jednak pierwszą przypominającą znane kriokomory zaprojektowano w 1978 r. w Japonii. Podczas wystawiania organizmu na ekstremalnie niskie temperatury (poniżej 120–160 stopni Celsjusza) ważne jest przestrzeganie ściśle określonych procedur. Do



Ryc. 1. Przykład kriokomory. Źródło: <http://www.medicol.pl/cat2,14>.

osób, które zdecydowanie nie powinny uczestniczyć w tego typu terapii można zaliczyć takie z chorobą Raynauda (napadowy skurcz tętnic w obrębie rąk i nóg), wychudzone, z zaburzeniami psychicznymi, z zaburzeniami rytmu serca, zapadające na krioglobulinemię (objawia się ona występowaniem w osoczu patologicznych białek wytrącających się w temperaturze poniżej 5 stopni Celsjusza) oraz mające zespół Prinzmętała (rzadka, naczynioskurczowa odmiana choroby niedokrwiennej serca). Dodatkowym przeciwwskazaniem objęte są osoby powyżej 65 roku życia, jednakże, jeśli nie mają nadmiernej pobudliwości naczyniowej oraz zakrzepów żył, możliwe jest przeprowadzenie tego typu zabiegu.



Ryc. 2. Rozkład temperatury na powierzchni ciała człowieka po wizycie w kriokomorze (symulacja). Źródło: Ciesielski Michał, Modelowanie i symulacja wymiany ciepła pomiędzy człowiekiem a otoczeniem, Politechnika Poznańska, 2013.

Kontrolowana krioterapia wpływa pozytywnie na organizm człowieka, m.in. na układ nerwowy, hormonalny, metabolizm, układ nerwowo-mięśniowy i działa przeciwzapalnie. Wyłączenie receptorów czuciowych i zwolnione przewodnictwo we włóknach czuciowych są odpowiedzią układu nerwowego na krioterapię. Organizm „broni się” przed zimnem obniżając stężenie mleczanów (kwasu mlekowego, zazwyczaj powstającego w trakcie intensywnego wysiłku fizycznego) i histaminy (która ma za zadanie pobudzić wydzielanie kwasu żołądkowego), natomiast zwiększając stężenie bradykininy (co zwiększa przepuszczalność naczyń włosowatych i rozszerza naczynia krwionośne) oraz angiotensyny (kontrolującej stężenia jonów sodu i potasu oraz kurczącej drobne tętnice i podnoszącej ciśnienie krwi). Krioterapia wywołuje również wzrost wydzielania beta-endorfin,

peptydów o działaniu przeciwbólowym, które można nazwać endogennymi opiatami wytwarzanymi przez organizm. Zabiegi krioterapii pozwalają także na zwiększenie wydolności beztlenowej w dyscyplinach sportowych. Należy również pamiętać o wpływie oziębionego powietrza na organizm – zimne powietrze po dostaniu się do płuc zwiększa swoją objętość, stąd mogą wystąpić duszności. Nie zaobserwowano negatywnego wpływu na mięśnie szkieletowe, co ważniejsze, badania przed i po kriozabiegu wykazały, spadek wartości odczynu Biernackiego (OB). Jest to pomiar szybkości opadania krwinek czerwonych w niekrzepnącej krwi w czasie jednej godziny. Wysokie OB jest wskaźnikiem procesów zapalnych, reumatycznych i nowotworowych. Dla zdrowego człowieka prawidłowe OB wynosi od 1 do 10 mm w przypadku mężczyzn oraz od 3 do 15 mm na godzinę w przypadku kobiet.

Symulacja zachowania się organizmu w kriokomorze

Modelowanie i symulacja wymiany ciepła między człowiekiem a otoczeniem w kriokomorze wykazały, że najbardziej ochłodziły się organy o małej objętości oraz wysokim współczynnikiem konwekcyjnego przenikania ciepła, czyli stopy, dłonie, nogi, przedramiona oraz kciuki. Symulację przeprowadzono dla dwóch przypadków temperatury panującej w komorze: -160°C oraz -60°C . W obydwu przypadkach wyniki były podobne, tj. stopy oraz kciuki miały najniższą temperaturę, odpowiednio $28,85^{\circ}\text{C}$ oraz $11,85^{\circ}\text{C}$ dla niższej temperatury w kriokomorze i $32,85^{\circ}\text{C}$ oraz $24,35^{\circ}\text{C}$ dla temperatury wyższej. Doświadczenia wskazują też na znaczny spadek temperatury skóry po zabiegu. Wynika to z gwałtownego skurczu naczyń skórnych, który jest reakcją organizmu na ochłodzenie. Zapobiega to nadmiernemu napływowi wychłodzonej krwi do głębszych warstw ciała i jednocześnie ogranicza proces oddawania ciepła. Powyższe dane zostały opracowane na podstawie równania Pennesa, które jest różniczkowym równaniem opisującym przepływ ciepła w tkance.

Zabiegi kriogeniczne poprawiają jakość snu poprzez łatwiejsze zasypianie, łagodzą kliniczne przypadki zespołów depresyjnych oraz zmniejszają napięcie mięśni. Reakcja układu krążenia również jest widoczna, ale nie trwa dłużej niż 10 minut po zabiegu. Istnieje ryzyko nadciśnienia (ale w postaci łagodnej), zmniejsza się również częstość akcji serca. Prowadzone na oddziale hematologii badania zawierają jednak sprzeczne informacje dotyczące średniego spadku stężenia hemoglobiny. Największe

zmiany widać w poziomie we krwi hormonów po zabiegu krioterapii. Pojedyncza próba (w temperaturze minus 130°C) wykazała zwiększenie następujących związków: endorfiny, adrenaliny, noradrenaliny, testosteronu. Nie wykazano, żeby zabieg prowadził do wydzielania hormonu wzrostu. Według pomiarów przeprowadzonych przez zespół Savic i Fonda w 2013 roku, przy użyciu termowizji, najniższe temperatury ciała w kriokabinie zanotowano na udzie, tułowiu i klatce piersiowej uczestników eksperymentu.

Według badań przeprowadzonych w 2010 roku przez Klimek i Lubowską z zespołem na 30 ochotnikach, 15 mężczyznach i 15 kobietach, cykl 10 pełnych zabiegów kriogenicznych ma znaczący wpływ na kondycję i wydajność beztlenową u mężczyzn. Odnotowano widoczny wzrost tych dwóch cech. Wskazuje to, iż wykorzystanie w szkoleniach krio zabiegów może umożliwić sportowcom osiągnięcie lepszych wyników. Powstaje pytanie, czy taka metoda może być dozwolona w zawodach sportowych czy też jednak jest to jakaś forma dopingu. Doping wydolnościowy jest sztucznym podnoszeniem wydolności fizycznej i psychicznej zawodnika metodami wykraczającymi poza normalny, „naturalny” trening, choć w praktyce granica między dopingiem i treningiem jest często bardzo trudna do ustalenia. Ogólnie za doping uważa się metody medyczne, potencjalnie szkodliwe dla zdrowia, które zostały oficjalnie zabronione. Istnieje co prawda tzw. doping fizjologiczny, polegający na stosowaniu rozmaitych technik medycznych czasowo zwiększających wydolność organizmu (w szczególności autotransfuzja krwi). Krio zabiegi nie zostały oficjalnie zabronione przez międzynarodowe organizacje zajmujące się zwalczaniem dopingu, aczkolwiek trzeba nadmienić, że prawodawstwo w różnych krajach jest odmienne. Innymi słowy, to co jest formą dopingu w jednym państwie, niekoniecznie jest przestępstwem w drugim. Dla przykładu – w Stanach Zjednoczonych do 2005 r. legalna była produkcja i stosowanie silnych środków chemicznych (sterydów).

Kriolipoliza

Jest to metoda wykorzystania temperatur chłodniczych. Kriolipoliza (z greckiego kryos – zimno i lipa – tłuszcz) polega na kontrolowanej miejscowej ekspozycji fragmentu ciała na zimno w granicach od –8 do 5°C (według różnych źródeł i badań). Nie wymaga bardzo niskich temperatur, jak w opisanych poprzednio kriokomorach. Jest to jedna z metod redukcji podskórnej tkanki tłuszczowej (bez uszkodzenia skóry), konkurująca z liposukcją. Metoda jest nieinwazyjna

(w przeciwieństwie do liposukcji). Po pierwszym zabiegu możliwe jest zmniejszenie tkanki tłuszczowej w zakresie od 20 do nawet 80 procent. Podczas badań klinicznych stwierdzono, że średnia grubość tkanki tłuszczowej po dwóch miesiącach zmniejszyła się o 20,4%, po kolejnych dwóch o 22,4% i w ostatnich o 25,5%. Przebieg procesu degradacji tkanki tłuszczowej po tym zabiegu nie jest do końca poznany. Dotychczasowe obserwacje wskazują, że kontakt z ciałem o obniżonej temperaturze powoduje lokalne zapalenie tkanki podskórnej, co doprowadza do apoptozy (naturalnego zaprogramowanego procesu śmierci komórki) adypocytów (komórek tkanki tłuszczowej), które następnie są usuwane przez makrofagi (system obronny organizmu). Skutkiem tego jest redukcja grubości tkanki tłuszczowej. Uważa się, że apoptoza adypocytów stymuluje początkową fazę nacieku zapalnego. Wniosek ten został wysunięty na podstawie badań przeprowadzonych nad próbkami z tkanki tłuszczowej pochodzących od świń. Zabieg ten wykorzystywany jest do usuwania tkanki tłuszczowej na plecach, nad biodrami oraz na brzuchu. Nieznany jest obecnie wpływ na cellulit. Jak każdy proces, także ten, mimo



Ryc. 3. Zabieg kriolipolizy. Źródło: http://www.rcz-zbaszyn.pl/dla_pacjentow.

że bezinwazyjny, niesie ze sobą pewne zagrożenia. W okresie do pierwszego tygodnia po zabiegu mogą pojawić się wybroczyny, skóra robi się twarda oraz możliwa jest ograniczona wrażliwość na bodźce (zdrętwienie). W 2007 r. w USA została przeprowadzona pierwsza próba kriolipolizy, zaś w 2010 r. amerykańska administracja ds. żywności i leków zatwierdziła ten zabieg jako bezpieczny dla człowieka.

Kriochirurgia

Kriochirurgia jest to metoda krioterapii polegająca na miejscowym wymrażaniu tkanki biologicznej powodując jej obumarcie. Jako źródło niskiej temperatury stosuje się zwykle ciekły azot, dwutlenek węgla lub inne gazy kriogeniczne. Wskutek obniżonej temperatury woda wewnątrz i na zewnątrz

komórki ulega krystalizacji. Następuje pęknięcie błon biologicznych i w konsekwencji destrukcja tkanki. Kriochirurgie stosuje się m.in. w dermatologii, onkologii, gastrologii, kardiologii, ginekologii oraz okulistyce. Dotychczasowe badania i praktyka wskazują, że wstępne wymrażanie może być z powodzeniem stosowane w wielu chorobach skóry i błon śluzowych. W zależności od stopnia znamion chorobowych na skórze stosuje się różne metody. Do niewielkich zmian chorobowych wystarczy tampon zanurzony w ciekłym azocie, większe ogniska chorobowe (o średnicy nie przekraczającej 2 cm) muszą być nartykiwane oparami azotu, zaś w trudnodostępnych miejscach używa się specjalnej rury aplikacyjnej (średnica 2,5–18 mm), która zawiera podtlenek azotu i ciekły azot. Zabiegi trwają kilka minut (średni czas 3–6 min) i są stosunkowo tanie (litr ciekłego azotu to koszt około 4 zł). Wymrażanie jest jednym z procesów krioblacji, w której, przy pomocy specjalnej końcówki w cewniku, wymraża się określone komórki. Metoda ma wysoką skuteczność i jest stosowana również w leczeniu raka. W przypadku zwyrodnień, takich jak brodawki łojotokowe lub ropne zapalenie gruczołów potowych, mogą wystąpić komplikacje – dolegliwości bólowe po zabiegu. Jest to jednak



Ryc. 4. Zabieg kriochirurgii estetycznej (wymrażanie zmian skórnych).
Źródło: <http://www.nzozdermex.pl/kriochirurgia.html>.

alternatywna do antybiotykoterapii. Dobre wyniki uzyskiwane podczas leczenia schorzeń skórnych zadowolowały wprowadzeniem niskich temperatur do onkologii. Nie zanotowano zwiększonej liczby nawrotów w porównaniu do tradycyjnej chirurgii i radioterapii. Zadowolające wyniki uzyskano w odniesieniu do raka prostaty, guzów nerek, nowotworów tchawicy oraz raka piersi. Dodatkowo zaproponowano połączenie chemio- i krioterapii, co dało dobre

efekty w postaci zmniejszenia efektów toksycznych, gdyż można było podawać mniejsze dawki chemioterapeutyków. Poprawiało to także komfort pacjenta.

Uwagi końcowe

Podsumowując artykuł przeglądowy warto zauważyć, że leczenie przy użyciu niskich temperatur, tak chłodniczych, jak i kriogenicznych, zdobywa coraz większą popularność, a jednym z państw przodujących pod tym względem jest Polska. W województwie dolnośląskim znajduje się obecnie siedem klinik specjalizujących się w tych metodach, w pozostałych zaś średnia liczba wynosi około 6. Najwięcej jest w województwie kujawsko-pomorskim – aż dziewięć placówek. Wszystkie posiadają kriokomory do krioterapii ogólnoustrojowej, jak również są przystosowane do krioterapii miejscowej. Zgodnie z postanowieniem Prezesa Narodowego Funduszu Zdrowia (zarządzenie nr 60/2007/DSOZ, załącznik 7), Fundusz finansuje wykonanie u jednego pacjenta dziesięciu zabiegów w jednym cyklu terapeutycznym, nie więcej niż dwukrotnie w ciągu roku kalendarzowego dla jednego pacjenta. Na zabiegi krioterapii ogólnoustrojowej kieruje lekarz oddziału rehabilitacyjnego, reumatologicznego, urazowo-ortopedycznego, neurologicznego lub lekarz specjalista następujących poradni: rehabilitacyjnej, reumatologicznej, urazowo-ortopedycznej, neurologicznej. Z przeprowadzonych badań wynika, że leczenie zimnem przynosi zadowalające efekty w każdej gałęzi medycyny, mimo że niektóre procesy wciąż nie są dokładnie zbadane. Potrzebne są więc dalsze badania, które pozwolą odpowiedzieć dokładniej na pytanie, jak organizm ludzki zachowuje się podczas krótkotrwałej ekspozycji na niskie temperatury. Dokładniejsze badania pozwolą być może na kontrolowane, trwałe obniżenie temperatury u człowieka (wprowadzenie go w stan hibernacji). Jedynym dotychczasowym rozwiązaniem jest zanurzenie ciała w ciekłym azocie z myślą, że w przyszłości uda się odtworzyć komórki organizmu. O ile niektóre substancje zachowują swoje właściwości po tak gwałtownym zamrożeniu i odmrożeniu (np. ziarna czy komórki macierzyste), to w przypadku całego organizmu, który składa się z wielu różnych komórek, takie wymrożenie skutkuje nieodwracalnym zniszczeniem. Aktualnie możliwe jest jedynie zamrożenie pojedynczych komórek bez ich uszkodzenia.

LEŚNY EFEKT DOMINA

Michał Bogdziewicz (Poznań)

Rozmyślanie nad rozmnażaniem się roślin, w przeciwieństwie do rozmnażania się zwierząt, zazwyczaj budzi niewiele emocji. Ja jeszcze niedawno wyobrażałem sobie w takiej sytuacji sosnę, rok w rok produkującą podobną liczbę szyszek. Szyszki spadają, nasiona się rozsiewają, z części wyrastają nowe drzewka i tak dalej. Ciężko tu o ekscytację. Jednak

prowadzonych przez nas badań w Puszczy Gorzowskiej, w czasie roku nasiennego w 2011, buk zrzucał średnio ponad czterysta nasion na metr kwadratowy. Są to tony bogatych w składniki odżywcze nasion, które nagle dosłownie zasypują las. W 2012 i 2013 roku na dno lasu nie spadł jednak niemal żaden bukowy orzeszek.



Ryc. 1. Nornica ruda *Myodes glareolus*. Bieszczady. Fot. Stanisław Pagacz.

taki prosty scenariusz rzadko występuje w świecie roślin. Wiele drzew produkuje nasiona w nieregularnych odstępach. U wielu gatunków, między innymi tych bardzo dobrze nam znanych jak dęby, buki, sosny czy świerki, występują tak zwane lata nasienne. Zjawisko to wyróżnia się obfitym opadem nasion, występującym raz na kilka lat, po którym następują lata cechujące się niemal zerową produkcją nasion. Trzeba dodać, że taka produkcja jest zsynchronizowana. Drzewa rosnące na danym obszarze wytwarzają nasiona w tym samym roku, by potem wspólnie na kolejne lata zamilknąć. Przykładowo, w trakcie

Takie zmiany w produkcji nasion mają kilka ważnych skutków. Przede wszystkim następuje zarzucenie zjadaczy nasion taką ilością pokarmu, której nie są w stanie zjeść. Dzięki temu część nasion przeżywa do kolejnej wiosny, kiełkuje i zaczyna wyścig ku dorosłości. Natomiast w latach, gdy produkcja nasion nie następuje, w lesie nie ma za wiele pokarmu. W tych chudych latach konkurencja o pokarm jest bardzo silna. Niska dostępność pożywienia utrzymuje liczebność konsumentów nasion na niskim poziomie. Dzięki temu, w czasie następującego potem roku nasiennego, łatwiej jest osiągnąć efekt nasycenia

i jeszcze większa porcja nasion może uchronić się przed zjedzeniem.

Gryzonie zalewają las (z nasion na myszy)

Taki ogromny zastrzyk energii, wynikający z dostępności pokarmu, wprowadza wiele zamieszania do ekosystemu, przypominając efekt domina. Efekt przenosi się z jednego poziomu piramidy troficznej na kolejny, rozchodząc się po lesie jak fala. Początkowe efekty widoczne są już tej samej jesieni, w której nasiona „zalewają” dno lasu. Gryzonie – np. myszy i nornice (Ryc. 1 i 2) – zachęczone dostępnością nasion zaczynają intensywnie gromadzić zapasy (patrz

z powrotem do domu. Dzięki temu w mniejszym stopniu są narażone na zjedzenie przez lisa czy sowę. Jest to kolejna przyczyna ich efekownego wzrostu liczebności. Przykład? W roku 2012, podczas odłowów małych ssaków prowadzonych w Puszczy Gorzowskiej, łapaliśmy prawie 300 (!) osobników myszy i nornic, na obszarze mniejszym niż hektar. Ta ogromna liczba, to skutek bukowego roku nasiennego w roku 2011. Dla porównania, rok później liczebność spadła zaledwie do kilkunastu osobników na hektar. Kolejny przykład pochodzi z Bieszczad (Ryc. 3). Po bukowym roku nasiennym 2013, gryzoni zrobiło się tak dużo, że wystarczyło na chwilę przystanąć na szlaku, by nornice zaczęły biegać wokół stóp. Aktu-



Ryc. 2. Mysz leśna *Apodemus flavicollis*. Bieszczady. Fot. Stanisław Pagacz.

też *Wszechświat*, 2014, tom 115, 107–110). Bogato wyposażone spichlerze sprawiają, że zima w danym roku będzie dla gryzoni o wiele łatwiejsza. Pokarmu jest tak wiele, iż mimo ujemnych temperatur, myszy mogą rozmnażać się pod pokrywą śniegu. Wiosną będzie ich więcej niż jesienią, a rozmnażać się będą jeszcze do końca lata. Dzięki temu, że pokarm niemal przykrywa dno lasu, gryzonie nie muszą już wypuszczać się w długie i niebezpieczne wyprawy w poszukiwaniu pożywienia. Wystarczy, że wyściubią nos z nory, nazbierają nasion i czmychną

alnie prowadzę podobne badania na wschodnim wybrzeżu Ameryki Północnej. Rok temu, gdy pierwszy raz odławiałem tu te małe zwierzęta, udało mi się złapać tylko 16 osobników myszaka białostopowego (odpowiednik naszej myszy leśnej). Wystarczyło jednak, że tutejsze dęby zrzuciły żołądźcie, a w tym roku (2014), złapaliśmy już 118 zwierząt należących do czterech gatunków.

Drapieżnicze eldorado (z myszy na drapieżniki)

Jesienią las „zalewają” nasiona, czego skutkiem jest ogromna liczebność gryzoni kolejnego lata. To natomiast powoduje wzrost liczebności populacji drapieżników. Dzięki wyjątkowej obfitości pokarmu w postaci gryzoni, takie gatunki, jak puszczyk czy kuna leśna odchowują wyjątkowo dużo młodych. Dwa lata po roku nasiennym można w lesie spotkać więcej drapieżników gustujących w małych ssakach. Nie jest to jednak dla nich szczególnie przyjemny okres. Drapieżników jest więcej, lecz okres obfitości pokarmu się skończył. Gryzonie zastała bowiem kolejna zima. Tym razem bez pełnych spichlerzy, za

populacja tego owada spowodowała defoliację lasów (czyli pozbawienie liści) na łącznym obszarze 325 tysięcy kilometrów kwadratowych. Jest to obszar porównywalny do powierzchni Polski (312 tys. km²). Straty spowodowane przez tego owada szacuje się na miliony dolarów. Jak wspomniałem wcześniej, liczebność gryzoni rośnie i kurczy się wraz ze zmianami w opadzie nasion. Gdy liczebność gryzoni jest odpowiednio wysoka, są one w stanie kontrolować populację żarłocznej ćmy, przez zjedanie poczwerek tego gatunku. Jeżeli jednak na dno lasu nie spadnie za wiele żołądzi, liczebność myszy spada, co otwiera brudnicy drogę do niekontrolowanego wzrostu. Co więcej, defoliacja wywołana przez ćmę opóźnia lub



Ryc. 3. Orzesznica *Muscardinus avellanarius*. Bieszczady. Fot. Stanisław Pagacz.

to ze wzrastającą populacją drapieżników. Niedostatek małych ssaków zmusza liczne drapieżniki do szukania innego pokarmu. Żerują więc one na ptasich gniazdach, powodując spustoszenia wśród gatunków gniazdujących w dziuplach i w niższych partiach lasu.

Myszy w obronie drzew

W Ameryce Północnej gradacje inwazyjnej ćmy brudnicy nieparki powodują znaczne szkody w uprawach lasów. W ciągu ostatnich czterdziestu lat

nawet uniemożliwia produkcję żołądzi. To skutkuje utrzymaniem niskich liczebności myszy i utrzymującym się brakiem drapieżniczej kontroli nad ćmą.

Lata nasienne i zagrożenie boreliozą

Cykl produkcyjny nasion dębów i buków może mieć też pośredni wpływ na nasze zdrowie. Badania prowadzone w USA pokazują, że ryzyko zachorowania na boreliozę jest znacząco większe w dwa lata po roku nasiennym dębu czerwonego. Jak to działa?

Boreliozą zarażamy się od odżywiających się krwią kręgowców kleszczy. Cykl życiowy tych pajęczaków składa się z trzech stadiów rozwojowych: larwy, nimfy i imago (czyli dojrzałego osobnika, który składa jaja). Każde stadium potrzebuje posiłku z krwi, by przejść do kolejnego etapu rozwoju. A oto mechanizm: las pełen energetycznych żołądź przyciąga zwierzęta. Przykładowo, w czasie lat nasiennych, jelenie spędzają czterdzieści procent swojego czasu w lasach dębowych, w porównaniu do zaledwie pięciu procent w latach, gdy nasion jest mało. Ich wzmożona obecność może być pierwszym czynnikiem powodującym zwiększenie liczebności kleszczy. Jelenie są bowiem lubianym przez dorosłe kleszcze żywicielem. Z ich pleców imago spadają na ziemię i składają jaja. Po zimie wykuwają się z nich larwy. Gdy te się wyklują, trafiają wprost na zwiększoną po roku nasiennym populację gryzoni. Małe ssaki są w dużej mierze odpowiedzialne za infekowanie larw kleszczy krętkiem *Borrelia burgdorferi*, który wywołuje chorobę. Larwy żerują na licznych gryzoniach, po czym przeistaczają się w nimfy. Te ostatnie zimują na dnie lasu. Kolejnej wiosny, w dwa lata po roku nasiennym, na takich terenach zagęszczenia nimf są nawet sześciokrotnie większe niż zazwyczaj. Jednocześnie, to właśnie to stadium rozwojowe, ze względu na swój niewielki rozmiar, jest w dużej części odpowiedzialne za zarażanie ludzi boreliozą.

Lata nasienne i niewydolność nerek

Borelioza to nie jedyna choroba, której częstość zachorowań powiązana jest z cyklicznym opadem nasion. Puumala hantawirus (PUUV) jest przyczyną nefropatii zakaźnej, łagodnej formy gorączki krwotocznej z zespołem nerkowym. Wirus ten przenoszony jest przez gryzonia. W szczególności przez licznie zamieszkującą nasze lasy normicę rudą. Liczebność populacji tego gatunku mocno wzrasta po latach nasiennych, dzięki mechanizmowi opisanemu wcześniej. Badania przeprowadzone w Belgii, gdzie choroba ta jest bardzo dobrze monitorowana, pokazują, że liczba przypadków zachorowań wśród ludzi jest nawet dziesięciokrotnie większa w rok po roku nasiennym buka. Jest wysoce prawdopodobne, że taki mechanizm jest powszechny dla niemal całej Europy.

Niedźwiedzie podróże

Pomiędzy latami nasiennymi mają miejsce lata, gdy produkcja nasion jest niewielka lub żadna. Brak opadu nasion także ma swoje konsekwencje. Niedźwiedzie czarne i brunatne chętnie żerują na bukowym, czy dębowym opadzie nasion. Na obszarach, gdzie te gatunki drzew dominują, jesienią ich nasiona często stanowią znakomitą część niedźwiedziej diety. Brak opadu nasion powoduje, że te duże drapieżniki opuszczają buczyny w poszukiwaniu alternatywnych źródeł pokarmu. W takich latach wzrasta liczba kontaktów pomiędzy ludźmi i niedźwiedziami. Niestety, zazwyczaj prowadzi to do zwiększonej liczby odstrzelonych w danym roku zwierząt (dane z Japonii i Ameryki Płn.).

Podsumowując

Zjawisko występowania lat nasiennych, wpływa na funkcjonowanie ekosystemów w przeróżny sposób. Kaskady wywołane ogromnym zastrzykiem, dostarczanej przez obfitość pokarmu, energii zmieniają układ różnych elementów ekosystemu i powodują niemałe zamieszanie. Badanie następstw tego zjawiska daje możliwość lepszego poznania złożonych układów oddziaływań pomiędzy roślinami, roślinożercami, drapieżnikami i pasożytami. Monitoring produkcji nasion może pomóc przewidywać lata o szczególnie wysokim poziomie zagrożenia boreliozą. Można też przewidywać okresy zwiększonego zagrożenia gradacją brudnicy nieparki, czy konfliktów pomiędzy ludźmi i niedźwiedziami.

Podziękowania

W czasie pisania tekstu korzystałem ze wsparcia grantu NCN Harmonia nr 2012/04/M/NZ8/00674 oraz stypendium Fundacji Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza.

FASCYNUJĄCE OSTOJE DZIKIEJ PRZYRODY – NATURA 2000 (ZACHODNIOPOMORSKIE)

Urszula Żurek-Pysz (Koszalin)

Natura 2000 – to program utworzenia w krajach Unii Europejskiej wspólnego systemu obszarów objętych ochroną przyrody. Jego podstawą jest Dyrektywa Ptasia, Dyrektywa Siedliskowa oraz szereg innych rozporządzeń i dokumentów wykonawczych.

W Polsce Obszar Natura 2000 został wprowadzony w Ustawie o ochronie przyrody z 2004 roku. Jest to forma ochrony przyrody obok istniejących parków narodowych, rezerwatów przyrody, parków krajobrazowych i innych. Wielkość proponowanych obszarów waha się w województwie zachodniopomorskim od kilku arów, jak np. Police-Kanały, do około pięćdziesięciu czterech tysięcy hektarów – Dolina Dolnej Odry.

W pracy przedstawione zostaną wybrane obszary specjalnej ochrony ptaków OSO oraz obszary specjalnej ochrony siedlisk SOO w województwie zachodniopomorskim, wprowadzone rozporządzeniem Ministra Środowiska z 21 lipca 2004 roku.

Obszary Specjalnej Ochrony Ptaków OSO

Zatoka Pomorska

Obszar Zatoki Pomorskiej rozciąga się od zachodnich krańców jeziora Bukowo (Łazy), gdzie obejmuje 15 km szerokości pas wód przybrzeżnych Bałtyku, po granicę państwa, rozszerzając się tutaj do około 70 km. Obejmuje więc akwen o powierzchni ca 591113 ha, o dużym zróżnicowaniu dna morskiego – od piaszczystych ławic, po rozległe żwirowiska i głazowiska.

W okresie wędrówek i w okresie zimy spotyka się wiele gatunków ptaków, jak perkozy, bielaczki, lodówki, nury. Zimą występują tu wodno-błotne ptaki w koncentracjach powyżej sto tysięcy osobników. Gatunkiem priorytetowym, wyszczególnionym w Załączniku I Dyrektywy Ptasiej jest perkoz rogaty.

Zatoka Pomorska jest ostoją utworzoną dla ochrony zimowych i migrujących skupisk ptaków, które przybywają tutaj z północnych akwenów Bałtyku.

Podstawowym zagrożeniem dla tego ekosystemu są zanieczyszczenia wód spowodowane wielkopowierzchniowymi spływami nawozów i środków ochrony roślin niesionych nurtem rzek wpadających do morza, plany lokowania tu farm elektrowni wiatrowych oraz rybołówstwo z użyciem sieci stawnych

i sznurów hakowych, a także nadmierny rozwój turystyki na wybrzeżu.

Przybrzeżne Wody Bałtyku

Przybrzeżne Wody Bałtyku to obszar o powierzchni ca 211741 ha. Rozciąga się na 200 km odcinku od Półwyspu Helskiego po granice z ostoją Zatoki Pomorskiej – prostopadle do zachodnich krańców jeziora Bukowo, obejmuje więc pas wód przybrzeżnych Bałtyku o około 15 km szerokości i głębokości od 0 do 20 m. Wyróżnia go bardzo słabe zasolenie – przeciętnie 7 promila, a więc jest średnio pięciokrotnie mniejsze od tego w Atlantyku. Dno morskie jest nierówne, deniwelacje sięgają 3 metrów. Silne prądy morskie nie stwarzają dogodnych warunków dla rozwoju flory i fauny bentosowej. W faunie dominują drobne skorupiaki, związane z podłożem żwirowym.

Przybrzeżne Wody Bałtyku, to obok Zatoki Pomorskiej, ważna ostoja ptasia o randze europejskiej, gdzie skupiają się kaczki morskie, nury i uhli. Zimą tu w znacznych ilościach dwa gatunki ptaków z Załącznika I Dyrektywy Ptasiej: nur czarnoszyi i nur rdzawoszyi. Kutrom rybackim towarzyszą tu liczne mewy. Obserwowane są ich duże koncentracje, m.in. mewy siodłatej, szacowane na kilka tysięcy sztuk (Ryc. 1).



Ryc. 1. Mewy towarzyszące kutrom rybackim. Fot. U. Żurek-Pysz.

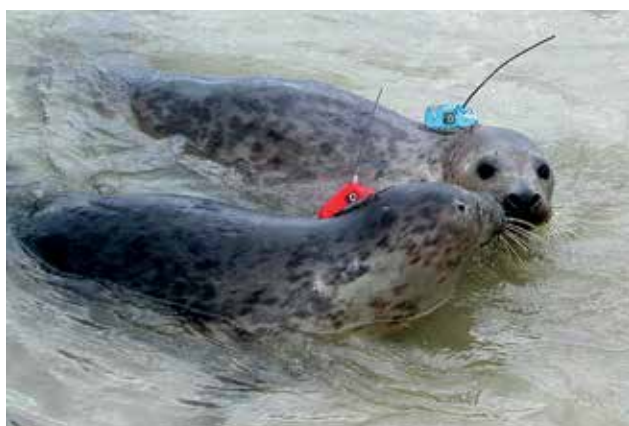
W obszarze tym rzadko obserwowane są duże ssaki morskie – foki szare i pospolite oraz morświny.

A jednak w okolicach Mielna i Kołobrzegu pojawiła się Depka (Ryc. 2), foka szara wypuszczona przez naukowców ze Stacji Morskiej w Helu w 2004 r., która odwiedziła wybrzeża Szwecji, Danii i Niemiec,

W październiku 2007 r. czwórka podopiecznych profesora Krzysztofa Skóry – Gryf, Gafel, Głada i Dębek – została uwolniona w Czołpinie, na terenie Słowińskiego Parku Narodowego (Ryc. 3).



Ryc. 2. Foka szara – Depka na plaży w Mielnie. Fot. U. Żurek-Pysz.



Ryc. 3. Foki szare z stacji Morskiej na Helu. Fot. U. Żurek-Pysz.

ale na stałe powróciła na polskie wybrzeże. Podobnie Cętka – foka pospolita – leżała spokojnie wśród wczasowiczów na plaży w Grzybowie. Odtwarzanie focznej populacji przynosi pierwsze efekty, ale niestety do tej pory kolonie tych sympatycznych ssaków odradzają się przede wszystkim w Skandynawii.

Podstawowym zagrożeniem dla tego ekosystemu są plany lokowania tu farm elektrowni wiatrowych oraz pewne formy rybołówstwa – sieci stawne i sznury hakowe.

Delta Świny

Północna część Zalewu Szczecińskiego jest miejscem występowania ciekawego zjawiska. Od czasu do czasu północne wiatry piętrzą wodę tak, że Świna, zamiast płynąć do morza, zawraca, niosząc przy okazji muły i piaski. W ciągu tysięcy lat powstał w ten sposób archipelag kilkudziesięciu wysp i wysepek. Od czasu do czasu zalewane są wodą, jedne powstają, inne znikają. Fantastyczny widok na Deltę Świny roztacza się ze wzgórza Zielonka, czyli z 81 m n.p.m., które znajduje się w miejscowości Lubin, oddalonej od Międzyzdrojów o 5 km.

Obszar specjalnej ochrony ptaków – Delta Świny – obejmuje obszar wstecznej delty rzeki Świny

wraz z południowo-zachodnim fragmentem wyspy Wolin i południowo-wschodnim wybrzeżem wyspy Uznam – łącznie 9171 ha. Pasma biotopów doliny wielkiej rzeki i jej zboczy, z łąkami, starorzeczami, murami kserotermicznymi, łęgami jest ostoją ptaków o randze europejskiej, terenem szczególnie ważnym dla ptaków wodno-błotnych, a także najważniejszą w skali kraju ostoją orla bielika. Jest to prawdziwe bielikowe zagłębie. Gniazduje tu 140 gatunków ptaków, z czego 26 znajduje się w Załączniku I Dyrektywy Ptasiej.

Prawdziwą specjalnością tych miejsc jest wodniczka, a także znaczące zagęszczenie krakwy, biegusa zmiennego, błotniaka zbożowego i kani rudej. Jest to również ważne miejsce dla ptaków migrujących.

Na jednej z wysp Deltę – Karsiborskiej Kępie – Ogólnopolskie Towarzystwo Ochrony Ptaków utworzyło jeden z pierwszych w Polsce społeczny rezerwat.

Zalew Szczeciński

Zalew Szczeciński to obszar o powierzchni 44 928 ha, leżący na wysokości od 0 do 2 m n.p.m. Z morzem łączy się cieśninami Pianą, Świną i Dźwiną. Jest ważnym zbiornikiem wodnym na europejskich szlakach i trasach wędrówek ptaków. Siedliska kształtowane tu są przez naturalne procesy zachodzące w przyrodzie, ale i przez działalność gospodarczą człowieka.

Zalew – to ostoja wodno-błotnych ptaków o ran-



Ryc. 4. Łabędź krzykliwy. Fot. U. Żurek-Pysz.

dze europejskiej, których koncentracje liczą powyżej dwadzieścia tysięcy sztuk. Występuje tu co najmniej 25 gatunków ptaków z Załącznika I Dyrektywy Ptasiej, między innymi takich ptaków: biegus zmienny, gęgawa (od tej dzikiej gęsi pochodzi gęś domowa), ogorzałka – najpopularniejsza kaczka w Irlandii, bielaczek (nurkują na głębokość 30 m, ale rzadko pozostają dłużej niż 30 min.). W okresie wędrówek

spotkać tu można łabędzia krzykliwego (Ryc. 4), rybitwę czarną, czernicę, gągoła i wiele innych.

Przez Zalew prowadzi pogłębiony tor wodny ze Szczecina do Świnoujścia.

W obrębie obszaru szczególną ochroną objęty jest Woliński Park Narodowy. Lista zagrożeń w tym rejonie jest długa. Wynika to przede wszystkim z położenia obszaru u ujścia Odry, zbierającej zanieczyszczenia z dużego obszaru. Inne zagrożenia to wzrastająca działalność sportowo-rekreacyjna człowieka, wypalanie roślinności, kłusownictwo, wydobywanie torfu.

Bagna Rozwarowskie

Bagna Rozwarowskie (Ryc. 5) to obszar o powierzchni 4211 ha, obejmujący podmokłą, pociętą kanałami dolinę rzek Grzybnica i Wołczenica. Na większości obszaru prowadzi się przemysłową hodowlę trzciny, występują tu również podmokłe łąki,



Ryc. 5. Bagna Rozwarowskie – podmokła pocięta kanałami dolina. Fot. U. Żurek-Pysz.

lasu olszowe i niewielkie fragmenty lasów iglastych. Obszar ten został uznany za ostoję ptaków o randze europejskiej, gdzie 23 gatunki odnotowano z Załącznika I Dyrektywy Ptasiej. Stanowi jedną z ważniejszych ostoi utworzonych dla ochrony wodniczki. Ten mały niepozorny ptak śpiewający z rodziny trzcińiaków jest zagrożony wyginięciem w skali całego świata. A Bagna Rozwarowskie to jedno z jego ważniejszych miejsc lęgowych. Licznie gnieździ się tu też kropiatka, bąk, błotniak łąkowy, stawowy i zbożowy, bociany białe i czarne, żurawie i wiele innych

Najważniejszym zagrożeniem jest tutaj intensyfikacja pozyskiwania trzciny, prowadząca do degradacji siedliska wodniczki.

Łąki Skoszewskie

Łąki Skoszewskie (Ryc. 6) to obszar specjalnej ochrony ptaków o powierzchni 9593 ha. Jest on ostoją

składającą się z obszernego terenu bagnistych łąk na wschodnim brzegu Zalewu Szczecińskiego. Przebiega przez niego wiele kanałów i rowów, przecinających liczne zadrzewienia olszowe i las olchowo-sosnowy. Jest to jedyne miejsce na całej długości



Ryc. 6. Łąki Skoszewskie z bagnistymi łąkami. Fot. U. Żurek-Pysz.

ujścia Odry, gdzie tak blisko sąsiadują dwa najbardziej charakterystyczne elementy przyrody Ziemi Zachodniopomorskiej – wody Zalewu Szczecińskiego i lasy Puszczy Goleniowskiej. Naliczono tu 33 gatunki ptaków cennych z europejskiego punktu widzenia, w tym sokół wędrowny i bocian czarny. W okresie lęgowym obszar zasiedla jeden procent populacji krajowej takich gatunków jak: błotniak zbożowy, kania czarna, bielik oraz derkacz, gąsiorek, kania ruda, zimorodek i żuraw.

Według Zachodniopomorskiego Towarzystwa Ochrony Ptaków jest tu ok. 130 gatunków.

Wśród wielu zagrożeń tego unikatowego obszaru do najważniejszych należą: ograniczenie wypasu bydła, a więc zmiana sposobu uprawy, niewłaściwe melioracje, całoroczne podpalanie traw, powodujące niszczenie i pożary torfu i betonowe umocnienia brzegowe, które spowodowały zniszczenie biotopów lęgowych kuliczka i siewczek.

Ostoja Świdwie (Jezioro Świdwie)

Wyjątkowym miejscem na Pobrzeżu Szczecińskim jest jezioro Świdwie (Ryc. 7), ostoja, której powierzchnia wynosi ca 7196 ha. Na otwartym lustrze wody można obserwować roślinność typową dla wód eutroficznych – drobne rośliny wolnopływające oraz gatunki pływające zakorzenione na dnie; grązel żółty (Ryc. 8), grzybień biały (Ryc. 9) i wiele innych. Obszar chroni jezioro Świdwie, fragment jeziora Stolsko oraz torfowiska, grunty porolne i rolne, a także znajdujące się pomiędzy nimi niewielkie zbiorniki wodne.

Wokół jeziora roztaczają się łąny szuwarów trzciniowych, wilgotne łąki i olsy z zachowanymi rzadkimi przedstawicielami flory. Przebiegają tutaj szlaki ptasich wędrówek ze wschodu na zachód oraz z północy na południe.



Ryc. 7. Jezioro Świdwie. Fot. U. Żurek-Pysz.

Kiedy pojechać do Świdwia i co tam oglądać? W sierpniu najlepiej wybrać się nad jezioro wcześniej, pomiędzy 4 a 8 rano. O świcie z jeziora wylatuje na żer wiele gatunków ptaków, jak pliszki, potrzosy, makolągwy. Z kolei rano z nocnego żerowania wracają kaczki: krzyżówki, cyraneczki, krakwy. Możemy



Ryc. 8. Grązel żółty. Fot. U. Żurek-Pysz.

usłyszeć też żurawie, które parami i w grupach wylatują na łąki. Można zauważyć nad jeziorem drapieżniki: myszołowa, sokoła, kobuza, błotniaka, orlika, kanię rudą i orła bielika. Zwraca uwagę nienotowane nigdzie w kraju niezwykle wysokie zagęszczenie wodnika. Jest to również Ostoja konwencji Ramsarskiej od 1978. Projektowane jest poszerzenie rezerwatu i utworzenie transgranicznego kompleksu obszarów chronionych Świdwie – Gottesheide.

Pod szczególną ochroną znajduje się tu łączak, brodziec z rodziny bekasowatych. Ptaki te wypoczywają

Była ulubionym terenem łowów książąt pomorskich i cysterskich opatów z Kołbacza.

We wsi Kołbacz, opodal Jeziora Miedwie, nad rzeką Płonią, warto odwiedzić późnoromańskie opactwo Cystersów, założone w 1173 roku.

Wolin i Uznam

Wolin jest największą wyspą w naszym kraju. Znajdziemy tutaj charakterystyczną, modelową rzeźbę terenu pochodzenia polodowcowego.

Na Wolinie, w ramach projektu restytucji puchacza, w latach 1993–1996 wypuszczono na wolność jedenaście osobników, pochodzących z różnych ogrodów zoologicznych, bowiem puchacz wyginął na wyspie Wolin już pod koniec XIX wieku. Spotkać



Ryc. 15. Żubr w rezerwacie w Wolińskim Parku Narodowym. Fot. U. Żurek-Pysz.



Ryc. 16. Festiwal Wikingów na Wolinie. Fot. U. Żurek-Pysz.

tu też można przy ogromnym szczęściu – przy brzegu morza – fokę szarą lub morświna.

Wolin znajduje się w obrębie Wolińskiego Parku Narodowego. Warto odwiedzić tutaj rezerwat pokazowy żubrów (Ryc. 15). W 1996 roku poszerzono

zasięg parku o pas wód przybrzeżnych o szerokości 1 mili, zarówno po stronie morza, jak i zalewu. Od tej chwili woliński park stał się pierwszym w Polsce parkiem morskim. Trzeba wspomnieć, że Wolin jako osada istniał już przed rokiem 963. To tutaj w lipcu



Ryc. 17. Festiwal Wikingów na Wolinie. Fot. U. Żurek-Pysz.

odbywa się coroczny Festiwal Słowian i Wikingów (Ryc.16–17).



Ryc. 18. Kopalnia piasku i żwiru. Fot. U. Żurek-Pysz.

Uwagi końcowe

Część obszarów włączonych do sieci Natura 2000 jest jednocześnie użytkowana gospodarczo (Ryc. 18 i 19), odbywa się tam produkcja rolna i leśna, prowadzona jest tam działalność agroturystyczna. Obszary te wykorzystywane są też rekreacyjnie poprzez myślistwo, wędkarstwo, relaks na świeżym powietrzu. I jak co roku, w pierwszy weekend października tysiące obserwatorów pojawia się w terenie, aby z okazji Europejskich Dni Ptaków wziąć udział w akcji obserwowania i liczenia ptaków. Inną okazją do masowego uprawiania „birdwatchingu”, czyli podglądania ptaków w naturze, są imprezy organizowane zimą – Zimowe Liczenie Ptaków i wiosenne – Spring



Ryc. 19. Kopalnia kredy jeziornej. Fot. U. Żurek-Pysz.



Ryc. 20. Unikatowe walory przyrodnicze obszarów Natura 2000. Fot. U. Żurek-Pysz.



Ryc. 21. Unikatowe walory przyrodnicze obszarów Natura 2000 – jaszczurka. Fot. U. Żurek-Pysz.



Ryc. 22. Unikatowe walory przyrodnicze obszarów Natura 2000 – bocian z pisklęciem. Fot. U. Żurek-Pysz.



Ryc. 23. Unikatowe walory przyrodnicze obszarów Natura 2000 – kaczki krzyżówki i łyski. Fot. U. Żurek-Pysz.

na mulistych brzegach jezior, nocą lecą dalej, omijają plaże nadmorskie, Saharę przelatują bez odpoczynku. A co ciekawe, wszystkie samice wcześniej lub później pozostawiają samcom wychowanie młodych.

zabudową brzegów rzek i jezior oraz kurczeniem się powierzchni starych drzewostanów. Gniazda bielików wymagają mocnych drzew jako podstawy. Nawet stuletnie drzewa nie zawsze spełniają te warunki.



Ryc. 9. Grzybień biały. Fot. U. Żurek-Pysz.

Jeziora Wełtyńskie

Jeziora Wełtyńskie to ostoja o powierzchni 1306 ha położona w krajobrazie rolniczym, w którym występują niewielkie jeziora otoczone łąkami, pastwiskami i gruntami rolnymi. Największe z jezior – Wełtyńskie – ma powierzchnię 350 ha. Na jeziorach Wełtyńskich występują charakterystyczne wyspy porośnięte lasami bukowymi oraz niewielkie pasy szuwarów trzcinowych.

Obszar jest ostoją ptaków o randze europejskiej, stwierdzono tu występowanie przynajmniej dwadzieścia pięciu gatunków ptaków z Załącznika I Dyrektywy Ptasiej. Do lęgów przystępuje tu kilkadziesiąt par gęsi gęgawy, licznie też występują bąki i rybitwy czarne, a także są znaczne koncentracje łabędzi krzykliwych.

Zagrożonym gatunkiem jest orzeł bielik. Obecnie potrzebuje on szczególnej ochrony z powodu utraty miejsc gniazdowych, spowodowanej rekreacyjną

Oprócz tego bieliki często giną rozbijając się o napowietrzne linie energetyczne.

Ostoja Miedwie (Jezioro Miedwie i okolice)

Do ostoi Miedwie włączono jeziora Miedwie, Żelewko, Będgoszcz i część jeziora Płoń, o łącznej powierzchni 15 782 ha. Ponadto w granicach obszaru znalazła się również rzeka Płonia i kanał Płoński. Jezioro Miedwie jest to piąte co do wielkości jezioro w Polsce, o długości do 16 km. Najniżej położone z polskich jezior jest rezerwuarem wody pitnej dla Szczecina. Stanowi idealne miejsce dla żeglarzy i miłośników windsurfingu

Tereny lądowe w większości pokryte są ekstenywnie użytkowanymi łąkami, a w części południowo-zachodniej znajduje się torfowisko węglanowe.

Stwierdzono tu występowanie przynajmniej 25 gatunków ptaków z Załącznika I Dyrektywy Ptasiej. Do lęgów przystępuje tu powyżej 1 % krajowej populacji

bąka, błotniaka zbożowego i łąkowego, gęgawy i wąsatki. Licznie występują tu też rybitwy czarne, gąsioriki, wodniczki. Jest to też ważne miejsce dla ptaków migrujących, szczególnie dla gęsi zbożowej

jeziorkami, która jest okresowo zalewana. Obszar Doliny Dolnej Odry bogaty jest w roślinność wodną, bogatą florę roślin naczyniowych z licznymi gatunkami chronionymi.



Ryc. 10. Rozlewiska Odry. Fot. U. Żurek-Pysz.

i białoczelnej, ale też łabędzi krzykliwych, łączaków, siewek złotych i perkozów, a także ważne jesienne złotowisko żurawi, gromadzących się tu w wielotyśięcznych stadach.

Podstawowym zagrożeniem dla tej ważnej ostoi ptaków są zanieczyszczenia spływające z okolicznych pól.

Dolina Dolnej Odry

Dolina Dolnej Odry to przepiękne unikatowe tereny obejmujące rozlewiska Odry (Ryc. 10), w końcowym biegu rzeki na długości ok. 100 km, od Kostrzyna aż po Zalew Szczeciński wraz z jeziorem Dąbie. Obejmuje obszar o powierzchni 54 447 ha, leżący na wysokości od 0 do 50 m n.p.m. Wody śródlądowe zajmują 14% obszaru, a siedliska leśne 31%. W części ujściowej Odra dzieli się na dwa rozgałęzienia – Odrę Wschodnią i Regalicę, a obszar między nimi to Międzyodrze – płaska równina z licznymi

W pobliżu Cedyni znajduje się Rozlewisko Kostrzyneckie (Ryc. 11), mające szczególne znaczenie dla ptactwa. Nie mniej istotne, jako lęgowiska dla ptaków drapieżnych, są lasy przylegające do doliny Odry.



Ryc. 11. Unikatowe Kostrzyneckie Rozlewisko w pobliżu Cedyni. Fot. U. Żurek-Pysz.

Dolina Dolnej Odry to ostoja wielu gatunków ptaków wodno-błotnych, zarówno w okresie lęgowym, wędrownym, jak i zimowiskowym, które występują tu w olbrzymich koncentracjach, np. na jesiennym zlotowisku zbiera się do 9000 żurawi. Na początku października 2007 roku odbył się w Parku Narodowym Dolina Dolnej Odry Tydzień Żurawi (Ryc. 12), w kooperacji z niemieckim Parkiem Narodowym Unteres Odertal. Wszyscy sympatycy żurawi mieli wprost idealne warunki do obserwacji, uczestnictwa w niezapomnianym spektaklu przyrody, w którym główną rolę grają żurawie. Ale Dolina Dolnej Odry to nie tylko żurawie, bowiem występują tu co najmniej



Ryc. 12. Plakat zapowiadający Tydzień Żurawi. Fot. U. Żurek-Pysz.

34 gatunki ptaków z Załącznika I Dyrektywy Ptasiej. Jest to też najważniejsza w skali kraju ostoja orla bielika – prawdziwe bielikowe zagłębienie. Specjalnością tego obszaru jest też wodniczka, podróżniczek, czapla siwa, kania czarna, kania ruda, krakwa, rybitwa białoczelna i czarna, bąk, błotniaki łąkowe, stawowe i zbożowe.

Występuje tu też bogata fauna zwierząt kręgowych, w tym łosie, jelenie i bobry.

W granicach ostoi położone jest jeszcze jezioro Dąbie, czwarte, co do wielkości jezioro w Polsce. Ma ono charakter polodowcowy. Jest jedynym tego rodzaju akwenem w Polsce dostępnym dla statków pełnomorskich – portem Szczecina. Odbywa się tutaj światowy zlot największych żaglowców świata. W tym roku Baltic Tall Ships Fregatta, 12–15.06.2015. Kolejny The Tall Ships Races ma odbyć się w 2017 roku.

Ostoja Ińska

Obszar Ostoi Ińskiej obejmuje fragment Pojezierza Ińskiego o powierzchni 86303 ha, charakteryzujący się urozmaiconą rzeźbą terenu. Występują to wyniesienia moreny czołowej, sandry

i wysoczyzna moreny dennej, liczne jeziora, oczka wodne i torfowiska. Lasy są tu silnie rozczłonkowane, w większości liściaste lub mieszane, ze znacznym udziałem siedlisk podmokłych.

Jest to ostoja ptasia o randze europejskiej, w której odnotowano 29 gatunków z Załącznika I Dyrektywy Ptasiej. Łącznie gniazduje tu 150 gatunków ptaków, w tym ponad 10 % krajowej populacji cyraneczki, gągoła, krakwy i przynajmniej 1% krajowej populacji żurawia, cyranki, nurogęsia, gęgawy, perkoza rdzawoszyjnego, samotnika, bąka, bielika, błotniaka stawowego i wielu, wielu innych gatunków.

Ostoja Ińska to wyjątkowe miejsce gniazdowania bielika. Gromadzi się tutaj w stada liczące nawet 35 osobników. Ważnym też gatunkiem występującym na tym obszarze są żurawie, które w czasie wędrówek zatrzymują się na żer zwykle w niezmiennych od stuleci miejscach. Te ważne dla gatunku miejsca winny być chronione jako ostoje, a nawet rezerwy.

Prócz cennych ptaków stwierdzono tu również obecność ssaków: bobra europejskiego, wilka i wydry. Ponadto odnotowano tu przynajmniej 19 gatunków roślin prawnie chronionych.

Specjalne Obszary Ochrony Siedlisk SOO

Bobolickie Jeziora Lobeliowe

W rejonie Bobolic krajobraz został ukształtowany podczas ostatniego zlodowacenia.

Tworzy on zespół bardzo dobrze zachowanych jezior lobeliowych, a także torfowisk, rozproszonych wśród pięknych buczyn – Bobolickie Jeziora Lobeliowe.

Lobelia jeziorna jest reliktem borealno-atlantykim. Jej wiek określa się na 10–15 tys. lat. Jest bardzo wrażliwa na wszelkie zmiany odczynu wody, bo tylko określona kwasowość wody umożliwia jej pobieranie dwutlenku węgla niezbędnego do procesu fotosyntezy. Toleruje tylko wody o kwaśnym odczynie, ubogie w biogeny, fosfor i azot, a wapń jest dla niej zabójczy. Naukowcy określają wody o optymalnych dla lobelii warunkach jako „jeziora głodne”. Ta płytko ukorzoniona roślina jest bardzo wrażliwa na zawirowania wody. Niczym stara księga raz zniszczona jest nie do odtworzenia, w swym naturalnym siedlisku nie wyrasta już nigdy. Co więcej, nie jest rośliną migrującą – czyli nie tworzy nowych stanowisk.

Trzebiatowsko-Kołobrzeski Pas Nadmorski

Obszar przymorski od Rewala do Gąsek znany jest pod nazwą Trzebiatowsko-Kołobrzeski Pas Nadmorski.

Znajdziemy tu zasolone łąki i pastwiska, wybrzeże klifowe, wydmy pokryte lasami, bory nadmorskie i wysokie torfowiska bałtyckie. Ostoja odznacza się



Ryc. 13. Ruiny kościoła gotyckiego w Trzęsaczu – umacnianie brzegu. Fot. U. Żurek-Pysz.

I w ten sposób kasza uratowała Trzebiatów. Corocznie w lipcu odbywają się tu Dni Kaszy, podczas których burmistrz częstuje gości kaszą z boczkiem i cebulą.

W Trzęsaczu znajdujemy jedno z najbardziej fascynujących miejsc polskiego wybrzeża. Na 15 południku stoi ostatnia ściana kościoła gotyckiego (Ryc. 13), który wzniesiono w odległości 1800 m od morskiego brzegu w XIV wieku. Przez stulecia Bałtyk przybliżał się do świątyni aż w 1901 r. doszło do katastrofy. To, co widzimy, to świadectwo transgresji morza, zmienności jego brzegu, a także niszczycielskiej siły.

Wzgórza Bukowe

Wzgórza Bukowe to najcenniejszy w Polsce kompleks buczyn, rosnących w Szczecinie.

Wzgórza są porośnięte starym lasem bukowym, zwanym Puszcą Bukową, której unikatowe fragmenty przekształcone zostały w Szczeciński Park



Ryc. 14. Jezioro Szmaragdowe w Szczecińskim Parku Krajobrazowym. Fot. U. Żurek-Pysz.

wysokim stopniem reprezentatywności siedlisk, typowych dla południowego wybrzeża Morza Bałtyckiego.

Trzebiatów to „pomorski Kazimierz”. Nad miastem góruje potężna wieża gotyckiego kościoła, tak wysoka, że dawniej rybakom na morzu służyła jako punkt orientacyjny.

Legenda mówi, że gdy Gryficzanie zakradali się pod miasto, strażnik niechcący upuścił z baszty miszkę kaszy. Poparzeni napastnicy podnieśli krzyk.

Krajobrazowy. W kompleksie leśnym znajdujemy niezwykle Jezioro Szmaragdowe (Ryc. 14), o zielonym zabarwieniu. Powstało ono w 1925 roku w wyniku gwałtownego zalania kopalni kredy przez wody podziemne, wypływające pod dużym ciśnieniem spod południowej ściany odkrywki.

Puszcza Bukowa z malowniczymi jeziorami i tajemniczymi podziemiami przypomina krajobraz podobny do górskiego.



Ryc. 24. Unikatowe walory przyrodnicze obszarów Natura 2000 – skrzyp.
Fot. U. Żurek-Pysz.

Alive – obserwacja czterech postaćów wiosny; bociana, jaskółki dymówki, jerzyka i kukułki.

Dr inż. Urszula Żurek-Pysz, Katedra Geotechniki, Wydział Inżynierii Lądowej, Środowiska i Geodezji, Politechnika Koszalińska. E-mail: urszula.zurek-pysz@tu.koszalin.pl

KACZKI DZIWACZKI

Kaczka dziwaczka, niezapomniana bohaterka wiersza Jana Brzechwy, mieszkała nad rzeczką opodal krzaczka i zносиła jaja na twardo. W naturze aż takie dziwactwa nie występują, jednak wśród znanych

ubarwieniem od standardowej kaczki krzyżówki. Wiadomym jest, że w każdym gatunku mogą zdarzyć się osobniki odmienne kolorystycznie. Wśród ptaków najczęściej mamy do czynienia z leucyzmem, gdy



Ryc. 1. Kaczka krzyżówka w jaśniejszych barwach. Fot. M. Olszowska.

i pospolitych kaczek krzyżówek (*Anas platyrhynchos*) spotkamy różne barwne odmienne. Coraz częściej w miastach widuje się osobniki odbiegające swoim

u osobnika białe ubarwienie dotyczy tylko niektórych piór oraz z częściowym albinizmem, gdy cały osobnik jest jaśniejszy od form typowych, a tęczówka oczu ma

kolor normalny. O barwnych odmieńcach wśród ptaków krukowatych już pisałam (*Wszechświat*, t. 113, Nr 4–6/2012), podobnie Marek Guzik i Anna Gał (*Wszechświat*, t. III, Nr 7–9/2010). Wśród kaczek krzyżówek występują również mieszańce tych kaczek z kaczką domową. Zwykle te osobniki, tzw. sołtysy, są odmieńcami z różnymi wersjami barw-



Ryc. 2. Nietypowa kaczka i typowo ubarwiony samiec. Fot. M. Olszowska.

są osobnikami płodnymi, przekazującymi swoje geny na następne pokolenia, toteż przybywa sołtysów w naszych miastach. W styczniu i w lutym na jeziorze Czoch w Mrągowie pływała samica kaczki krzyżówki, której trudno było nie zauważyć. Odbiegała od osobników typowo ubarwionych swoim jaśniejszym upierzeniem (Ryc. 1). Samica posiadała beżowe pióra w różnych odcieniach. Ten przypadek może być, jak się wydaje, przykładem częściowego albinizmu, ponieważ jaśniejsza barwa dotyczyła całego upierzenia ptaka, tylko lusterko miało zachowaną barwę fioletową i tęcza oka była normalnie zabarwiona. Samica zachowywała się tak, jak inne kaczki. Nie była izolowana przez pozostałe osobniki stada ani nie była przez nie w żaden sposób niepokojona. Wprost przeciwnie. Samica była otoczona przez samców w barwach godowych (Ryc. 2). Od marca natomiast obserwuję sołtysa – samca kaczki krzyżówki. Ten osobnik różni się od innych samców ubarwieniem piersi, która jest w przewadze biała, a ruda jedynie pod białą obrożą na szyi (Ryc. 3). Upierzenie reszty ciała kaczora jest typowe, podobnie jak jego zacho-



Ryc. 3. Kaczor – sołtys z rudo-białą piersią. Fot. M. Olszowska.

nymi. Część tych nietypowo ubarwionych ptaków może być efektem nagromadzonych mutacji, gdyż w osiadłych miejskich populacjach rośnie prawdopodobieństwo chowu wsobnego (krewniaczego). Sołtysy

wanie. Bardziej spostrzegawczy przechodnie przystają, przyglądając się kaczce „dziwaczce”.

mgr Maria Olszowska, marjolsz@interia.pl

POWÓDŹ A JAKOŚĆ ŚRODOWISKA MORSKIEGO

W dobie zmian klimatu często poruszany jest temat ekstremalnych zjawisk meteorologiczno-hydrologicznych. Dużo uwagi poświęca się powodziom, które stają się coraz częstsze, a na skutek ekstensywnego użytkowania gruntów ich skutki są coraz bardziej dotkliwe. Zazwyczaj powodzie traktowane są jako kataklizm dotyczący głównie sfery materialnej mieszkańców terenów zalanych. Gdy powódź ustępuje, widzimy tylko zalane miasta i zniszczone domy, podczas gdy niewiele uwagi skupia się na ocenie stanu środowiska w trakcie oraz po przejściu fali powodziowej. Właśnie ten temat został poruszony w artykule pt. „*Mercury loads into the sea associated with extreme flood*”, opublikowanym na łamach czasopiisma *Environmental Pollution*. Badania prowadzone były w 2010 roku w profilu przyujściowym Wisły oraz w Zatoce Gdańskiej. Najbardziej intensywnie pomiary były prowadzone na przełomie maja i czerwca 2010 r., kiedy do Bałtyku dotarła fala powodziowa z Wisły. Wezbranie na Wiśle w 2010 r. jest uznawane za największe od 160 lat, czyli od momentu kiedy zaczęto prowadzić takie pomiary. Poziom wody na Wiśle przekroczył w wielu miejscach poziom notowany podczas tzw. powodzi tysiąclecia w 1997 r. To ekstremalne zjawisko dało autorom możliwość określenia wpływu powodzi na środowisko. Badania wykazały, że na skutek powodzi gwałtownie wzrosło stężenie rtęci we wszystkich rozpatrywanych elementach środowiska: wodzie rzecznej i morskiej oraz osadach i organizmach morskich. Było to szczególnie dobrze widoczne podczas kulminacji pierwszej fali powodziowej, kiedy zmierzono w Wiśle najwyższe stężenie rtęci (dochodzące do 300 ng/dm³) w całym okresie powodzi. Jest to wartość pięćdziesięciokrotnie wyższa niż średnie stężenie Hg w Wiśle. Mimo że w późniejszym okresie stężenie rtęci w wodzie obniżyło się, wszystkie wartości pomierzone podczas miesiąca powodzi przekraczały wartość 12 ng/dm³, powyżej której, wg Amerykańskiej Agencji Ochrony Środowiska (USEPA), ujawnia się przewlekły, negatywny wpływ na organizmy wodne. Również w morzu autorzy zmierzili podwyższone stężenia rtęci. W wodach powierzchniowych Zatoki Gdańskiej, w rejonie ujścia Wisły, siedem dni po przejściu pierwszej fali powodziowej, stężenie rtęci przekraczało 100 ng/dm³. Według badaczy jest to wartość prawie stukrotnie wyższa niż wcześniej notowana w tym rejonie. Stężenie rtęci obniżało się w miarę oddalania się od ujścia rzeki, jednak podwyższone wartości

zmierzono nawet na stacji oddalonej o 120 km od ujścia Wisły. Z badań wynika, że rtęć wprowadzona do morza wraz z wodami powodziowymi została włączona do morskiego łańcucha troficznego, czego przejawem było podwyższone stężenie rtęci w fitoplanktonie. Potwierdziły to również obserwacje prowadzone przez innych badaczy, którzy pomierzyli podwyższone stężenia tego metalu w tkankach śledzi i omułek w porównaniu do okresu przed powodzią. Również w osadach dennych Zatoki Gdańskiej wystąpiły podwyższone stężenia rtęci. Różnice w stężeniach przed i po powodzi były szczególnie dobrze widoczne w osadzie drobnoziarnistym, w którym obserwowano nawet kilkunastokrotny wzrost stężenia rtęci w porównaniu do zmierzonego w roku 2000. Z pomiarów wynika, że podwyższone stężenia rtęci w drobnej frakcji osadu utrzymywało się przez kilka kolejnych lat po powodzi. W stosunkowo krótkim czasie (31 dni) do Zatoki Gdańskiej trafiło ponad 1197 kg rtęci, co stanowiło 75% ładunku tego metalu przetransportowanego w ciągu całego 2010 roku z wodami Wisły. Pozwoliło to autorom wnioskować, że powodzie są istotnym źródłem zanieczyszczeń w morzu, a ich skutki mogą być widoczne nawet przez kilka lat po powodzi.

Zagadnienie to zostało szerzej omówione w artykule: Saniewska D., Beldowska M., Beldowski J., Jędruch A., Saniewski M., Falkowska L., 2014. Mercury loads into the sea associated with extreme flood. Environ Pollut 191, 93–100.

*dr Dominika Saniewska,
Instytut Oceanografii
Uniwersytetu Gdańskiego, Gdynia
dominika.saniewska@gmail.com*

WSPOMNIENIA Z PODRÓŻY PO PERU KROKODYLE W TUMBEZ

przez Jana Sztolcmana

Wszechświat Tom I – Rok 1882



Ryc. 1. Jan Sztolcman. Fot. domena publiczna.

W Styczniu 1876 r. udaliśmy się razem z p. Konstantym Jelskim do Tumbezu na północnym pograniczu Peru, gdzie pragnęliśmy bawić aż do Kwietnia, aby z nastaniem pory suchej, poczynając się w Maju. wyruszyć w góry, do lasów zapadłej prowincji Jaen. Gdy jednak okazało się, że Tumbez wymaga dłuższej, niż czteromiesięczna, eksploracji, przedłużyliśmy pobyt nasz aż do końca Lutego 1877 r. Przez ten rok pobytu mieliśmy wielokrotną sposobność obserwowania zbliżonych krokodyli, a rezultat naszych spostrzeżeń stanowić będzie treść niniejszego artykułu. Dobrze jednak będzie dać krótką wzmiankę o położeniu okolicy.

Tumbez – główne miasto prowincji tegoż nazwiska – jest najbardziej ku północy wysuniętym portem peruwijańskim. Rzeka Tumbez, nad którą leży miasteczko, bierze początek w Kordyljerach Ekwadorskich i wpada pod 3° szerokości południowej do zatoki

Guayaquilskiej. Samo miasteczko leży w górze rzeki o 6 wiorst od jej ujścia, liczyć zaś może jakie półtora tysiąca mieszkańców. Przy ujściu rzeki znajdują się dwie nędzne osady – Cucaracha i Santa-Lucia, z których pierwsza, jako letnia rezydencja kapitana portu, uważana jest za port Tumbezu. Rzeka tworzy w tem miejscu całą sieć kanałów, oddzielających liczne wyspy i wysepki, gęsto porośnięte manglami (*Rhizophora mangle*). Ku ujściu w bezpośrednim sąsiedztwie morza ciągną się długie, a niskie wydmy piaszczyste, zawałone martwym drzewem, jakie morze wyrzuca w czasie wielkich przypływów.

Krokodyle trzymają się tylko części rzeki, zawartej między ujściem i miasteczkiem, powyżej bowiem tego ostatniego góry ściskają jej łożę, skutkiem czego jej prąd nabiera takiej siły, jakiej krokodyle widocznie nie lubią. Głównym siedliskiem krokodyli jest delta rzeki porośnięta manglami, tam bowiem ryby morskie, w wielkiej mnogości do kanałów rzeki wpływające, zapewniają im obfitą i łatwą zdobycz.

Krokodyl, o którym mowa, należy do gatunku *Crocodylus occidentalis* przed kilku zaledwie laty opisanego, a różni się od zwykłego gujańskiego i brazylijskiego krokodyla (*Crocodylus acutus*) liczbą zębów i liczbą grzebieniastych łusk na grzbiecie. Są to jednak szczegóły, mogące zwrócić tylko uwagę specjalisty, dla zwykłego zaś spostrzegacza oba te gatunki są prawie zupełnie do siebie podobne. Krokodyl w mowie będący dochodzi olbrzymich rozmiarów. Okaz, przez nas tutejszemu gabinetowi zoologicznemu ofiarowany jest ok. 4,20 met. długi, a nie należy bynajmniej do największych; sam widziałem osobniki blisko o cały metr dłuższe, a zapewniał nas niejaki Ortiz, ekwadorczyk, że w jeziorach, okalających rzekę Zarumilla, na granicy Peru i Ekwadoru, trafiają się krokodyle aż do 6½ metrów długie. Mają to być kolosy, których walcowate ciało posiada metr średnicy. Wielkie to zwierzę, jak się zdaje rozpowszechnione we wszystkich rzekach ekwadorskich, uchodzących do Oceanu Spokojnego, zamieszkuje tylko trzy rzeki zachodniego Peru, a mianowicie Tumbez, La Chirę i Zarumillę, z których ostatnia stanowi linię graniczną między Peru i Ekwadorem. Godne jest uwagi, że krokodyle w rzekach Guayaquilu i La Chirze należą do bardzo niebezpiecznych, gdy tymczasem w Tumbezie nie zauważono ani jednego wypadku śmierci, spowodowanej

przez tego gada. Kapitan portu, człowiek jak się zdaje wiarogodny, upewniał nas, że przez lat 14 jak zamieszkuje w Tumbecie nie zdarzyło się nic takiego, coby mogło zdradzać jakkolwiek chociażby zamiar krokodyla atakowania człowieka. Opowiadano nam, że pewien pijany marynarz rzucił się naumyślnie do wody w miejscu, gdzie kilku krokodyliów pływało, aby się przekonać, czy mu co zrobią i wyszedł z tej próby szczęśliwie. Toteż w miasteczku, pomimo sąsiedztwa tych niebezpiecznych stworzeń, dzieci całymi dniami kąpią się w rzece z całą pewnością, że im się nic złego nie stanie, a i sam mogłem się nieraz przekonać, że tutaj krokodyle człowieka unikają.



Ryc. 2. Konstanty Jelski. Fot. domena publiczna.

Za przyczynę tego uważać chyba należy obfitość ryb w rzece Tumbecie, niewątpliwą bowiem jest rzeczą, że ryby stanowią główne pożywienie krokodyla. Nie pogardza on i większą sztuką, gdy się po temu sposobność nawinie i biada kozom, psom lub świnom, jeżeli spragnione zbliżą się do rzeki w miejscu, gdzie krokodyle siedlisko sobie obrały. Chytry zwierzy przy samym dnie podpływa aż do brzegu, gwałtownym rzutem chwytając ofiarę i wciąga do wody. Żołądek wspomnianego powyżej osobnika, znajdującego się obecnie w Warszawskim Gabinecie Zoologicznym, zawiera całkowity szkielet nogi muła razem z łopatką; kości były jeszcze złączone więzami. Niemożna jednakże stąd wnioskować, aby muły lub konie napadał, mógł bowiem w danym wypadku trafić na trupa, wyrzuconego do rzeki.

Złą sławę mają krokodyle Guayaquilu i La Chiry; podobno co rok trafiają się tam smutne wypadki, szczególnie między dziećmi, które nierozważnie kąpiąc się w rzece, padają ofiarą tych potworów. W Guayaquilu krokodyle posuwają swe zuchwalstwo do tego stopnia, że nawet ludzi na łądzie atakują. Wiele osób, widząc niezdarne kształty krokodyla, sądzi, że gad ten bardzo ociężale porusza się na ziemi. Rzecz się ma inaczej i dziś wiadomo, że człowiek może uniknąć krokodyla jedynie opisując koła, sztywne bowiem ciało potwora wielce utrudnia mu zawracanie na bok. Znałem pewnego Dalmatę, marynarza ze statku wielorybołówczego, który, będąc raz napadniętym przez krokodyla w Guayarmilu, życie swe tym sposobem ocalił, że w biegu ściągnął z siebie kurtkę i krokodylowi rzucił. Ten, myśląc zapewne, że to ofiara, chwilkę się zabałamucił, co dało możliwość ściganemu dobiec do pobliskich drzew, na których znalazł schronienie.

Zwierzęta domowe instynktownie czują niebezpieczne sąsiedztwo i niechętnie zbliżają się do wody; najwięcej jednak przebiegłości okazują psy nad rzeką La Chira, jeżeli można wierzyć opowiadaniu pewnego deputowanego z Piura, który nam o tem opowiadał w domu ziomka naszego pana Malinowskiego. Gdy w skwarne godziny dnia pragnienie zaczyna im silniej dokuczać, zbierają się gromadnie nad brzegiem rzeki i zaczynają szczekać, zwabiając tym sposobem krokodyle z całej okolicy. Gdy miarkują, że czas odpowiedzi nadszedł, puszczają się marsz-marsz na inne miejsce, gdzie szybko gaszą pragnienie i jeszcze szybciej umykają. Opowiadaniu temu można dać wiarę, znając tak liczne przykłady zmyślności psów.

Krokodyle prawie cały dzień spędzają na brzegu, nieruchomie leżąc z paszczą otwartą, podobne do kłód drzew zwalonych. Omyliłby się jednak, kto by sądził, że krokodyl nie czuwa podczas tego spoczynku. Organy słuchu, a głównie węchu tak są u niego rozwinięte, tak czułe, że dość jest oddalonego bardzo szmeru lub wiatru sprzyjającego, aby go zbudzić. W ciągu 5-iu ekskursyj w Santa-Lucia nieraz miałem sposobność przekonania się o wysoce rozwiniętych zmysłach krokodyla. Polowania swoje po większej części odbywałem w czółenku, do którego żagiel dorobiłem, aby korzystać z wiatru, o ile na to pozwalał kierunek kanału. Znajdował się pewien kanał w bliskości naszego domu; w głębi tego kanału obrał sobie siedlisko wielki krokodyl. Wieleż ja razy z rozpiętym żaglem, bez najmniejszego szmeru wjeżdżałem tam, chcąc go na strzał podjechać. Zawsze bezskutecznie! Dość było skrócić tylko do ujścia kanału, a już ostrożny zwierz, odległy jeszcze na

300 kroków zamykał paszczę, podnosił się nieco na nogach i zwolna, niespiesząc się wchodził do wody, pod której powierzchnią znikał. Widocznie ten sam wiatr, który żagiel mego czółenka wydymał, ostrzegał go o zbliżającym się niebezpieczeństwie.



Ryc. 3. Tak wyglądał Jan Sztolerman (po lewej) podczas pobytu w Peru i Ekwadorze. U jego nóg pies Dżok, który uczestniczył we wszystkich wyprawach w latach 1877–1884. Obok Józef Siemiradzki. Zdjęcie wykonane podczas wyprawy do Guayaquil w Ekwadorze w 1883 r. Fot. domena publiczna.

Raz jednak pomimo całej ostrożności, udało się nam podejść krokodyla na odległość 2 kroków. Znałem pewną wyspę, gdzie na małej ogłoczonej przestrzeni brzegu, pośród gąszczu manglowego, zawsze wychodził dość duży krokodyl, każdy bowiem z nich lubi zawsze na jednym i tym samym miejscu swe sjęsty odbywać. Wracaliśmy właśnie łodzią z miasteczka, ja u steru, p. Jelski na nosie, a droga nasza wypadła koło tej właśnie wyspy. Gdyśmy się do niej zbliżali, ostrzegłem towarzysza mego, aby się cicho sprawował i wiosłowania zaprzestał, ja zaś puściłem łódkę z prądem wody tuż koło brzegu. Płynęła tak cicho,

jak tylko może płynąć kłoda drzewa, przez nurt wody niesiona; nie było też wiatru, mogącego nas zdradzić wobec czujnego zwierza. Między nami, a potworem znajdował się wielki krzak manglowy, zwieszający swe gałęzie ponad samą wodą. Gdyśmy już krzak ten mijali, skręciłem raptownie łódkę do brzegu. Oczekiwania moje nie zawiodły mnie. Już, już nos łódki miał dotknąć zwieszającego ogona potwora, gdym krzyknął do mego towarzysza: – A dajże mu pan wiosłem porządnie! I jeszcze chwila, a podły zwierz oberwałby silne uderzenie. Lecz szybki jak błyskawica w swych ruchach zwałił się do wody, która zakotłowała się od tego upadku. Prawdę powiedziawszy, był to z naszej strony krok trochę nierozważny, spłoszony bowiem zwierz mógł rzucając się do wody, łódkę wywrócić, a wówczas mybyśmy niepotrzebnej kąpieli użyli, a wiele rzeczy, jakimi łódź nasza była naładowana, poszłoby bezpowrotnie na dno.

Pobyt nasz w Santa-Lucia dał nam możliwość sprawdzenia sposobu, w jaki krokodyl jaja swe zagrzebuje. Nasz gospodarz, Agapit Espinoza, pełniący obowiązki strażnika celnego, co mu bynajmniej nie przeszkadzało zajmować się kontrabandą, oznajmił nam pewnego razu, że zna miejscowość, w której wedle wszelkiego prawdopodobieństwa samica zniosła jaja. Uzbroiwszy się więc w rydel, pojechaliśmy we trzech łodzią na wyspę, zwaną La Condasa, gdzie się owo gniazdo krokodyla miało znajdować. P. Jelski i ja uzbrojeni byliśmy w strzelby, kulami nabite, chodząc bowiem wieści, że samica jaj broni i że nawet dość jest jednym jajem trzecio drugie, aby ją na to zwabić.

Wieść ta okazała się później fałszywą, przynajmniej co do krokodyli z Tumbezu.

Przybywszy na miejsce, znaleźliśmy przestrzeń jakich 60 kroków kwadratowych, zrytą i skopaną na wszystkie strony. Leżała ona w bezpośrednim sąsiedztwie niewielkiego kanału. Samica wychodziła tu podobno w czasie odpływu, aby się grzać na słońcu. Gdy my dwaj z kurkami podniesionymi i palcem na cynglu pilnie obserwowaliśmy brzegi kanału. Agapit kopał ziemię, szukając jaj. Skopał już był całą podejrzaną przestrzeń, już nam się zdawało, że poszukiwania nasze do niczego nie doprowadzą, gdy natrafił na gniazdo. Jaj było 48. wielkości prawie tej samej co gęsie, tylko bardziej walcowatego kształtu i o skorupie chropowatej. Przesypane piaskiem, leżały w niewielkim i nieco skośnie wykopanym dołku, mającym około 40 centymetrów głębokości. Piasek, pomimo niskiego poziomu dołka i blizkiego sąsiedztwa wody, był zupełnie suchy. Samica przez cały czas operacji niczym obecności swjej nie zdradziła.

Jaja przynieśliśmy do domu w umyślnie na ten cel sprowadzonej miednicy i równo podzieliliśmy się niemi. Przy wydmuchiowaniu okazało się, że były już bardzo załęgnięte i wydzielaly silny odór piżma, krokodylom właściwy. Skorupa jaj jest gruba i mocna o powierzchni w wysokim stopniu chropowatej. Zapach piżma skorupy nawet po wyschnięciu zachowały.

Młode, świeżo wyklute krokodyle trzymają się gromadnie po brzegach wód, umykając za zbliżeniem się nieprzyjaciela. Przypuszczam, że ich mnóstwo w młodości ginąć musi, liczba bowiem starych nie odpowiada bynajmniej ogromnej liczbie jaj, jakie każda samica niesie, choćby każda z nich niosła się raz tylko w ciągu całego życia. W Tumbecie liczba krokodyłów bardzo jest ograniczona, pomimo, że ich tam nikt przedtem nie prześladował. Kto wie, czy młodych samce nie zjadają. Za wczesną śmiercią krokodylątek przemawiać się zdaje i ta okoliczność, że podrostki mierzące 1-2 metrów długości są bardzo rzadkie i zawsze spotykają się pojedynczo.

Pewnego dnia, płynąc jednym z kanałów, spostrzegliśmy na powierzchni wody tuż pod samym brzegiem mnóstwo główek małych krokodylątek. Była to widać niedawno wyprowadzona jedna całkowita rodzina. Strzeliłem do nich z odległości 20 kroków drobnym śrutem, zwanym „maczkim” (dunst). Strzał był bardzo szczęśliwy, bo zostało 13 egzemplarzy zabitych lub tak silnie ranionych, żeśmy je wziąć mogli. Reszta zniknęła pod wodą, lub rozproszyła się. Podczas, gdy z łodzi łowił zabite i ranione egzemplarze, mój towarzysz pilnie obserwował okolicę w obawie, aby nas matka zniecacka nie napadła, gdyż przypuszczaliśmy, że choć jaj nie broni, jednakże może ujmuje się za żywym potomstwem. I te jednak obawy okazały się płonnymi.

Złowione krokodyłki, z których wiele objawiało jeszcze ślady życia, były od 5 do 10 cali długie. Przyniósłszy je do domu natychmiast włożyliśmy do spirytusu, aby żyjącym cierpień ukrócić. Jakież jednak było zdziwienie moje, gdy w cztery godziny potem, rozpruwszy brzuch i piersi jednego z osobników, aby uprzystępnąć przenikanie spirytusu, spostrzegłem, że serce jeszcze bije swem miarowym tętnem. Dowodzi to, jak wielką żywotnością są obdarzone te stworzenia, skoro 4-godzinny pobyt w 30-stopniowym (Cartier) spirytusie nie wystarcza do ich zabicia.

Przez ciąg mego pobytu w Tumbecie dwa razy miałem sposobność chowania młodych krokodylątek, oba jednak razy próby moje zrobiły fiasko, wychowawcy bowiem przy pierwszej zdarzonej sposobności uciekały mi po kilku zaledwie dniach niewoli. Zresztą

są to stworzenia niezbyt nadające się do chowania. Małe potworki za zbliżeniem się naszym otwierały paszczę, a z chytrych, kocich oczków widać było wielką chęć chwycenia za palec nierozważnej ręki, któraby się do nich zbliżyć odważyła.

Niejeden z was, czytelnicy moi, słyszał zapewne o ciekawym obyczaju siewki egipskiej (Pluvianus aegyptius) wchodzenia do otwartej paszczy krokodyłów, gdzie ma podobno łowić obficie zbierające się tam owady. Jakkolwiek ani p. Jelski, ani ja nie zauważyliśmy nic podobnego u krokodyla Guayaquilskiego, pomimo, że go nieraz z rozwartą paszczą obserwowaliśmy, niemniej jednak polegać możemy na powadze znakomitego podróżnika włoskiego po Peru, prof. Raimondiego, który nam opowiadał, że nad rzeką La Chirą na własne oczy widział podobny wypadek u tamtejszych krokodyłów. Szkoda tylko, że szanowny uczyony dla znacznej odległości nie mógł rozpoznać do jakiego rodzaju należy ptak wchodzący do paszczy tego krokodyla. Przypuszczam, że to będzie albo *Charadrius virginianus* albo *Aegialites nivosa*.

W Tumbecie polowanie na krokodyle jest połączone z wielu trudnościami, ostrożne te bowiem stworzenia, jak to już wyżej powiedziałem, nielato dają się podejść, na dalszą zaś odległość, pomimo wielkiej masy cielskiej, trudno zadać śmiertelny postrzał, gdyż powierzchnia miejsc czułych, a lepiej może powiedzieć ośrodków życia, bardzo jest ograniczona. Nieprawdą jest jakoby kula nie była w stanie przeniknąć pancerza, pokrywającego ciało tych gadów, wszędzie, żywotność jednak krokodyla tak jest wielka, że dla dostania go trzeba trafić albo w mózg, albo w kręgi szyi, albo w serce. Mózg krokodyla bardzo jest mały jak na tak wielkiego zwierza. Egzemplarz 4-metrowy posiadał cylindryczną masę mózgu na jakie 5 cali długą, przy calowej może średnicy. Kręgi szyi przedstawiają wprawdzie dość grubą masę, rdzeń jednak w nich zawarty dość jest cienki, kula więc z łatwością może nadwerżyć kość niezadrasnąwszy rdzenia. Nic więc dziwnego, że krokodyl przeszły licznymi nawet kulami jest w stanie uciec do wody, a nawet wyleczyć się, jeżeli jeden z przytoczonych ośrodków nie został zadraśnięty.

O tych szczegółach nic jeszcze nie wiedzieliśmy, gdyśmy w połowie Lutego 1876 roku wybrali się z miasteczka Tumbezu do ujścia rzeki, aby na krokodyle zapolować. Wziąwszy ze sobą do pomocy tego mulata, Antoniego Anteparę, płynęliśmy wesoło w dół rzeki, ufni w jaknajlepszy skutek wyprawy. Aby nas jednak niepowodzenie zastało przygotowanymi, wzięliśmy wszystko, co do preparowania

ptastwa jest niezbędne, myśląc zapolować na czaple, kuliki, siewki, ibisy i inne ptaki w wielkich ilościach uczęszczające na manglowe melizny u ujścia rzeki.

Przybywszy do Cucarachy ulokowaliśmy się w chacie kapitana portu, który nas obyczajem peruwijańskim bardzo gościnnie przyjął, a zarazem wydał rozkaz do natychmiastowego przygotowania rządowej szalupy, aby nie tracąc czasu dnia jeszcze tego wyjechać na polowanie. Dzień ten jednak okazał się dla nas nieszczęśliwym, powróciliśmy bowiem do domu bez dania strzału. Również i dzień następny zeszedł na niefortunnych próbach podjeżdżania ostrożnych gadów.

Trzeciego dnia po śniadaniu wyjechaliśmy łodzią we czterech to jest pan Jelski, ja, Antepara i jeden z marynarzy, należących do otoczenia kapitana portu. Zostawiwszy pana Jelskiego na zasadzce w takim miejscu, gdzie miało zwyczaj wychodzić na łąd kilku krokodyłów, we trzech pojechaliśmy do głównego ujścia rzeki. Tam na obszernym piaszczystem pobrzeżu leżało 14 krokodyłów w różnych od siebie odległościach. Największe z nich mogły mieć do 5 metrów długości. Wsiadłszy zdała od nich, przywiązaliśmy łódź do brzegu i zaczęliśmy je ostrożnie podchodzić od strony łądu. Jakoż udało mi się zejść jednego wielkiego na odległość kilkudziesięciu kroków, okazało się jednak, że strzelba od dnia poprzedniego nabita dała strzał spóźniony i kula poleciała Bóg wie dokąd. Na strzał potwór rzucił się do wody i szybko oddalał się od brzegu trzymając według zwyczaju głowę na powierzchni, a ciało pod wodą. Jak zwykle w takim razie było mu widać tylko nos, a za nim w pewnej odległości oczy. Strzeliłem z drugiej lufy i chybiłem: kula tuż obok potwora uderzyła o wodę. Na te dwa strzały wszystkie krokodyły w pobliżu się znajdujące, pouciekały do wody; tylko 3 lub 4, wylęgające się przy samym ujściu rzeki do morza nie zwróciły na to uwagi, prawdopodobnie dla znacznej odległości.

Zacząłem je podchodzić. Gdy się zbliżył na małą odległość, najbliższy odemnie krokodyl rzucił się do wody i zaczął płynąć o jakie 40 kroków od brzegu. Strzeliłem, mierząc w widoczne ponad wodą oczy. Znać było, że strzał był celny, gdyż zwierzę zamiast się zanurzyć, płynął, unoszony prądem ku morzu, aż póki nam z oczu nie zniknął. Rozdrażniony tem niepowodzeniem, wróciłem do łódki, dając po drodze jeszcze jeden strzał do pływającego krokodyla. Zdaje się, że go kula ugodziła, gdyż strasznie się rzucił, aż się woda wkoło zakotłowała.

Następnego dnia wracający z polowu rybacy dali nam znać, że na jednej z melizn w ujściu rzeki

widzieli trupa krokodyla. Widocznie przyplływ morski wyrzucił tego, któremu wczoraj ugodził. Zabrawszy więc linę udaliśmy się we czterech do miejsca wskazanego nam przez rybaków. Objechawszy wkoło wyspę w części pokrytą manglami, a w części mimozami i akacyjami, spostrzegliśmy w dali na meliznie bielejący trup krokodyla; leżał do góry brzuchem. Trzeba wiedzieć, że te melizny ryzoforowe są utworzone z błota bardzo grzęzkiego. Rozebrawszy się więc do naga, poczołgaliśmy się we czterech na brzuchach, stąpając bowiem, całe nogi grzęzną, a nawet są miejsca, gdzieby się człowiek mógł zanurzyć. W krytycznym położeniu znajdował się pewnego razu p. Jelski w Guyanie francuskiej zaawanturowawszy się na takiej meliznie i mało życiem nie przyplacił swego ornitologicznego zapła.

Podczołgawszy się do krokodyla, spostrzegliśmy, że już do wypchania zdatnym być nie może, tój bowiem jednej doby wystarczyło pod równikowem słońcem, aby rozkład nastąpił. Postanowiliśmy go jednak zabrać, wiedząc, jak cenną rzeczą jest w Europie szkielet krokodyla. Założywszy mu więc linę na szyję z trudem ciągnęliśmy go, czółgając się po grzęzkim błocie.

Egzemplarz ten, którego szkielet znajduje się w Zootomicznym Gabinecie Warszawskiego Uniwersytetu, miał 2 metry 70 cent. długości. Kula przeszła mu oko i zapewne mózgu dotknęła, co spowodowało ubezwładnienie ciała. Jest to jedyny krokodyl, jakiegom zabił w ciągu mych ekskursyj w Tumbezie. Później, w czasie pobytu w Santa-Lucia próbowaliśmy jeszcze kilkakrotnie polować na nie, czyto z zasadzki, czy podjeżdżając, wszystkie jednak usiłowania nasze w tym kierunku okazały się bezowocnymi; zwykle bez dania strzału wracaliśmy do domu. Zniechęcało nas to, napróżno bowiem czas traciliśmy.

Pewnego razu zjawił się u nas jakiś rybak, imieniem Damazy, oznajmiając, że za dobre wynagrodzenie podejmuje się złowić parę krokodyłów na wędkę. Ułożyliśmy się więc z nim, że stosownie do wielkości krokodyla będzie i cena, tak, że za każdą varę (84 centymetry) dostanie 1 sola (5 franków). Dziwny ten sposób kupowania krokodyłów na łokcie jak płótno, wydał lepsze rezultaty, aniżeli nasze niefortunne polowania, okazało się bowiem, że rybak dotrzymał słowa i dostarczył nam dwa potężne krokodyły, z których każdy miał po 4 metry 20 centymetrow. Rybak zawarował sobie, że tłuszcz do niego będzie należał.

Nie jeden z czytelników zdziwił się niewątpliwie, przeczytawszy, że ów rybak miał łowić krokodyły na wędkę. Sposób ten praktykowany w Ekwadorze jest doskonały, wymaga tylko wielkiej dozy cierpliwości

i niemalżej wprawy. Owa wędka jest to silny hak, na jakie 40 do 50 centymetrów, przywiązany do linki mogącej mieć 6 sążni długości. Drugi koniec linki przywiązuje się do kawałka bardzo lekkiego drzewa, zwanego „palo de balza” (*Ochroma piscatoria*), mającego służyć za splawik. Hak owija się wnętrzościami koźlęcia, wołu lub innego zwierzęcia i puszcza się na wodę w jednym z kanałów, nie mających prądu, bacząc jednak na to, aby miejsce, ku temu wybrane, uczęszczane było przez krokodyle. Rybak w swęj małej łódeczce kryje się gdzieś wpoblizu wśród gąszczu manglowego i czeka cierpliwie póki mu gwałtowne poruszenia splawika nie dadzą znać, że krokodyl przynęte uchwycił. Nie śpieszy się jednak, aby dać czas gadowi do zupełnego połknięcia haka. Podjeżdża wówczas i koniec linki przywiązuje do najbliższego drzewa; poczem zwolna, męcząc swą zdobycz podciąga ją ku sobie. Ta rzuca się strasznie, gdyż jęj hak wnętrzości rani, w końcu jednak człowiek zostaje panem potwora, którego krótko do drzewa przywiązuje.

Drugi sposób, „con el casonete” zwany, tem się tylko różni, że zamiast haka używa się kijka i z bardzo mocnego drzewa, na obu końcach zaostzonego. Kijek ten zwany casonete ma około 1 stopy długości. Pośrodku kijka przywiązuje się linka. Do zastawienia casonete składa się w ten sposób, że połowa jego przylega do linki, druga zaś stanowi jęj przedłużenie. Tak ułożony kijek owija się wnętrzościami. Gdy potwór połknie przynęte, casonete staje na poprzek w żołądku, w którego ścianki wpijają się ostre jego końce. Tym sposobem zwierz nie jest w stanie oswobodzić się od połkniętego kijka i staje się pastwą człowieka.

Pierwszego z dwu dostawionych krokodyłów złowił Damazy dnia 5 Grudnia 1876 roku powyżej Cucarachy. Pojechaliśmy po niego dwiema łodziami, aby złączonemi silami sprowadzić go do Santa-Lucia. Na brzegu wśród trawy leżał potwór kolosalnych rozmiarów - tak może długi, jak egzemplarz Warszawskiego Gabinetu, znacznie jednak odeń grubszy. Ciało pokrywały pąkle (*Balanus*) i pleśń zielona. Na nieszczęście wspaniały ten okaz był niekompletny, brakowało mu bowiem ze 2 piędzi ogona. Zastrześliwszy go sprowadziliśmy do domu, przywiązując pomiędzy dwiema łodziami tak, aby pod samą powierzchnią wody był zanurzony.

Godnem jest uwagi, iż żaden z dotychczasowych podróżników po krajach zwrotnikowych nie podał dokładnego sposobu preparowania skór krokodylich, a to, co w tym kierunku uczyniono, nie odpowiada swemu celowi. Mając najnowszy „Przewodnik dla podróżników” zredagowany pod

kierunkiem D-ra Neumayera przez pierwszorzędnego powagi Niemiec, poszukaliśmy w nim działu o gadach i rybach, opracowanego przez p. Gunthera, dyrektora Muzeum Brytańskiego i znanego ichtyologa. Znakomity ten uczone nie wielką musi mieć praktykę w konserwowaniu skór zabitych zwierząt, radzi bowiem alunować skórę krokodyla, czaszkę jednak oszczędzać, aby w razie zepsucia się skóry, można było choć głowę na szkielet obrócić, gdyż czaszki krokodyle stanowią rzadkość w zbiorach osteologicznych. Już z tego czytelnik może wnioskować o wartości sposobu, przy którym należy przewidywać zepsucie. P. Jelski, który bezwątpienia należy do najdoświadczeńszych preparatorów, zdecydował odrazu o niemożności alunowania skóry, wychodząc z tej zasady, że koścista część łusk, leżąca między skórą właściwą i naskórkiem, nie dozwoli alunowi przeniknąć do tego ostatniego i nie powstrzyma jego odstawania.

W takiej więc alternatywie byliśmy zmuszeni wynajdywać sposób preparowania, który na pierwszym egzemplarzu udał się niezupełnie, a dopiero na drugim wydał pożądaną rezultat. Sposób ten, jako według naszego zdania jedyny przy preparowaniu skór krokodylich, przeznaczonych do zbiorów zoologicznych, podaję tu w krótkości, aby mógł kiedyś posłużyć jakiemu podróżnikowi, znajdującemu się w tem samem co my, położeniu.

(Dokończenie.)

Cięcie w brzusznej stronie prowadziliśmy od wierzchołka szczęki do końca ogona, a od tego cięcia cztery inne prowadziliśmy wzdłuż wewnętrznej strony nóg, aż do końca palców. Na zuchwie oddziela się skórę pokąd można, wszystkie zaś dolne kości czaszki wylupuje się przy pomocy dłuta i młotka, aby dostać się do mózgu, oraz miękkich części nosa i oczu; wierzchniej skorupy czaszki nie należy tykać, aby kształtu głowy nie zepsuć. Oprócz kości czaszki, zachowuje się kości nóg, skórę, zaś starannie oczyszcza z mięsa. Następnie soli się ją i wystawia na słońce; aby zaś suszenie przyspieszyć, lepiej jest rozciągnąć ją na wzniesieniu z drągów, przez co umożliwia się przystęp powietrza od spodu. Naskórek na całej głowie należy gęsto szydelkiem nakławać, między nim bowiem i kością zostaje się dużo wilgoci, mogącej spowodować jego odstawanie. W ten sposób skóra w ciągu 3 do 7 dni zupełnie wysycha, poczem odpowiednio złożoną, aby jaknajmniej miejsca zajmowała, należy zapakować do skrzyni cynkowej i zalutować hermetycznie, wybierając na to dzień suchy, słoneczny.

Skóra pierwszego z dwu zdobytych krokodyłów, a przeznaczonego do Muzeum Limańskiego nie udało się dlatego, żeśmy nie nakłuli głowy, na której odstał naskórek. Nauczeni tem, odpreparowaliśmy drugą skórę, wprowadzając to ważne ulepszenie, a rezultat odpowiedział wszelkim oczekiwaniom. Przytoczony sposób wbrew radzie Gunthera każe zniszczyć część czaszki, czyniąc ją niezdatną do zbioru osteologicznego, lecz zato zapewnia zachowanie skóry. Uczynię tu jednak uwagę, że przy niepogodzie mógłby i ten sposób zawieść, lecz w takim razie nie widzę innego.

Egzemplarz znajdujący się w Warszawskim Gabinetie Zoologicznym został złowiony dnia 18 Stycznia 1877 r. przez tegoż samego Damazego. Stary przywiązał go na brzegu i dał nam znać, abyśmy mu na pomoc przyjechali. Miejsce, gdzie potwór został złowiony, znajdowało się o półtoręj wiorsty od samego domu w Santa-Lucia, przeto Damazy zdecydował się pociągnąć żywego krokodyla w nadziei, że mu mniej zada pracy, niż pierwszy, któregośmy na miejscu złowienia zastrzelili. W tym więc celu potrzeba go było jeszcze paru linkami przymocować, z których jedne przeprowadził zręczny rybak pod pachami krokodyla, drugą zaś okręcił poza wydętą częścią nosa. Przy tej operacji, gdyśmy we trzech (p. Jelski, ja i syn Damazego) trzymali potwora, ten rzucił się tak gwałtownie, że nas o mało do wody nie wciągnął.

Trzeba było widzieć tego starca, jak razem z synem w wątlęj małej łódeczce holowali olbrzymiego gada. Ponieważ odbywało się to bardzo wolno, przeto pojechaliśmy z p. Jelskim naprzód, aby kazać sporządzić wieczerzę dla rybaków. Ci zaś dopiero o późnym zmierzchu przybyli razem ze swą żywą zdobyczą, którąśmy do jednego ze słupów opuszczonego domostwa przywiązali.

Następnego dnia, zabijając tego krokodyla, mogliśmy się przekonać o wielkiej jego żywotności. Pierwszy strzał był kulą eksplodującą, chciałem się bowiem przekonać, czy tego rodzaju pocisków można skutecznie używać w polowaniu na krokodyla. Nie wątpiąc, że eksplozja kuli sprowadzi śmierć natychmiastową, strzeliłem a bont portant w komorę gada. Potwór drgnął tylko i rozwarł szeroką paszczę, wydając chrapliwe tony a jednocześnie wyrzucając obficie gardłem spiekłą krew. Żył pomimo to i oddychał ciężko, a przy każdym skurczeniu klatki piersiowej, wydobywał się dziurą od kuli dym, z eksplozji powstały. Przy sekcji okazało się, że płuca miał poszarpane i popalone, a stos kręgowy silnie wstrząśnięty i nadwerężony. Dopiero drugi strzał zwykłą kulą skierowany, gruchocząc kręgi, położył kres żywota tego wstrętneho zwierza. W żołądku

oprócz wspomnianej powyżej nogi mulla miał przynajmniej kilkanaście funtów żwiru, który mu zapewne do trawienia kości pomaga.

Przy całej swęj ohydzie i szkodności krokodyl nie przynosi człowiekowi prawie żadnej korzyści, trudno bowiem przywiązywać wielką wagę do skóry, która choć odznacza się niezwykłą mocą a w wyrobach szewctwa nie ma równęj sobie, dla wielkiej jednak trudności dostania jej nigdy ważnej roli nie odgrywa w przemyśle europejskim. Wspomnę też, że w owych czasach, kiedyśmy krokodyla preparowali, zaczął w Limie wchodzić w użycie tłuszcz tych gadów, mający jakoby większe usługi w chorobach piersiowych oddawać, niż osławiony tran z wątroby dorsza. Ta widać okoliczność skłoniła Damazego do podjęcia się lowów, owe bowiem 25 franków, płacone przez nas za każden egzemplarz nie bardzo mogły mu się uśmiechać. Każdy ze złowionych krokodyłów dał mu kilkadziesiąt butelek szmalcu, który na miejscu sprzedawał po 6 fr: butelka, gdy w Limie podówczas płacono po 10 fr. Co do leczniczej wartości tego tłuszczu, to zdaje mi się, że jest przesadzoną, a może nawet jak wartość wszystkich tłuszczów zwierzęcych po prostu wyimaginowaną.

Dla zwolenników piżma dodam, że krokodyl jest w nie suto zaopatrzony, posiadając 3 pary gruczołów piżmowych na brzusznej stronie ciała. Piżmo to tak przenikliwy posiada odór, że w Santa-Lucia w miesiąc po zabiciu zwierza czuć je było na miejscu preparowania. Dotychczas jednak jak się zdaje żaden z fabrykantów perfum nie korzystał z tego bogatego źródła piżma, za co, jak sądzę, większa polowa cywilizowanego świata powinna złożyć dzięki Opatrzności.

Teksty wybrał i przygotował Jerzy Vetulani (Kraków)

W KRAINIE MELANCHOLIJNEGO SMĘTKA

Maria Olszowska (Mrągowo)

„Dobrze jest urodzić się w małym kraju, gdzie przyroda jest ludzka, na miarę człowieka, gdzie w ciągu stuleci współżyły ze sobą różne języki i różne religie”. Tak pisał o Litwie Czesław Miłosz. W „Miłoszowskim” opisie można odnaleźć obraz



Ryc. 1. Kolorowe pole. Fot. M. Olszowska.

Mazur, niewielkiego obszaru na południu dawnych Prus Wschodnich. Mazury to kraina z pięknym polodowcowym krajobrazem i przyrodą nie skażoną „wielkim” przemysłem. Na tę ziemi ściągali liczni przybysze, którzy reprezentowali różne kultury, tradycje, języki i religie. Jednak los ich nie oszczędzał. Kraina była nękana wojnami, pożarami, epidemiami, germanizacją i tragicznymi wydarzeniami po drugiej wojnie światowej.

Mazury mimo to nie zatraciły pierwotnego, surowego piękna. W ogromnej, otwartej przestrzeni czuje się ducha Mazur – Smętka. Spopularyzował go Melchior Wańkowicz w swojej słynnej reportażowej opowieści „Na tropach Smętka”. Postać ta prawdopodobnie nosi w sobie cechy jakiegoś pogańskiego bóstwa i występuje w ludowych bajaniach. Smętka wyobrażano sobie jako złośliwego diabła trapiącego ludzi, który jednak potrafił być pomocny i dobry dla tych, którzy byli przyjaźnie nastawieni do jego ukochanych stron. Smętek od zawsze opiekuje się mazurską



Ryc. 2. Czerwończyk płomieniec. Fot. M. Olszowska.

krainą i jej mieszkańcami, niezależnie od tego, jakie są ich kulturowe i etniczne korzenie. Smutek jest melancholijny, lubi mokradła, mgły i gęste lasy. Swoją miłością do mazurskiej krainy inspirowe twórców, artystów, przyrodników oraz turystów, opowiadając legendy i ciekawe historie, zachęca do wędrówek i do poznawania mazurskiej ziemi.

Rozpoznawalnym rysem mazurskiego krajobrazu, obok jezior i lasów, są morenowe wzgórza, które latem mienia się barwami maków polnych i chabrów bławatków (Ryc. 1). Na rozległych kolorowych suchych murawach uganiają się różnobarwne motyle. Jednym z nich jest czerwończyk płomieniec (*Lycena hippothoe*), gatunek rzadko spotykany (Ryc. 2). Swoją nazwę zawdzięcza ognistej barwie łusek, intensywnie odbijających światło. Warto popatrzeć na grę światła podczas jego lotu. Skrzydła samca i samicy mają rozpiętość około 3,5 cm. Przednie skrzydło samca z wyjątkiem brzegów jest czerwono-pomarańczowe z odcieniem fioletu. Przy brzegu bocznym znajduje się rząd niewyraźnych ciemnych plamek, a na środkowej części plamka czarna księżycowata. Nasada i górna część tylnego skrzydła jest czerwona.



Ryc. 3. Mokradło późną jesienią. Fot. M. Olszowska.

W mazurskim krajobrazie występują mokradła (Ryc. 3) i łąki, które rano „prały”, co w gwarze dawnych Mazurów znaczyło, że zasnuwały się mgłą, dymiły białawymi oparami. To od zamglonej łąki pochodzi nazwa słynnej Leśniczówki Pranie z muzeum K. I. Gałczyńskiego. Wiosną na moczarach i bagnach słychać krzyki czajek i godowe głosy płazów. Dzień Mokradeł na całym świecie jest obchodzony co roku tradycyjnie 2 lutego. W Polsce mamy 13 obszarów wodno-błotnych wpisanych na listę konwencji RAMSAR. Wśród nich są parki narodowe: Biebrzański, Narwiański, Poleski, Słowiński, Wigierski i Ujście Warty. Na tę listę trafiły dwa mazurskie rezerваты

przyrody: Jezioro Łuknajno i Jezioro Siedmiu Wysp (Oświn). Rezerwat Łuknajno chroni jedną z największych ostoi łabędzia niemego w Polsce. Jezioro wpisane zostało na listę dziedzictwa przyrodniczego świata, zaś w 1977 r. zostało uznane przez UNESCO za cenny rezerwat biosfery w ramach programu UNESCO- MAB „Człowiek i biosfera”. Celem tego programu jest kreowanie zrównoważonych relacji między ludźmi i biosferą.

Charakterystyczne dla regionu są wczesnośredniowieczne (XI–XII w.) posągi nagrobne, tzw. baby pruskie. Owe baby to tak naprawdę figury przedstawiające mężczyzn (Ryc. 4). Posągi mają maksymalnie 1,5 m wysokości, w prawej ręce trzymają tradycyjny róg (rytualne naczynie do picia), w lewej natomiast niektóre z nich dzierżą miecz lub tasak. Kamienne baby stanowią dużą zagadkę archeologiczną i historyczną. Wedle jednych teorii miały personifikować plemienne bóstwa, wedle innych były wizerunkami



Ryc. 4. Pruska baba w Bartoszycach. Fot. M. Olszowska.

wojowników, biorących udział w wyprawach wojennych lub miały przedstawiać sylwetki osób zaklętych w kamieniu za swoje ciężkie przewinienia. Największe skupisko bab występuje w okolicach Bartoszyce

i Iławy. W ostatnich latach popularyzuje się baby pruskie poprzez produkcję małych, kolorowych kopii bab, oferowanych jako pamiątki z Mazur i z Warmii.

Na Mazurach znaleźć można „piorunowe strzałki” zwane „bożymi prątkami” (Ryc. 5). To kamyki koloru żółtawego, uznawane za magiczne. Kładziono je pod dachem lub na okiennych parapetach, by chroniły domostwo przed piorunami i innymi nieszczęściami. Używano ich też w ludowej medycynie. Przez mazurskie plemię Galindów uważane były za groty boga burz Pierkunasa, którymi ciskał w jeziora. Najwięcej takich kamieni znajdowano na płycznach jeziora Dargin. Owe „pioruny” to skamieniałe rostra belemnitów (tylna część ciała w kształcie wydłużonego grotu strzały). Te głowonogi, przypominające współczesne kałamarnice, żyły w morzach od karbonu do końca kredy. Dzięki kalcytowej budowie rostra belemnitów dobrze się zachowały w stanie kopalnym i są ważnymi skamieniałościami przewodnimi.



Ryc. 5. Piorunowe strzałki. Fot. M. Olszowska.

O żyjących niegdyś na mazurskich ziemiach plemionach pruskich, galindzkich oraz jaćwieskich świadczą garby kurhanów oraz grodziska porośnięte dziś trawą albo lasem, jak wielkie grodzisko władcy Galindów w małej miejscowości Jeziorko (Ryc. 6). Osadnictwo plemienia Galindów zlokalizowano na Pojezierzu Mrągowskim, nad jeziorem Śniardwy oraz wokół jeziora Mamry. Galindowie żyli w tzw. lauksach, które budowali w miejscach trudno dostępnych, na przesmykach między jeziorami, półwyspach, wśród wysokich wzgórz w otoczeniu bagien i lasów. Zajmowali się głównie rybołówstwem, łowiectwem, zbieractwem i handlem. Plemiona nie tylko wzajemnie się zwalczały, ale walczyły także z Krzyżakami i Litwinami. Na podbitym terenie

Zakon Krzyżacki stworzył system zamków, jeden z najpotężniejszych w Europie. Wielką atrakcją turystyczną jest „Szlak zamków gotyckich”. Na terenie Warmii i Mazur znajduje się część z tych zamków. Są to zamki w Malborku, Ostródzie, Nidzicy, Olsztynie (zamek Kapituły Warmińskiej), Lidzbarku Warmińskim (zamek Biskupów Warmińskich), Rynie,



Ryc. 6. Grodzisko Galindów. Jeziorko. Fot. M. Olszowska.

Kętrzynie oraz Giżycku. Duża część zamków została zniszczona, po wielu pozostały tylko ruiny lub fragmenty stanowiące wartość historyczną. Część jednak uratowano. Do odbudowanych ostatnio krzyżackich zamków średniowiecznych należą zamek w Rynie oraz w Giżycku nad kanałem Łuczańskim przy zabytkowym moście obrotowym (Ryc. 7). W uratowanych zamkach mieszczą się hotele, działają muzea, biblioteki, archiwa, domy kultury i restauracje.



Ryc. 7. Krzyżacki zamek w Giżycku. Fot. M. Olszowska.

Mazury były i są regionem rolniczym. Typowa historyczna zabudowa wiejska składała się z centralnie położonego kościoła z wieżą, z karczmy, folwarku oraz cmentarza. Była kuźnia, wiatrak, remiza strażacka, młyn, szkoła i mejernia (mleczarnia). Domy były drewniane podcieniowe, często o konstrukcji szkieletowej zwanej pruskim murem (szachulcem). Z impregnowanego ciemnego drewna wykonywano ważniejsze konstrukcje domu, a pola szachulcowe wypełniano gliną z trzcina, słomą, gruzem oraz cegłą. Dwuspadowe dachy kryte były słomą lub trzcina. Okazuje się, że bardziej trwale były pokrycia trzcinowe.

Okiennice ozdabiano wycięciami i podcieniami. Takie zabytkowe domy zobaczymy w osadzie kulturowej w Węgorzewie i w Kadzidłowie (Ryc. 8).



Ryc. 8. Chata podcieniowa kryta trzcina w węgorzewskim skansenie. Fot. M. Olszowska.

Zabytki architektury otaczane są dziś szczególną troską. W węgorzewskim muzeum znajduje się uratowana od zniszczenia drewniana remiza strażacka. We wsi Boże zachowała się nieczynna już kuźnia z ozdobnymi arkadami. Na wzniesieniu w Rynie stoi remontowany obecnie zabytkowy holenderski wiatrak. Obecni właściciele pałacu w Nakomiadach wyremontowali starą kuźnię, by stworzyć w niej manufakturę, kontynuującą tradycję XVIII-wiecznego zakładu. Wytwarza się tu techniką sprzed 300



Ryc. 9. Kafle z manufaktury Nakomiady. Fot. M. Olszowska.

lat kaflowe piece i różne przedmioty ceramiczne. Cały proces produkcji odbywa się ręcznie, począwszy od wypalania kafli i nadawania im pożądanych kształtów, aż po ozdobne malowanie (Ryc. 9). Na Mazurach istniał zwyczaj ubierania się w czerń do ślubu. Zwyczaj ten pojawił się po wojnach prowadzonych przez państwo pruskie w XIX wieku. Pannom młodym nie wypadało ubierać się w biel, gdy inni nosili żałobę po tych, którzy ginęli na licznych frontach. Stuletnią, oryginalną czarną suknię ślubną zobaczymy w prywatnym muzeum w Sądrach (Ryc. 10). Obecnie powstaje coraz więcej regionalnych galerii w niewielkich miejscowościach, w których ekspozycje stanowią wyroby nawiązujące do dawnych lokalnych tradycji. Takie działają np. we wsiach Ublik i Tuchlin koło Orzysza, jak i w samym Orzyszu



Ryc. 10. Czarna suknia ślubna. Muzeum Sądry. Fot. M. Olszowska.

czy Pisu. Ciekawym pomysłem może pochwalić się miejscowość Piecki koło Mrągowa. Powstało tu Muzeum Regionalne nazwane imieniem założycielki, Walentyny Dermackiej z Sapiehów. Może się ono poszczycić jednym z najbogatszych w Polsce zbiorów glinianych figurek, przedstawiających życie dawnej mazurskiej wsi. Kolekcja składa się z 1143 figurek i scen figuralnych rzeźbionych w glinie, a następnie wypalanych, polichromowanych oraz szkliwionych. Zbiór składa się z tematycznych cykli, np. Adam i Ewa, Madonny, Święci, Anioły, Garncarstwo, Chłopi Reymonta, Zielona Gęś Gałczyńskiego i wielu rodzajowych scen przedstawiających prace polowe, gospodarskie oraz życie kulturalne wsi (Ryc. 11). W Marcinkowie na obrzeżach Mrągowa zorganizowano ogrody pokazowe z motylarnią oraz hotelem dla dzikich pszczoł murarek (Ryc. 12). Owady z rodzaju murarka (Osmia) posiadają zdolność zbierania pyłku na dolną stronę odwłoka i zakładania gniazd w drewnie w otworach po sękach, w ceglach dziurawkach, rozmaitych szczelinach w murze itp. Okazało

się, że do hoteliku zaglądną też pszczoły miodne. W Marcinkowie można obejrzeć ogród śródziemnomorski, ogród zakochanych, ogród traw, pnączy, ogród różany, biały, wiejski, meksykański, japoń-



Ryc. 11. Fragment kolekcji „wiejscy muzykanci”. Muzeum w Pieckach. Fot. M. Olszowska.

ski, skalny, nowoczesny i podziwiać ciekawe gatunki roślin egzotycznych. Między innymi pnącze kiwi (*Actinidia arguta*) – aktinidię ostrolistną (Ryc. 13) z rodziny aktinidiowatych. Pochodzi ona z krajów Dalekiego Wschodu. Rośnie szybko i posiada gęste, zielone ulistnienie. Wydaje również niewielkie, jadalne zielone słodko-kwaśne owoce. Miłorząb



Ryc. 12. Hotelik dla pszczół murarek. Ogrody Pokazowe. Fot. M. Olszowska.

dwukłapowy (*Ginkgo biloba*) z rodziny miłorzębowatych pochodzi z terenu południowo-wschodnich Chin. To jedyne na świecie drzewo nagolazdkowe, które nie ma szpilek, tylko liście o blaszkach kłapowanych opadających na zimę (Ryc. 14). Pięknym krzewem jest katalpa (*Catalpa bignonioides*) z rodziny bignoniowatych. Ozdobą tej rośliny są duże, sercowate liście oraz oryginalne kwiatostany (Ryc. 15). Wywodzi się z Wschodniej Azji i Ameryki Północnej.



Ryc. 13. Krzew kiwi. Ogrody Pokazowe. Fot. M. Olszowska.



Ryc. 14. Miłorząb dwukłapowy. Ogrody Pokazowe. Fot. M. Olszowska.

W ogrodach po zakończeniu zwiedzania można w kawiarence napić się napoju i zjeść potrawy przygotowane z naturalnych składników ogrodu zielowego.



Ryc. 15. Kwitnąca katalpa. Ogrody Pokazowe. Fot. M. Olszowska.

Jak każdy region, tak i Mazury mają swoje kulinarne dziedzictwo. Specjalnością tego regionu są słodkowodne ryby. Wśród nich stynki znane jedynie na Suwalszczyźnie oraz w części Mazur. Ryby te łowi się spod lodu. Przypominają wyglądem szprotki

i pachną świeżym ogórkiem. Stynki z mazurskich jezior są delikatniejsze i smaczniejsze od stynek morskich. Latem podawane są zwykle smażone, jako chipsy rybne albo w zalewie octowej. Świeże dostępne są jedynie zimą, w czasie połowów. Stynka jest więc regionalnym kulinarnym rarytasem, który można zjeść w Mikołajkach.

Obecnie kraina jezior kojarzona jest nie tylko z żaglówkami i kajakami. Turyści zaczynają postrzegać Mazury jako spokojną krainę pagórków i czystych jezior ukrytych wśród lasów, gdzie można wędkować, korzystać z bogactwa leśnego runa i przy wieczornym ognisku „posmętkować” z samym Smętkiem. Wszak Mazury to kraina również dla artystów, romantyków i przyrodników. Jeszcze wiele cudów niezniszczonej przyrody czeka na odkrycie. Mazurski region pełen jest wspaniałych relikwów przeszłości, w którym historia i przyroda przenikają się wzajemnie z tajemnym światem pradawnych legend, tworząc magiczny, niepowtarzalny klimat.

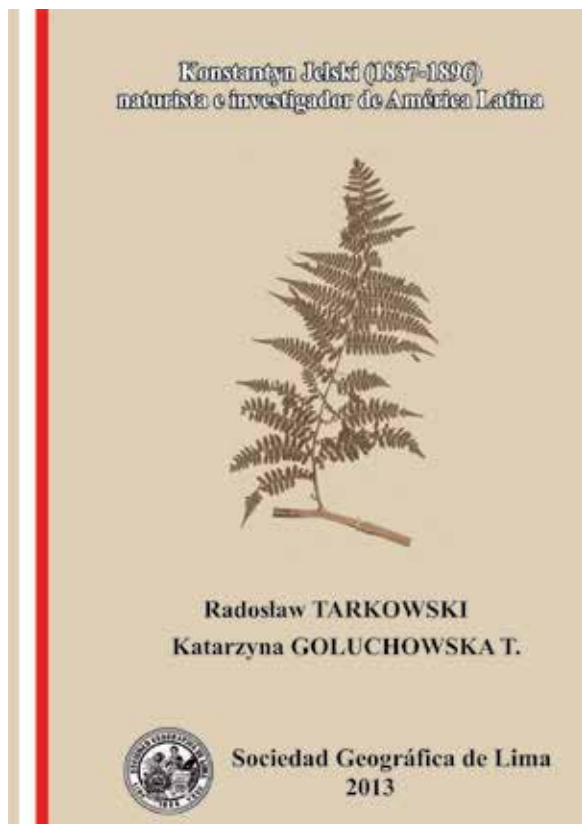
*mgr Maria Olszowska, Mrągowo
e-mail: marjolsz@interia.pl*

LIMEŃSKIE TOWARZYSTWO GEOGRAFICZNE ROZPOWSZECHNIA ZASŁUGI KONSTANTEGO JELSKIEGO (1837–1896) DLA BIOGEOGRAFII PERU

Limeńskie Towarzystwo Geograficzne (Sociedad Geográfica de Lima) powołał do życia prezydent Peru Andrés Avelino Ceres dekretem z dnia 22 lutego 1888 roku. Wówczas najważniejszym celem Towarzystwa było naukowe poznanie terytorium Peru, zebranie danych i ustalenie granic między jednostkami administracyjnymi, by wzmocnić administrację państwową. Nowo utworzone Towarzystwo miało własny zarząd, ale było zależne od Ministerstwa Spraw Zagranicznych, a w jego zarządzie byli reprezentowani przedstawiciele wszystkich ministerstw. Ta struktura organizacyjna pozostała do dziś, z tą różnicą, że obecnie Towarzystwo podlega Ministerstwu Edukacji i jego zadaniami są badania naukowe związane z rozpoznaniem i konserwacją środowiska geograficznego i jego dyfuzji.

W dniu 22 lutego 2015 roku odbyła się uroczystość uczczenia 127. rocznicy założenia Towarzystwa. W jego siedzibie, położonej w centrum Limy, zebrali się dyrekcja, członkowie i zaproszeni goście, a wśród nich Ambasador Rzeczypospolitej Polskiej, pani Izabela Matusz. Uroczystość rozpoczęto hymnem narodowym, następnie odczytano akt założycielski Towarzystwa Geograficznego oraz przedstawiono sprawozdanie z działalności Towarzystwa za ostatni rok. Zwyczajem tej uroczystości są: wygłoszenie referatu przez jednego z reprezentantów ministerstw, prezentacja książki wydanej w minionym roku i wyróżnienie osób zasłużonych dla geografii peruwiańskiej. Tak się złożyło, zupełnie przypadkiem, że w programie został mocno podkreślony udział Polaków w rozwoju Towarzystwa Geograficznego i nauki w Peru.

Po części oficjalnej referat wygłosił inżynier Henry Luna Córdova – przedstawiciel Ministerstwa Energii i Górnictwa, który naświetlił sytuację w Peru pod koniec XIX wieku, w momencie powstania Towarzystwa. Podkreślił, że w rozwoju myśli naukowej w Peru duży wpływ miało założenie w 1876 roku Wyższej Szkoły Inżynierii – Escuela de Ingenieros del Peru, której kontynuatorem jest obecny Państwowy Uniwersytet Inżynierii – Universidad Nacional de Ingeniería i działalność inżynierów, przede wszystkim Ernesta Malinowskiego, Edwarda Habicha oraz wielu innych, którzy z ramienia rządu zajmowali się budowaniem infrastruktury, głównie kolei i dróg.



Ryc. 1. Okładka książki R. Tarkowskiego i K. Gołuchowskiej o Konstantym Jelskim, wydanej przez Limeńskie Towarzystwo Geograficzne w 2013 roku.

Drugim punktem uroczystości była prezentacja książki i tu zdecydowano, że z wydanych w ciągu roku publikacji zostanie przedstawiona książka zatytułowana *Konstanty Jelski (1837–1896) naturista e investigador de América Latina*¹, autorstwa prof. Radosława Tarkowskiego i dr Katarzyny Gołuchowskiej Dunin-Borkowskiej; z tej okazji Prezydent Towarzystwa Geograficznego, Zaniel Novoa, zaprosił

do stołu prezydalnego panią ambasador Rzeczypospolitej Polskiej. Samą książkę przedstawiła dr Katarzyna Gołuchowska Dunin-Borkowska.

Bohaterami trzeciego punktu programu byli: Ferdinand Villiger Horath i Dr Luis A. Oliveros Lakoma. Zostali oni wyróżnieni przez Limeńskie Towarzystwo Geograficzne za zasługi dla geografii peruwiańskiej. Pierwszy z nich to zasłużony założyciel *Boletín de Lima* czasopisma popularno-naukowego, wychodzącego regularnie od 1979 roku i poświęconego historii i rozwojowi badań naukowych w dziedzinach nauk o ziemi, wszechświecie, nauk społecznych, ekonomicznych i humanistycznych. Dr Luis Oliveros Lakoma znany jest ze swych badań naukowych w ramach studiów regionalnych, obejmujących głównie strefy graniczne i Amazonię. W czasie swego przemówienia, dziękując za otrzymane wyróżnienie, nawiązał także do polskich tematów odbywającego się posiedzenia i wspominał o swych polskich korzeniach, gdyż jego matka jest Polką z urodzenia.

Na koniec uroczystości Pani Ambasador RP odsłoniła portret Konstantego Jelskiego w galerii zasłużonych dla Towarzystwa. Jelski, co prawda, nie uczestniczył w założeniu Towarzystwa Geograficznego, bo wrócił do Polski w 1879 roku, ale obecny zarząd uznał, że należy mu się to miejsce za zasługi dla biogeografii Peru. Ostatnim punktem programu było otwarcie w sali Towarzystwa, zadedykowanej inżynierowi Ernestowi Malinowskiemu, wystawy fotograficzno-kartograficznej zatytułowanej *Cupisnique: Paisajes y Memorias*², związanej z prowadzonymi badaniami Towarzystwa w tym terenie. Podczas wernisazu wystawy uczestnicy spotkania żywo komentowali rolę i znaczenie polskich badaczy, naukowców i inżynierów w rozwoju nauki w Peru.

Jednym z tych, którzy poświęcili się badaniom przyrodniczym Peru, był Konstanty Jelski, podróżnik po Ameryce Południowej, zasłużony kolekcjoner okazów zoologicznych i botanicznych. Przez dziesięć lat, w okresie między 1869 a 1879, działał na terenie Peru, a wyniki jego pracy są nadal znane i doceniane przez specjalistów badających faunę neotropikalną Ameryki Południowej. Dokonania Konstantego Jelskiego zostały w naukowy sposób opracowane przez prof. dr hab. Radosława Tarkowskiego z Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie w książce pod tytułem *Konstanty Jelski (1837–1896). Przyrodnik i badacz Ameryki Południowej*³. Autor korzystał z bogatych materiałów archiwalnych po K. Jelskim

¹ Tarkowski Radosław, Gołuchowska T. Katarzyna, *Konstanty Jelski (1837–1896) naturista e investigador de América Latina*, SGL, Lima 2013.

² „Kultura Cupisnique: Pejzaże i pamięć”, Sociedad Geográfica de Lima, Lima 2015.

³ Radosław Tarkowski, *Konstanty Jelski (1837–1896). Przyrodnik i badacz Ameryki Południowej*. Wydawnictwo Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie 2011.

znajdujących się w Archiwum Polskiej Prowincji Zgromadzenia Księży Misjonarzy w Krakowie.

We wrześniu 2013 roku profesor Radosław Tarkowski przywiózł do Limy swą książkę, aby osobiście przypomnieć i przedstawić zasługi Konstantego Jelskiego dla nauki peruwiańskiej. Dodatkowym aspektem znaczenia Jelskiego w tej dziedzinie, była sześćoletnia współpraca z Antonio Raimondim⁴, autorem wielu podstawowych prac z zakresu geografii Peru. Prezentacja książki Radosława Tarkowskiego w Towarzystwie Geograficznym w Limie zbiegła się z uroczystościami 90 rocznicy upamiętnienia relacji dyplomatycznych między Polską i Peru. Na posiedzeniu Towarzystwa w dniu 24 września 2013 roku została podjęta decyzja o wydaniu jej w języku hiszpańskim. Autor zaprosił do współautorstwa dr Katarzynę Gołuchowską Dunin-Borkowską. Zdecydowano o skróceniu treści książki, ale z pozostawieniem całej bibliografii. Po dokonaniu skrótów tekst został przetłumaczony w Polsce i wydany przez Limeńskie Towarzystwo Geograficzne w końcu 2013 roku w rozmiarze A5, liczącym 54 strony, pod tytułem *Konstanty Jelski (1837–1896), naturista e investigador de América Latina*.



Ryc. 2. Prezentacja książki o K. Jelskim w Limeńskim Towarzystwie Geograficznym w dniu 22 lutego 2015 roku. Pierwsza z lewej – K. M. Gołuchowska Dunin-Borkowska, w centrum I. Matusz – Ambasador RP w Peru; drugi z prawej Zaniel I. Novoa Goicochea – Prezydent Limeńskiego Towarzystwa Geograficznego.

W pierwszej części książki przedstawiono pochodzenie i wykształcenie badacza, a także osoby, które w wydatny sposób wpłynęły na koleje jego życia. Specjalnie podkreślono jego studia w Moskwie

i Kijowie oraz pierwsze prace, które zdecydowały o jego zainteresowaniach przyrodniczych. Ważne jest także wspomnienie o patriotyzmie Jelskiego, jego udziale w Powstaniu Styczniowym w 1863 roku i represjach jakie stosował rząd carskiej Rosji, zmuszając go do opuszczenia rodzinnych ziem i udania się na emigrację. W dalszej części książki pokrótce przedstawiona jest jego działalność badawczo-kolekcjonerska w dziedzinach biologii i geologii, prowadzona w Gujanie Francuskiej. Głównym jednak celem wydanej książki jest zaprezentowanie osiągnięć badawczych Konstantego Jelskiego na terenie Peru. Znalazł się tu nieco przez przypadek, gdyż opuszczając Gujanę zamierzał dotrzeć do Boliwii. Zmienił swój plan po uzyskaniu od Edwarda Habicha – Polaka wykształconego w paryskiej wyższej szkole dróg i mostów – zaproszenia do Limy. Panowie poznali się na statku płynącym z Guayaquill do Callao. Habich jechał do Limy na stanowisko „ingeniero de Estado Peruano” – naczelnego inżyniera państwa peruwiańskiego. Za jego namową Jelski zatrzymał się w Limie i pozostał w Peru przez dalsze 10 lat. W tym czasie przez cztery lata pracował dla Gabinetu Zoologicznego w Warszawie prowadząc eksploracje przyrodnicze głównie w centrum Peru. W 1873 roku podpisał umowę z rządem peruwiańskim, na mocy której współpracował z Antonio Raimondim. Raimondi otrzymał zlecenie rządowe dotyczące opracowania i wydania geografii Peru. Potrzebował kompetentnych współpracowników i udało się mu doprowadzić do zatwierdzenia osoby Jelskiego na stanowisko swojego pomocnika. Dokładne przedstawienie tej współpracy jest na tyle ważne, że jest ona praktycznie nieznaną biografom i osobom obecnie zajmujących się dziełem A. Raimondiego. Na podstawie informacji pochodzących z listów i dziennika Jelskiego, profesor Tarkowski odtworzył jego wkład w dzieło Raimondiego. Jelski wyjeżdżał w teren i dokumentował jego geografię, gromadził i opisywał okazy przyrodnicze, geologiczne i inne, dostarczając wyniki swych prac Raimondiemu. O tej współpracy dowiedziano się wiele z pamiętników Jana Sztolcmana⁵, który przyjechał do Peru zastępując Jelskiego w zbieraniu okazów dla Gabinetu Zoologicznego w Warszawie. Obydwaj spędzili około roku w Tambillo, położonym na stoku lewego brzegu rzeki Marañón w departamencie Cajamarca w północnym Peru. Wiemy więc bardzo dokładnie

⁴ Antonio Raimondi (1826 Mediolan – 1890 San Pedro de Lloc, Peru) wybitny badacz i naukowiec, podróżnik i pisarz pracujący w Peru. W swych dziełach – głównie wielotomowe *El Peru* – opublikował wyniki swej pracy w zakresie geografii, geologii, botaniki i zoologii, etnografii i archeologii kraju. Pamięć jego zasług dla Peru jest zachowana i nadal żywa.

⁵ Jan Sztolcman (1854–1928) – polski zoolog, podróżnik. W latach 1875–1884 prowadził badania naukowe i kolekcjonerskie w Peru i Ekwadorze. Po powrocie do Polski kontynuował pracę naukową w Muzeum Zoologicznym w Warszawie.

o trudach prowadzonej pracy i także, dzięki talentowi pisarskiemu Sztolcmana, o warunkach życia w tym specyficznym regionie. Należy też wspomnieć o ważnej roli, jaką odegrali w życiu Konstantego Jelskiego liczni



Ryc. 3. Odsłonięcie portretu K. Jelskiego w galerii zasłużonych dla Li-meńskiego Towarzystwa Geograficznego w dniu 22 lutego 2015 roku w obecności Pani Ambasador RP w Peru I. Matusz.

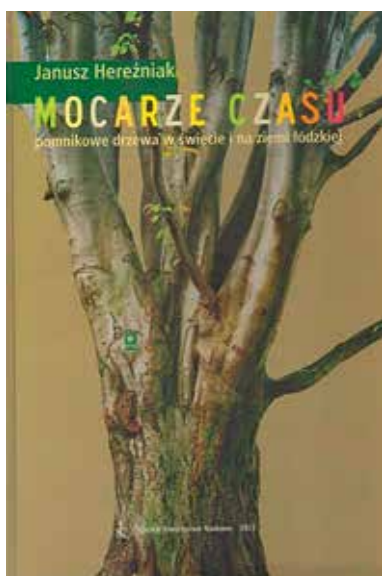
Polacy mieszkający w owym czasie w Limie, z Ernestem Malinowskim i Edwardem Habichem na czele.

W celu uzupełnienia wkładu Jelskiego w zrozumieniu peruwiańskiej różnorodności przyrodniczej, profesor Tarkowski opisał rozległą jego współpracę z przyrodnikami europejskimi i specjalnie z Władysławem Taczanowskim z Gabinetu Zoologicznego w Warszawie. Taczanowski na podstawie eksponatów dostarczanych przez Jelskiego napisał między innymi dwutomowe dzieło *Ornithologie du Pérou*, wydane we Francji w Rennes w 1884 roku.

Na zakończenie podkreślić należy znaczenie pracy Radosława Tarkowskiego dla czytelnika peruwiańskiego, który w dogodny sposób może poszerzyć swą wiedzę na temat geografii, przyrody, ludzi i kultury własnego kraju, działań Konstantego Jelskiego i jego współpracy w powstawaniu fundamentalnego dzieła Antoniego Raimondiego.

Katarzyna Maria Gołuchowska Dunin-Borkowska

Janusz Hereźniak. Mocarze czasu. Pomnikowe drzewa w świecie i na Ziemi Łódzkiej. Łódzkie Towarzystwo Naukowe, 2013, 386 stron, 392 rysunki, w tym 328 kolorowych fotografii i 2 mapy, 8 tabel. Oprawa twarda, format 30,3x21,5 cm, cena 105 PLN. ISBN: 978-83-60655-72-6.



Od zarania dziejów świat roślin nierozzerwalnie spletał się z człowiekiem, z jego egzystencją. Prastare te związki wraz z upływającym czasem stawały się coraz ściślejsze, wielowątkowe i zarazem złożone.

Bo też istnienie roślin – tych niedoścignionych „biochemicznych fabryk” – wraz z ich przeogromną różnorodnością, zabezpieczało człowiekowi rozliczne potrzeby. Szczególną formacją tych związków był i nadal pozostaje las – byt skomplikowany i w swojej strukturze wielopoziomowy, acz w naturalnych warunkach harmonijnie współistniejący. Z lasem – w zależności od warunków klimatycznych – spotykamy się pod postacią zróżnicowanych typów, od borealnej tajgi po równikową dżunglę.

Znaczenie lasu doceniali już starożytni, że przytoczę choćby Pliniusza Starszego, ostrzegającego przed zgubnymi skutkami wylesiania stoków górskich, nazywając las „najwyższym dobrem danym człowiekowi”. Z lasem kojarzymy drzewa, stanowiące jego główny składnik. Ich specyficzne cechy morfologiczne, fenologiczne, biologiczne, a także wielorakie użyteczności, zrodziły więzi, już to w praktycznej codzienności, już to w bogatym życiu emocjonalnym: kontemplacji, obrzędowości ludowej i religijnej, magii, sztuce.

Konkretne i potwierdzone znaczenie drzew w praktyce stawało się najsamprzód przekazywaną rzeczywistością, by z czasem stać się też myślowym tworzywem do wyrażania własności uogólnionej. W ten sposób zapewne powstawały wartości symboliczne – współcześnie zachowane w postaci już tylko relikwowej – w przesądach, przysłowiach czy powiedzeniach. Rodziły się one z prostych obserwacji, a także ze zwyczajnej niewiedzy, jako echo stosowanych dawniej rozmaitych praktyk i wierzeń.

Drzewo i jego odpowiedniki w języku łacińskim (arbor) czy greckim (dendron), znalazły szerokie słowotwórcze i symboliczne zastosowanie w najróżniejszych działach nauki. Wystarczy przywołać takie terminy i pojęcia jak: drzewo genealogiczne, dendryt, dendryty, dendrogram, dendrologia, arboretum. W anatomii człowieka spotkamy nazwy pochodzące od części drzewa, np. pień, gałąź, gałązka. Rozpowszechnioną symboliką obdarzone są też konkretne rodzaje drzew, które uchodziły w różnych kulturach za wyjątkowo ważne, otaczane opieką i czczone jako święte. Wśród nich szczególną rolę odegrały drzewa osobliwe, wyróżniające się ogólnym wyglądem zewnętrznym i długowiecznością. Opisano to w wydanych dotąd książkach zagranicznych autorów, że wymienię kilka znamienych dla tej problematyki tytułów: „Arystokraci drzew”, „Duch drzew”, „Magia drzew”, „Mitologia drzew”, „Mity świętych drzew”, „Symboliczne drzewa”. Z wyglądu drzew wzięły się też powiedzenia „chłop silny jak dąb”, „wielki jak brzoza, a głupi jak koza” i wiele innych.

O wszystkich wspomnianych tu relacjach „człowiek-drzewo” traktuje pierwsza tak wyczerpująca w Polsce książka-album Janusza Hereźniaka, opisując je słowem i zdobiąc fotografiami.

Dlatego ze wszech miar godna jest bliższego scharakteryzowania i tym samym spopularyzowania.

Książkę, jak przystało na monograficzny charakter opracowania, otwiera rozdział poświęcony roli drzew w wierzeniach, nauce i kulturze. Czegoż to w niej nie znajdziemy?! Oprócz zaznaczonej już bogatej symboliki drzew, napotkamy tu co niemiara ciekawych wątków. Możemy więc prześledzić metody określania wieku drzew, w tym np. odkrywcze interpretacje dendroklimatologiczne, które pozwoliły wysoce uprawdopodobnić upadek cywilizacji Majów i Azteków! Możemy też poznać zasadę kalibracji radiowęglowej, która po pewnych perypetiach powraca do łask, chociaż nie może obyć się bez sprzężenia jej z tradycyjną, dendrochronologiczną, polegającą na zliczaniu słoików przyrostów rocznych. Możemy także przeczytać o nowinkach – oczekujących jeszcze na potwierdzenie – które być może zdetrionizują najstarsze na świecie drzewa sosny ościstej (*Pinus aristata*), oceniane na 4 do 5 tysięcy lat. Możliwe więc, że rekord dzierżyć będzie świerk, odkryty niedawno na terenie Skandynawii, którego najstarsze okazy mają mieć ponad 8 tysięcy lat!

Frapującą lekturą są rozdziały opisujące drzewa pamiątkowe, zwłaszcza owiane mgiełką legendy. Autor przytacza dane o najsłynniejszych: „Dębie odpoczynku”, cedrach, oliwkach z Gaju Oliwnego czy długowiecznych polskich dębach: „Napoleonie”,

„Chrobrym”, „Bartku”, „Lechu, Czechu i Rusie” i wielu innych, a także ogółowi nieznanych łódzkich moczarnych dębach: „Kosynierze” i „Fabrykancie”.

Jako pouczający, pełen interesujących detali, jawi się rozdział o najstarszych i najokazalszych drzewach świata, zestawionych tabelarycznie wraz z danymi o wysokości, obwodzie pnia i lokalizacji. Wszystko oczywiście okraszone barwnymi fotografiami uruchamiającymi naszą wyobraźnię.

We fragmencie przywołującym drzewa w sztuce mamy okazję smakować kunszt poetyckiego języka m.in. Kochanowskiego, Krasickiego, Mickiewicza, Słowackiego, Konopnickiej, Broniewskiego, Tuwima, Baczyńskiego, Różewicza, urok cisów wierzchleskich i monumentalność dębów rogalińskich pędzla Wyczółkowskiego, a także dębów i buków Szyszkina.

Zajmująco czyta się historyczny zarys konserwatorskiej ochrony drzew, opowiedziany od jej narodzin. Gratką jest przekonujący wywód uznający świadome użycie w „Panu Tadeuszu” przez naszego Wieszczę pojęcia „pomnik” oraz racjonalne powiązanie go z jego twórcą – Aleksandrem Humboldtem. Lektura tej części zapoznaje czytelnika ze słynnym okazem strączyń parasolowatego – „Zamang” i barwnymi dziejami prastarego dębu Dionizego Paszkiewicza – „Baublisem”. Zainteresowani ochroną drzew znajdą tu porównawcze zestawienie kryteriów ilościowych, pozwalających uznać pojedyncze okazy drzew za pomnikowe, a także wypunktowany zestaw pozostałych koniecznych informacji. W zakończeniu tej części Autor zestawia dane o wybranych drzewach ze statusem pomnika przyrody rosnących w Polsce, ilustrując niektóre z nich także poruszającymi fotografiami z ich życia i kresu...

Nader interesująco przedstawia się rozdział o nietypowym wyglądzie pnia (korowiny), korzeni i korony, słowem o dziwnych i ciekawych formach drzew. Autor już na początku – zapewne celowo – podaje definicję drzewa, by podkreślić, że pozbawione korony, a mówiąc wprost brutalnie oszpecone, co ostatnio widuje się często, z mocy definicji nie może już być nazywane drzewem. Ukazana dalej różnorodność form z opisaniem przyczyn powstania jest iście imponująca. Poznajemy pnie „guzowate”, „czeczowate”, „wałczkowate”, „z gośćmi”, z korowiną „kołnierzykową”, „krezowatą”, a także całą paletę zrostów. Dowiadujemy się też o znajomo brzmiących „bajpasach” i rzadko spotykanych „dusicielach”, ale ... drzewnych!

Kolejny rozdział zawiera dramatyczny raport Autora, uzmysławiający trudne losy drzew zgotowane przez współczesnego człowieka, zwłaszcza widoczne

w aglomeracjach miejskich. Prof. Hereźniak kładzie to na karb ludzkiej buty, samolubstwa i nikłej wiedzy „naszego technokratyczno-liberalnego społeczeństwa”. Poruszające są zilustrowane przykłady obmurywanych, a nawet zacementowanych pni drzew, które giną „śmiercią przez uduszenie”, jak konstatuje Autor. Nie przebiegając w mocnych określeniach mówi o „piekle cywilizacyjnym”, przez jakie przeszło wiele drzew. Wypada tylko przyklasnąć tak zdecydowanej postawie i mieć – oby nie płonąć – nadzieję na rychłą poprawę świadomości i kultury przyrodniczej naszego społeczeństwa, o jaką usilnie prof. Janusz Hereźniak apeluje swoją wspaniałą monografią.

Omawianą książkę zamyka rozdział przedstawiający i wielostronnie analizujący zasobność województwa łódzkiego w drzewa-pomniki przyrody (stąd zapewne podtytuł książki, który jednak po części „regionalizuje” i tym osłabia nadzwyczaj udany, „encykliczny” tytuł). Zawartość tej części kieruje uwagę na niezaprzeczalny fakt istnienia wysokiej korelacji pomiędzy zrozumieniem i akceptacją idei ochrony sędziwych i okazałych drzew, a ich rzeczywistym stanem ilościowym. Autor ukazuje nam nie tylko współczesne zagrożenia, ale i z autopsji przytacza szereg budujących przykładów, mogących przywracać rozmytą dziś wrażliwość na wyższe wartości pomnikowych drzew, niż tylko postrzeganie ich przez pryzmat nowobogackiej wartości handlowo-użytkowej.

Książka została wydrukowana na kredowym papierze i jest bardzo solidnie oprawiona, co – przy sporych gabarytach – jest niezwykle ważne, bo zapewni jej odpowiednią trwałość. Książka imponuje nader bogatym materiałem ilustracyjnym, obejmującym blisko 400 rycin, w tym ponad 320 kolorowych

fotografii. Znakomita ich większość jest wykonana przez Autora dzieła, znanego z fotograficznej pasji i zarazem świetnego warsztatu.

Pięknym gestem jest dedykowanie książki niezapomnianemu profesorowi Januszowi Bogdanowi Fałińskiemu, wybitnemu geobotanikowi, humaniście, organizatorowi badań naukowych, krzewicielowi światłej idei przekształcenia całej Puszczy Białowiejskiej w park narodowy, a prywatnie przyjacielowi Autora.

Wydanie wydawniczej opinii o książce powierzono właściwym, a zarazem skrupulatnym recenzentom – geobotanikowi i zoologowi Romualdowi Olaczko wi oraz leśnikowi i dendrologowi Jerzemu Tumiłowiczowi. Szkoda tylko, że na stronie redakcyjnej pominięto nazwiska opiniodawców, ale błąd ten – *better late than never* – po części naprawiono, umieszczając je w załączonej erracie.

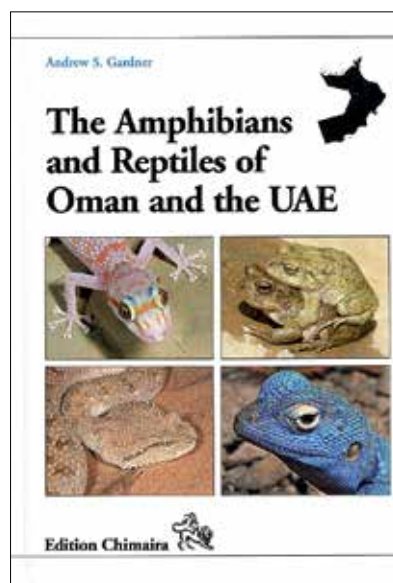
Dzieło tak obszerne, wielowątkowe i naszpikowane ilustracjami nie powstałoby bez wsparcia wielu osób, i to nie tylko z miejscowej Almae Matris, ale także przy udziale całego zastępu przyjaznych ludzi, hojnie obdarowujących Autora różnorodną pomocą. Wdzięczny Autor wymienia ich wszystkich z należytą estymą.

Publikację sfinansował Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Łodzi przy udziale Uniwersytetu Łódzkiego, Wydziału Biologii i Ochrony Środowiska UŁ, Lasów Państwowych, Nadleśnictwa Spały, Międzynarodowego Towarzystwa Uprawy i Ochrony Drzew.

Karol Latowski (Poznań)
e-mail: latowski@amu.edu.pl

Andrew S. Gardner: The Amphibians and Reptiles of Oman and UAE. *Frankfurt Contributions to Natural History* 58, Edition Chimaira, Frankfurt am Main, 2013, ISBN 978-3-89973-1, 342 kol. zdjęcia, ss. 480, cena €98,00.

Herpetofauna Półwyspu Arabskiego jest dość dobrze zbadana, niemniej jednak przewodniki terenowe do oznaczania płazów i gadów nie pojawiają się zbyt często. Z zainteresowaniem więc przeczytałem ciekawą monografię, obejmującą południowo-wschodnią część Półwyspu, to znaczy Oman i Zjednoczone Emiraty Arabskie. Oman o powierzchni 309 500 km² i Zjednoczone Emiraty Arabskie (82,820 km²) stanowią biogeograficzną całość, podzieloną na szereg geograficznych i ekologicznych regionów – góry Hajar na północy i Dhofar na południu, równiny



o egzotycznie brzmiących nazwach, np. Batinah, Sabkhas czy Bar al Hikman oraz pustynie piaszczyste i wyspy w Zatoce Arabskiej. Charakterystyczne siedliska pokazane są na wielu kolorowych zdjęciach. Biota Półwyspu Arabskiego, wraz z Saharą, północną Afryką i Bliskim Wschodem, należy bardziej do afrotropików, niż tradycyjnych regionów zoogeograficznych, jednak w północno-wschodniej części Półwyspu widać wpływy zarówno palearktyczne, afrotropikalne, a nawet indomalajskie, chociaż w tym przypadku może to być związane z introdukcjami (np. *Calotes versicolor*). Szczególnie herpetofauna ma powiązania z pustynnymi regionami Iranu i Pakistanu. Autor w obszernym wstępie przedstawia historię herpetologii, począwszy od pierwszych wypraw osiemnastowiecznych po badania współczesne, a także zagrożenia herpetofauny ze strony człowieka. Ciekawym fragmentem jest też opis śladów, jakie zostawiają węże i jaszczurki na piasku, co można zobaczyć na wielu zdjęciach. Ponadto krótko omawia ukąszenia węży jadowitych i sposoby udzielania pomocy poszkodowanym. W przypadku tej części Półwyspu Arabskiego niebezpieczne są *Bitis arietans*, *Cerastes gasperettii*, *Echis carinatus*, *E. coloratus*, *E. khosatzkii*, *E. omanensis*, *Pseudocerastes persicus* oraz *Naja arabica* i kilka gatunków węży morskich. Główną część książki zajmują opisy poszczególnych gatunków. Nie dziwi fakt, że w tym pustynnym środowisku płazy reprezentowane są jedynie przez dwie ropuchy *Duttaphrynus arabicus* i *D. dhufarensis*, natomiast gady przez ponad 100 gatunków z rodziny Gekkonidae (34), Agamidae (9), Lacertidae (13), Chamaeleonidae (1) Scincidae (7), Varanidae (1), Trogonophidae (1), Typhlopidae (1), Leptotyphlopidae (2), Boidae (1), Colubridae (8), Elapidae (10 wraz z węzami morskimi), Atractaspididae (1), Viperidae (7), Cheloniidae (4) i Dermochelyidae (1). Wszystkie (z nielicznymi wyjątkami) przedstawiono na kolorowych ilustracjach, ponadto dołączone są klucze do oznaczania rodzin i gatunków oraz mapy. W każdym opisie szczególnie rozbudowany jest fragment poświęcony identyfikacji, natomiast w przypadku biologii często ogranicza się do kilku zdań. Jak

widać najliczniejszą grupą gadów są gekony. Ich liczba znacznie się ostatnio powiększyła po opisanu przez Carranzę i Arnolda w 2012 r. 8 nowych gatunków z rodzaju *Hemidactylus*. Na końcu książki znalazły się dwa załączniki, jeden z rysunkami tarczki na głowie jaszczurki i węża, a drugi z listami gatunków Omanu, Zjednoczonych Emiratów Arabskich oraz dodatkowo Kataru. Książka napisana jest bardzo profesjonalnie, chociaż zdarzają się przeoczenia, np. brak *Hydrophis platurus* wśród synonimów *Pelamis platura* (tu jest *Pelamis platurus*). Ponadto autor zalicza węże morskie do rodziny Hydrophiidae, a nie podrodziny Hydrophiinae, co jest powszechnie akceptowane, a także węże z rodzajów *Malpolon* i *Psammophis* do rodziny Colubridae, a nie Psammophiidae lub Psammophiinae w obrębie Lamprophiidae.

W sumie jest to wspaniała monografia i będzie przydatna każdej osobie wyjeżdżającej w ten rejon świata i zainteresowanej herpetofauną.

Piotr Sura

Errata: W poprzednim numerze brakuje informacji, iż autor artykułu „Borneo – nauka latania” (Wszechświat, 2015, 116 (1–3):39–44) przebywał na Borneo w ramach kursu „Tropical Ecology”, prowadzonego na Wydziale Biologii i Nauk o Ziemi Uniwersytetu Jagiellońskiego.



Ryc. Gągoł (*Bucephala clangula*) w dziupli lęgowej. Fot. Cezary Korkosz.

