

WSZECHŚWIAT

PISMO PRZYRODNICZE

Tom 113 Nr 10–12

Październik – Listopad – Grudzień 2012



130 lat Wszechświata

Barwniki w histologii

Zwierzęta – matematycy

Granat – owoc mało znany

Długość naszego życia

Planety Wolszczana

*Obrazowanie metodą rezonansu
magnetycznego*

Nobel 2012 z fizjologii/medycyny

ISSN 0043-9592



9 770043 959009 >

*L*is (*Vulpes vulpes*). Fot. Cezary Korkosz.



WSZECHŚWIAT

Z POLSKIMI PRZYRODNIKAMI OD 3 KWIETNIA 1882

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

Treść zeszytu 10–12 (2586–2588)

ARTYKUŁY

Jerzy Vetulani, <i>Wszechświat</i> ma 130 lat	255
Ewa Bres, Kariera barwników w histologii	260
Jerzy Andrzej Chmurzyński, Zwierzęta-„matematycy” – fakty, rozważania	267
Michał Gocyla, Komputerowe symulacje ewolucji	278
Roman Karczmarczyk, Granat – owoc mało nam znany	282
Bohdan Achremowicz, Od czego zależy długość naszego życia?	285
Marek S. Żbik, Planety pozasłonecznych układów planetarnych; planety Wolszczana	289
Paweł Pęczkowski, Podstawy fizyczne i historia obrazowania metodą rezonansu magnetycznego	292

ARTYKUŁY INFORMACYJNE

Krzysztof R. Mazurski, Park Narodowy Semien (Etiopia)	302
Krzysztof R. Mazurski, Złoty jubileusz KRNaP	306
Józef Dulak, Z ostatniej chwili... Nagroda Nobla 2012 z fizjologii lub medycyny	309

DROBIAZGI

Kolczasta spiżarnia, Anna Gał, Marek Guzik	311
Niezwykły przypadek gnieźdzenia się kopcuszka <i>Phoenicurus ochruros</i> w warunkach synantropijnych, Kinga Sałat, Jadwiga Witalis, Robert Gwiazda	312
Inny na swój sposób..., Maria Olszowska	313

WSZECHŚWIAT PRZED 100 LATY

Jerzy Vetulani, <i>Wszechświat</i> przed 100 laty	314
---	-----

OBRAZKI

Maria Olszowska, Widziane z okna	324
--	-----

KRONIKA

VII Międzynarodowe Sympozjum Ekologii Łosia (Joanna Gerc, Magdalena Niedziałkowska)	328
---	-----

SYLWETKI WIELKICH UCZONYCH

Włodzimierz Korohoda, W stulecie śmierci wielkiego uczonego przyrodnika	330
---	-----

RECENZJE KSIĄŻEK

Magdalena Mularczyk, <i>Historia Ogrodu Botanicznego Uniwersytetu Wrocławskiego, część 2: 1945–2010.</i> (Roman Karczmarczyk)	333
Adam Wajrak. 2012. <i>Przewodnik prawdziwych tropicieli – LATO.</i> (A. Homa)	335
Holger Vetter: <i>Turtles of the World Vol. 1: Africa, Europe and Western Asia/Schildkröten der Welt Band 1: Afrika, Europa und Westasien</i> , 2nd ed. TERRALOG 1. (Piotr Sura)	336

Okladka:

Zima w mieście, Gdańsk. Fot. Alicja Bryszewska.

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

Cena zeszytu począwszy od nr 1–3 2012 r. wynosi 12 zł. Cena zeszytu z roku 2011 i z dwóch poprzednich lat wynosi 9 zł, zeszytów z lat 2000–2008 – 2 zł, pozostałych – 1 zł, w miarę posiadanych zapasów.

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

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

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

Ten numer *Wszechświata* powstał dzięki finansowej pomocy:

- Akademii Górniczo-Hutniczej
- Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego
 - Polskiej Akademii Umiejętności
 - Open Society Foundations



Global Drug Policy program

Rada Redakcyjna
Przewodniczący: Irena Nalepa
Z-cy Przewodniczącej: Ryszard Tadeusiewicz, Jerzy Vetulani
Sekretarz Rady: Stanisław Knutelski
Członkowie: Wincenty Kilarski, Michał Kozakiewicz, Elżbieta Pyza, Marek Sanak, January Weiner, Bronisław W. Wołoszyn

Komitety redakcyjne
Redaktor Naczelny: Maria Śmiałowska
Z-ca Redaktora Naczelnego: Barbara Płytycz
Sekretarz Redakcji: Alicja Firlejczyk
Członek Redakcji: Barbara Morawska-Nowak

Adres Redakcji
Redakcja Pisma Przyrodniczego *Wszechświat*
31-118 Kraków, ul. Podwale 1, tel. 12 422 29 24
**e-mail: wszechswiat.smialo@onet.pl,
www.wszechswiat.ptpk.org**

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

Projekt i skład
Artur Brożonowicz, www.frontart.pl

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

Nakład 700 egz.



PISMO POLSKIEGO TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA

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

TOM 113
ROK 130

PAŹDZIERNIK – LISTOPAD – GRUDZIEŃ 2012

ZESZYT 10–12
2586–2588

WSZECHŚWIAT MA 130 LAT!

Jerzy Vetulani (Kraków)

Ponad 130 lat temu, 3 kwietnia 1882 r., ukazał się w Warszawie pierwszy z 2588. dotychczas wydanych zeszytów *Wszechświata*. Założony został w roku śmierci Darwina. *Wszechświat* powstał dzięki wysiłkom grupy przyrodników związanych z warszawską Szkołą Główną. Była to grupa, którą dzisiaj określilibyśmy jako rewolucjonistów i patriotów. W okresie, w którym przeczały się ideologiczne spory, związane głównie z teorią ewolucji, a w biologii, geologii i innych dziedzinach nauk przyrodniczych podejścia naukowe mieszały się z przesądami, stali oni konsekwentnie na stanowisku, że rzetelna, pozbawiona przesądów wiedza jest konieczna dla społeczeństwa, a w szczególności dla społeczeństwa polskiego, które mimo rozdarcia pomiędzy trzy zabory wykazywało zdumiewającą jednolitość kulturową. Chyba niewielu z grona założycieli *Wszechświata* sądziło, że dotrwa on do XXI wieku, ci jednak, którzy w to wierzyli, mieli prawo przypuszczać, że będzie on wydawany regularnie, co niedzielę trafiając do rąk prenumeratorów w całej Polsce, nawet jeżeli nie było wiadomo, kiedy odzyska ona niepodległość.

Jakież cele stawiało sobie nowopowstałe czasopismo popularnonaukowe? Pierwszy redaktor naczelny *Wszechświata*, Bronisław Znatowicz,

chemik i fizjograf, wierząc w konieczność stosowania metod naukowych dla poznania przyrody, tak oto pisał w pierwszym numerze swojego tygodnika¹:

W rzeczy samej, u stóp niebotycznej góry nauki, ludzkość tworzyła sobie idealne, na domysłach i wyobraźni oparte poglądy na wszechświat. Obejmowała niemi całą naturę, tłumacząc najczęściej rzeczy nieznanne przez niewiadome, w przekonaniu, że rozumie i siebie sama i naturę. Trzeba było wielu stuleci (...) żeby наконец ludzkość spostrzedz mogła, iż ze szczytów na które ją wzniosły skrzydła wyobraźni Demokrytów i Platonów, należy jej powrócić do podnóża. Tam dopiero, za przewodników wzięwszy obserwację i doświadczenie, należy rozpocząć mozolną wędrówkę od szczegółu do szczegółu, aby z ich zebrania i porównania wysnuwać ogólniejsze wnioski (...) Starożytność tchem jednym pragnęła wychylić do dna bezbrzeżny ocean wiedzy, czasy dzisiejsze wyczerpują go po kropli, ale miljonem ust łaknących. Do tej pracy wezwani są wszyscy i wszyscy, najmniej si nawet potrzebni.

(...) Zapoznanie się z nawet najdrobniejszą częstką wszechświata musi przynieść bezpośrednie materyjalne lub moralne zyski. W tem

znaczeniu i my, bez przeceniania sił naszych, możemy wiele uczynić, jeżeli już nie na drodze wykrywania prawdy, to przynajmniej przez jej poznawanie i rozpowszechnianie.

Wszechświat powstawał i rozwijał się nie bez kłopotów, które były trojakiego rodzaju – cenzura, autorzy i pieniądze. Przez wiele lat, do roku 1906, na każdym zeszytce była notatka „Dozwoleno cenzuruju”, a cenzura sprawdzała, czy *Wszechświat* ogranicza się wyłącznie do relacji z badań naukowych. Długo trwało, zanim cenzura nie zniknęła i wróciła dopiero w latach 1945–1989, o czym świadczyły niewielkie kody identyfikujące cenzora z ulicy Basztowej, takie jak L-35, k-28 itp. PRL-owska cenzura za czasów mojego redagowania czasopisma, w stanie wojennym i po nim, skreślała niewiele (np. z życiorysu prof. Kaweckiego fakt, że był on wywieziony na Syberię), ale w czasach stalinowskich było gorzej.

W pierwszym, noworocznym numerze *Wszechświata* z 1899 roku czytamy radosną notę redakcyjną o zniesieniu części restrykcji, a równocześnie wykorzystującą nową sytuację do apelu do polskich wybitnych uczonych o współpracę ze *Wszechświatem*:

Osiemnasty rok istnienia pismo nasze rozpoczyna pod zmienionymi nieco wróżbami. Wskutek bowiem świeżo pozyskanego zezwolenia władzy, *Wszechświat* ma prawo bardzo znacznie rozszerzyć granice swej działalności piśmienniczej. Odtąd już nie jesteśmy zmuszeni zamykać się wyłącznie w ciasnych ramach mniej lub więcej popularnie opracowanych rozdziałów z fizyki, chemii i nauk przyrodniczych, ale z równą swobodą dotykać możemy wszystkich kwestyj, które z naukami przyrodniczymi w bliższym lub dalszym znajdują się związku, możemy zwracać się do wszystkich nauk, które opierają się na wiedzy o przyrodzie, i wogóle – czerpać ze źródeł daleko rozmaitszych niż poprzednio. Co jednak dla nas ważniejsze – droga inicjatywy została przed nami otwarta w sposób zupełnie dla nas dawniej niedostępny, gdyż, przez wprowadzenie odpowiednich działów, mamy obecnie możliwość informowania czytelników o stanie nauk przyrodniczych u nas i gdzieindziej, dzisiaj i w przeszłości, o ich zadaniach i metodach badania oraz wykładu, o potrzebach naszych w tym kierunku i o sposobach zaradzania brakom.

Dzisiejsza odezwa nasza jest listem otwartym do wszystkich, których kierunek pracy upoważnia do zabrania głosu w sprawie szerzenia nauki. Jest z głębi serca płynącą i najbardziej nalegającą prośbą: Pomóżcie nam, uczynicie swem staraniem, żeby *Wszechświat* stał się prawdziwym ogniskiem naukowości naszej w dziale nauk przyrodniczych,

Wy, zasłużoną sławą okryci przewodnicy, których imiona ze czcią wpisują do swej księgi dzieje nauki polskiej, nie poskąpcie skromnemu tygodnikowi okruszyn ze stołu, karmiącego rzesze uczniów waszych.

Wy, których skrzętną działalnością wrą i kwitną pracownie naukowe wszystkich krajów świata, którzy przebiegacie całą kulę ziemską z myślą badawczą, z cyrklem inżyniera, puszką botanika, młotem geologa, czy dragą oceanografa, pod biegunem czy pod zwrotnikami pamiętajcie, że są i w kraju rodzinnym umysły spragnione wieści o waszych pracach i zasługach, a zdolne do oceny waszych zdobyczy i pochłubienia się braterstwem krwi z wami.

Wy wszyscy, którym losy nie odmówiły możliwości wykształcenia się w naukach przyrodniczych, którzy w ciszy waszych gabinetów przemysłowców nad szczegółami nauki lub obszarami jej zadań, podzielcie się myślą waszą z ogółem za pośrednictwem *Wszechświata*.

Efekty nie były złe. Wśród wybitnych uczonych bardzo ciekawe artykuły nadsyłała z Paryża Maria Skłodowska-Curie. A jakby z drugiej strony pisali do *Wszechświata* zesłańcy z Syberii, wśród nich Maksymilian Horwitz, który mniej znany był jako doktorant uniwersytetu w Gandawie, a bardziej jako jeden z ważniejszych postaci w KPP. Wcześniej było gorzej. Zamykając drugi rok istnienia pisma Znatowicz zauważa:

W krajach zachodnich współpracownikami pism naukowo-popularnych są najpierwsze siły naukowe, prawdziwi przewodnicy nauki, członkowie akademii i uniwersytetów, niewahający się w liczbie swoich obowiązków naznaczać ważne miejsca zapoznawaniu szerokich kół publiczności z najnowszymi postępami wiedzy, które w przeważnej części są ich własnym dziełem (...) U nas inaczej. Przedstawiciele naukowości polskiej, z żalem zaznaczyć to musimy, w bardzo

niewielkiej tylko liczbie swemi podpisami ozdabiają karty Wszechświata.

Nie jednak cenzura ani brak polskich autorów (*Wszechświat* zamieszczał prawie błyskawicznie tłumaczenia prac wybitnych uczonych europejskich i amerykańskich, i prawdę mówiąc były one pisane przez uczonych i myślicieli większego kalibru niż większość polskich przyrodników), ale problemy finansowe stanowiły najbardziej realne zagrożenie dla bytu *Wszechświata*. Towarzyszyły mu one od początków – czasopismo było prywatną inicjatywą i w zasadzie utrzymywało się z prenumeraty (w Warszawie rs 6, na Prowincyi rs 7 kop. 20, w Cesarstwie austriackim 10 złr, w Cesarstwie niemieckiem 20 Rmrk). Dochody z tego źródła nie były jednak wystarczające i czasem nie starczały na druk. W 1905 roku Redakcja skarży się:

Całomiesięcznej przerwy w wychodzeniu Wszechświata nie możemy pozostawić bez usprawiedliwienia. Czytelnicy wybaczyć nam zechcą, jeżeli to usprawiedliwienie — wbrew naszej woli — w niektórych punktach przemienić się może w akt oskarżenia, trudno bowiem panować nad słowem, kiedy się czuje żal i smutek, a jeszcze trudniej widzieć fakty w innem świetle, aniżeli one się przedstawiają po bezstronnem a trzeźwem zbadaniu.

Dla nikogo nie jest tajemnicą, że Wszechświat narówni ze wszystkimi robotami naukowymi nie cieszył się nigdy łaskami szerokiej publiczności. Z wysiłkiem żyjąc z dnia na dzień, zdobywał sobie minimalne środki pieniężne na bieżące potrzeby, ale marzyć nawet nie mógł o jakimś odkładaniu na czarną godzinę. Łudził się tylko, że ta skromna garsteczka kilkuset prenumeratorów, dla której pracował, jak umiał stanowi grono osób istotnie przekonanych o potrzebie pisma przyrodniczego dla narodu, liczącego się na dwadzieścia milionów i roszczonego sobie niemalą pretensję do kulturalności. Niestety, pierwszy podmuch wiatru, przeciwnego cichej, a systematycznej pracy, rozwiął te złudzenia. Przyszedł czas wyłącznego zajęcia jaskrawemi sprawami chwili bieżącej, czas brzmiących, choć najczęściej pustych sporów o rzeczy mało lub wcale nierozumiane — i oto odwróciły się umysły od najważniejszych nawet zadań, o ile one nie miały wyłącznego charakteru zadań bieżących. Dziwnem jest to, że wśród tylu

głosów, które, zdawałoby się, najwszechstronniej rozbierają i objaśniają zadania, stojące dzisiaj otworem przed nami, nie słyhać jakoś dotąd nawoływań do ustrzeżenia od zagłady tych słabych może, lecz bądź co bądź istniejących początków naukowości polskiej, dla których w dotychczasowych naszych warunkach ciasną, lecz prawie jedyną ostoją były czasopisma naukowe.

Jakkolwiek nauka z polityką nie ma nic wspólnego, rozumielibyśmy dobrze, gdyby krytyka wystąpiła z zarzutami przeciw Wszechświatowi, że wobec rozbudzenia dbałości o nasze własne sprawy krajowe za mało wykazuje czujności w tym kierunku. Cieszylibyśmy się bardzo, gdyby od współpracowników naszych, czy osób dalszych, napływały wskazówki, co w danej chwili można uczynić lub zapoczątkować u nas na polu nauk przyrodniczych, w sprawie ich nauczania, gromadzenia pomocy naukowych, albo badania kraju. Wszakże jedną z głównych części składowych naszego ruchu wyzwolenczego było i jest dotychczas dążenie, do stworzenia szkolnictwa narodowego. Co więcej — wszakże bardzo silnie uwydatniła się konieczność wprowadzenia nauk przyrodniczych do programów nauczania..

Ostatecznie postąpiono z nami w sposób ze wszystkich najprostszy: zapomniano o naszym istnieniu. W chwili, kiedy zwykły rozsądek kazałby wszelkimi siłami podtrzymać te organy, których umiejętna chęć służenia sprawie ogólnej jest wypróbowana, pismom naukowym polskim zamknięto możliwość istnienia, odmawiając ich prenumeraty. Nasze pismo w początku roku bieżącego straciło więcej niż trzecią część ze zwykłej liczby prenumeratorów. Wszechświat znalazł się nad samym brzegiem przepaści. Ostatnim nakoniec ciosem dla zachwianego wydawnictwa, było nagle i bezwzględne żądanie wypłaty sumy stosunkowo niewielkiej, ale której na razie nie mogliśmy uiścić. To żądanie sprawiło, że przerwać musieliśmy druk Wszechświata z dnia na dzień, nie mając nawet możliwości uprzedzenia o tem czytelników.

Wychodząc jednak z założenia, że niema takich trudności, któreby uwalniać mogły od spełnienia przyjętych zobowiązań, redakcja nasza poczyniła zabiegi, żeby Wszechświat doprowadzić do końca roku bieżącego bez uszczerbku dla prenumeratorów. Podejmując z dniem dzisiejszym druk naszego

pisma nanowo, zawiadamiamy czytelników, że wydawać je będziemy co tydzień w zeszytach powiększonych, dopóki nie pokryjemy strat w objętości pisma spowodowanych przez przerwę.

Ta skarga przyniosła pewne efekty, a z pomocą, podobnie jak wiek później, pierwsza nadbiegła Akademia Umiejętności:

Wszechświat rozpoczyna swój tom dwudziesty szósty pod wróżbami, jeżeli nie lepszymi stanowczo, to przynajmniej nie tak zastraszającymi, jak bywało dotychczas. Przedewszystkiem raz jeszcze z chlubą i radością przypomina w tej chwili te zaszczytne dla niego i wyjątkowo życzliwe zabiegi, których wyrazem była odezwa, podpisana przez wszystkich członków Wydziału Matematyczno-Przyrodniczego Akademii Umiejętności w Krakowie, zwrócona do całego wykształconego ogółu polskiego i przedrukowana w bardzo wielu organach naszej prasy. Odezwa ta niezmiernie podniosła nas na duchu, pozwalając wierzyć, że jednak praca nasza musi mieć jakieś znaczenie, musi być dla kogoś przydatna i pożądana, kiedy za jej przedłużeniem odzywają się głosy tak bardzo poważne i budzą tak szerokie echa. I oprócz tego objawu uznania dla naszej roboty otrzymaliśmy z wielu stron mniej głośnie lecz nie mniej dla nas mile dowody, że jest u nas niemało ludzi bardzo życzliwych sprawom nauki i jej rozwój uważających za pierwszorzędną sprawę narodową, którzy na Wszechświat patrzą jako na ważną w tym względzie placówkę.

Z drugiej strony staje się rzeczą coraz bardziej widoczną, że czasy obecne, w ogóle tak pełne zamętu i niepokoju, dla oświaty u nas, a w szczególności — dla nauk ścisłych i przyrodniczych mogą stać się początkiem nowego, pomyślniejszego okresu. Wprowadzenie tych nauk do programów szkolnych, skierowanie ku nim umysłów młodzieży jest na porządku dziennym, a jakkolwiek praca pospieszna, nieraz dorywcza może, około reformy naszego wykształcenia, jaka z konieczności praktykuje się dzisiaj, nie zawsze prowadzi sprawę od razu na drogi najważniejsze, spodziewać się można, że raz rzucone nasiona wzejść muszą w niedalekiej przyszłości.

Taka jest bowiem właściwość wszelkiego ziarna zdrowego, że minimum warunków jego rozwoju

wystarczy, aby wydało młodą roślinkę, a już rzecz, jest pilnego ogrodnika, żeby młody pęd rozrósł się i rozwinął jaknajokazalej. Dotychczas położenie było takie, że ani nasion rzucać, ani, tembardziej, czuwać nad wzrostem i rozwojem pędów nie było nam wolno.

Otóż dwie powyższe okoliczności: zwrócenie uwagi na dotychczasową działalność Wszechświata, jakkolwiek z konieczności mało doniosłą, nierówną i skrzepowaną, oraz wzmocnienie stanowiska nauk przyrodniczych w kraju, dodają nam otuchy i wiary w przyszłość naszą.

Losy Wszechświata w ciągu 130 lat jego istnienia nie układały się harmonijnie, ale mimo politycznych turbulencji, w czasie których Wszechświat przechodził w stan życia utajonego, wydano 113 roczników. Przepadły lata obu wojen światowych. Po pierwszej Wszechświat wznowiono jako nieregularny miesięcznik w roku 1927., a lepsze czasy nastały w 1930 roku, kiedy patronat nad Wszechświatem objęło Towarzystwo Kopernika. Jednak kłopoty finansowe powodują, że nigdy w ciągu roku nie udało się wydać 12 numerów, a ostatni z tego okresu ukazał się w maju 1939 r. II wojna światowa to znów przerwa, ale w dwa miesiące po wyzwoleniu Krakowa, grupa tam się znajdujących członków Zarządu Głównego PTP im. Kopernika, rozpoczęła prace nad wznowieniem pisma, którego pierwszy numer ukazał się we wrześniu 1945.

Czasy PRL-u były czasami zmieniających się redaktorów, zmieniającej się polityki. Po pierwszych trzech wybitnych redaktorach naczelnych – Dezyderym Szymkiewicz, Zygmuncie Grodzińskim i Franciszku Górskim, Wszechświat i PTP im. Kopernika przechwyciło Towarzystwo Przyrodników Marksistów, a redakcję objął Stanisław Skowron. Kiedy minął okres „błędów i wypaczeń” i na swoje miejsce, czyli śmietnik odeszły koncepcje biologii marksistowsko-stalinowskiej, Wszechświat powrócił do normalności. Jedno, co trzeba przyznać – okres PRL-u był okresem stabilizacji finansowej. Po Skowronie redakcję objął Kazimierz Maślankiewicz, który prowadził Wszechświat do swojej śmierci w 1981 roku. Wówczas profesor Henryk Szarski zaproponował mi stanowisko Redaktora Naczelnego. I właśnie wówczas Wszechświat znów zderzył się z historią: w pięć dni po powołaniu mnie na stanowisko

Redaktora Naczelnego ogłoszono stan wojenny, a wydawanie *Wszechświata* zawieszono. Tymczasem zaraz po wejściu do Redakcji i oglądnięciu starych roczników zorientowałem się, że w roku 1982, w marcu, *Wszechświat* obchodzi setne urodziny. Dziewięć miesięcy, jakie dał mi okres zawieszenia, pozwoliło na podjęcie kilku niezbędnych działań związanych z tą okazją, a trwałym akcentem stało się utworzenie kolumny „*Wszechświat* przed stu laty”, na której, zachowując oryginalną pisownię, drukowano co ciekawsze stuletnie materiały, dokładnie pilnując chronologii.

Po 1989 roku nastąpiły dla *Wszechświata* czasy dobre, ale trudne. Zniknęło regularne finansowanie. Dotacje z ministerstwa wystarczały tylko na ćwierć rocznika. Zaczął się okres pozyskiwania przyjaciół. Jak przed wiekiem pomocną rękę podała Polska Akademia Umiejętności i jej Sekretarz Generalny, profesor Jerzy Wyrozumski. Wkrótce do grona stałych sponsorów dołączyła Akademia Górniczo-Hutnicza, dzięki jej rektorowi, profesorowi Ryszardowi Tadeusiewiczowi.

Mimo kłopotów *Wszechświat* zmienił korzystnie swoją formę. Zyskał kolor, znaczne podniosła się atrakcyjność fotografii, a przejście na wydawanie w cyklu kwartalnym (z zachowaniem numeracji miesięcznej) pozwoliło drukować większe materiały.

Po moim odejściu po 21 latach *Wszechświat* dostał się w kompetentne ręce profesora Jacka Rajchela, a po jego rezygnacji w roku 2011 prowadzi go profesor Maria Śmiałowska. Ta sekwencja redaktorów naczelnych, biologów na przemian z geologami, zapewnia *Wszechświatowi* jego tradycyjną a wyjątkową pozycję, jako czasopisma równomiernie popularyzującego wiedzę o przyrodzie ożywionej i nieożywionej.

Czy obecny *Wszechświat* czyni to, do czego został powołany – czy niesie szeroką wiedzę

przyrodniczą dla ogółu? Wydaje się, że tak. Stając się w roku 2005 organizacją użytku publicznego *Wszechświat* działa jeszcze intensywniej, aby przynosić pożytek społeczny. Jedną z dróg jest wprowadzona przez profesora Rajchela organizacja konkursów. W roku 2003 *Wszechświat* zorganizował konkurs dla najmłodszych czytelników „Dokarmiamy ptaki zimą” oraz konkurs o nagrodę JM Rektora AGH „na krótki, oryginalny i ciekawy artykuł popularyzujący tematykę przyrodniczą”. W następnym roku ogłosił konkurs na najlepszy artykuł popularno-naukowy dla doktorantów o Nagrodę Prezesa Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika, i konkurs ten jest ogłaszany corocznie. W roku 2005, przy współudziale kilku instytucji Redakcja ogłosiła konkurs fotograficzny „Przyroda w Krakowie”, a w następnym roku znów konkurs „Pomagamy Ptakom”. Wydawane są też różne zeszyty tematyczne, a od roku 2002 każdy marcowy numer *Wszechświata* jest poświęcony „Tygodniowi Mózgu w Krakowie”.

Kończąc te uwagi na 130-lecie zacytuję jeszcze raz Bronisława Znatowicza, który w numerze otwierającym rok 1900 pisał:

W tej chwili, kiedy zmieniają się stulecia, niech nam, będzie wolno złożyć życzenia całemu ogółowi: Pragniemy oto, żeby między piastunami myśli naukowej a resztą społeczeństwa zapanowało porozumienie się zupełne i dążenie do najdoskonalszego wzajemnego zrozumienia; żeby ogół zaczął wierzyć w dostojność posłannictwa ludzi naukowych i w ich znaczenie dla istotnego ucłowieczenia ludzkości; przedewszystkiem zaś, — żeby nasz ogół nauczył się odróżniać głosy fałszywych i samozwańczych rzeczników wyłącznego panowania materii.

Do tych życzeń po 112 latach dołączmy się całym sercem.

¹ Zachowujemy oryginalną pisownię starych tekstów.

KARIERA BARWNIKÓW W HISTOLOGII

Ewa Bres (Kraków)

Trudno sobie wyobrazić czasy kiedy badacze, chcąc opisać widoczne pod mikroskopem niewybarwione obiekty, musieli wykazać się niezwykłą pomysłowością, cierpliwością i doskonałym wzrokiem. Początkowo przedmiotem ich badań była topografia tkanek i budowa narządów organizmów żywych. W kolejnych latach zainteresowanie badaczy koncentrowało się na procesach metabolicznych, funkcjach komórek i tkanek oraz budujących je cząsteczkach, takich jak specyficzne białka, wielocukry i lipidy. Jednocześnie naukowcy stosowali coraz doskonalsze techniki i aparaturę badawczą. Niezależnie jednak od tego, jak zmieniały się cele badawcze i narzędzia, barwniki są niezmiennie integralną częścią badań w histologii – nauki o budowie i funkcjonowaniu tkanek.

Każdy czytelnik zainteresowany rozwojem nauki na pewno zadawał sobie pytanie, jak przebiegały początki stosowania barwników histologicznych i jakich informacji dostarczały one na temat topografii i budowy tkanek. Spróbujmy zatem prześledzić pokrótce historię barwników i przedstawić kilka najpopularniejszych technik barwień.

Początki barwień histologicznych i ich rozwój

Niektóre barwniki stosowane były już w starożytności do barwienia tekstyliów. Były to głównie barwniki naturalne – chlorofile, karotenoidy i antocyjany uzyskiwane poprzez gotowanie świeżych bądź suchych liści, korzeni, nasion i owoców roślin oraz koszenila – uzyskiwana poprzez gotowanie i wysuszenie na słońcu larw owadów – czerwców polskich (*Porphyrophora polonica*) oraz czerwców kaktusowych (*Dactylopius coccus*). Praktyczne wykorzystanie barwników do celów przemysłowych datuje się na okres średniowiecza, natomiast ich stosowanie do badań w naukach biologicznych zaczyna się w XVII wieku.

Rzeczony histologii zapoczątkowany został wraz z wynalezieniem mikroskopu. Pierwszy mikroskop, skonstruowany w XVI wieku w Holandii, nie zdobył uznania z powodu niewielkich powiększeń (10x). Przełomem w mikroskopii okazało się zastosowanie przez Brytyjczyka Roberta Hooke'a (1635–1703) w 1665 roku soczewki, dzięki czemu możliwe stało się kształtowanie wiązki światła i uzyskanie lepszej jakości obrazu. Dalsze ulepszenie mikroskopu przez Holendra Antoniego van Leeuwenhoek (1632–1723)

pozwoiliło na obserwację niewybarwionych i niewymagających specjalnej obróbki małych obiektów żywych, takich jak rośliny, wodne mikroorganizmy, a także włosy i sierść ssaków w większym powiększeniu. Antoni van Leeuwenhoek uznawany jest nie tylko za ojca mikroskopii, ale także za pierwszego, który zaobserwował pod mikroskopem żywe komórki glonu z rodzaju *Spirogyra*, a także rzetelnie opisał ludzkie plemniki oraz erytrocyty. Van Leeuwenhoek w swych listach do Towarzystwa Królewskiego w Londynie (ang. *Royal Society of London*) opisuje użycie sproszkowanego szafranu zmieszanego z winem do lepszego uwidocznienia preparatów włókien mięśniowych pochodzących m. in. od krowy utuczonej i chudej. Listy te zawierają zatem informację o jednych z pierwszych udokumentowanych zastosowaniach barwnika do wybarwienia tkanek kręgowców.

Począwszy od drugiej połowy XVIII wieku badacze wybarwiali głównie tkanki roślinne ze względu na sztywność ich ścian komórkowych, mimo że występujące w komórkach roślinnych organelle, takie jak jądra komórkowe, chloroplasty i wakuole są stosunkowo dobrze widoczne pod mikroskopem bez specjalnego wybarwienia.

W 1839 roku niemieccy badacze Teodor Schwann (1810–1882), Matthias J. Schleiden (1804–1881) oraz Robert Remak (1815–1865) sformułowali komórkową teorię budowy organizmów żywych. Przedstawiła ona niezwykle zróżnicowanie struktur biologicznych i skłoniła badaczy do poszukiwania przyczyn obserwowanej różnorodności. Od 1850 roku powszechną praktyką stało się wykorzystywanie technik barwienia w mikroskopii, a niemiecki uczony Joseph von Gerlach (1820–1896) w swej pracy o działaniu karminu na tkankę nerwową zwrócił szczególną uwagę na użyteczność barwienia tkanek w histologii i zachęcił wielu niemieckich badaczy do korzystania z barwników.

W drugiej połowie XIX wieku zaczęto na większą skalę produkować i stosować barwniki. Wprowadzono nowe barwniki pochodzenia naturalnego, np. hematoksylinę, alizarynę czy safraninę, jak również barwniki sztuczne syntetyzowane z aniliny. Mieszano różne barwniki i odkrywano dla nich coraz to nowe zastosowania.

Na przełomie XIX i XX wieku na zwiększenie zainteresowania histologią bez wątpienia wpływ miały badania hiszpańskiego patologa, laureata nagrody

Nobla, Santiago Ramón y Cajal (1852–1934). Jest on uznawany za ojca neurobiologii, pioniera badań nad anatomią centralnego i obwodowego układu nerwowego. Jego niebywale dokładne rysunki komórek nerwowych i innych związanych z nimi komórek (m.in. komórek neurogleju, komórek Schwanna) są wykorzystywane po dziś dzień w szkołach i na uczelniach jako materiały dydaktyczne.

Różnice w specyfice, jakości i kolorze barwników wytwarzanych w Europie i Stanach Zjednoczonych uświadomiły badaczom na początku XX wieku jak bardzo potrzebna była standaryzacja procedur produkcji barwników. Temat ten stał się przedmiotem dwóch konferencji, które skupiły kilkunastu czołowych naukowców, a w 1922 roku powołano tzw. Komisję ds. Standaryzacji Barwników Biologicznych (ang. *Commission on the Standardization of Biological Stains*), funkcjonującą po dziś dzień w USA.

Dalszy rozwój nauk chemicznych w XX wieku i lepsze zrozumienie reakcji chemicznych zachodzących w czasie barwienia tkanek uświadomiły naukowcom, jak wiele informacji można uzyskać dzięki różnicującemu wybarwianiu preparatów mikroskopowych tkanek (ryc. 1, 2).



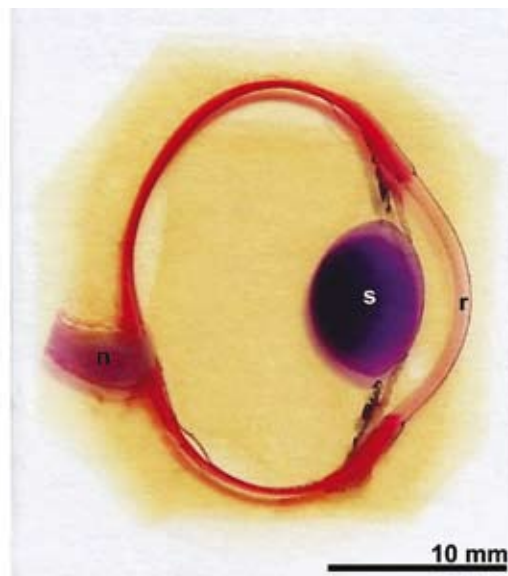
Ryc. 1. Preparat mikroskopowy z 1908 roku, ze zbiorów Zakładu Anatomii Porównawczej UJ. Bydło domowe (*Bos taurus*), przekrój poprzeczny przez układ pokarmowy, w – wątroba, t – trzustka, j – jelito. Fot. Dagmara Podkowa.

Barwienia histologiczne obecnie

Współcześnie stosowane techniki histologiczne opracowywane zostały dla tkanek kręgowców, ponieważ – w odróżnieniu od tkanek roślinnych – poszczególne organelle komórek kręgowców, takie jak jądra komórkowe czy składniki cytoplazmy, oglądane przy użyciu mikroskopii świetlnej bez zastosowania odpowiednich barwników pozostają niezróżnicowane.

Obecnie przedmiotem badań są zarówno tkanki roślinne jak i zwierzęce i w obu przypadkach ważny jest odpowiedni dobór techniki barwienia. Zależy on zarówno od typu analizowanej cząsteczki (białka, wielocukry, lipidy), jak i poziomu szczegółowości badań (mikroskopia świetlna, mikroskopia elektronowa). Przed przystąpieniem do procesu barwienia istotne jest odpowiednie przygotowanie tkanki. Najpierw tkankę należy utrwalić w utrwalaczu, który pozwala

na zachowanie struktury tkanki możliwie najbardziej zbliżonej do jej naturalnej struktury. Najpowszechniejsze utrwalacze to alkohol etylowy i metylowy,



Ryc. 2. Oko świni. Preparat mikroskopowy zatopiony w celoidynie, wykonany w 1930 roku (ze zbiorów Zakładu Anatomii Porównawczej UJ), n – nerw wzrokowy, r – rogówka, s – soczewka. Fot. Dagmara Podkowa.

kwasy octowy i pikrynowy, formaldehyd i glutaraldehyd. Najprostszym sposobem utrwalenia jest zanurzenie tkanki w utrwalaczu na określony czas, w ciągu którego grupy chemiczne utrwalacza usztywniają tkankę w różny sposób. Alkohole i większość kwasów powodują denaturację i wytrącenie się białek, natomiast utrwalacze aldehydowe wytwarzają wiązania krzyżowe wzmacniając dodatkowo strukturę tkanki. Utrwalone tkanki należy zatopić w odpowiednim do krojenia medium, np. parafinie, celoidynie, żelatynie czy żywicach (ryc. 3). Utwardzenie i zatopienie tkanki pozwala na pokrojenie jej na odpowiednio cienkie skrawki. Im cieńsze są skrawki, tym lepiej przecho-



Ryc. 3. Metody utwardzania materiału biologicznego. Opracowanie: Dagmara Podkowa, Ewa Bres.

dzi przez nie światło i tym lepiej struktura tkanki jest widoczna pod mikroskopem. Sposobem na utwardzenie tkanki może być również jej zamrożenie. Skrawki

skrawane są wtedy na specjalnym mikrotomie mroźniowym.

Przykładowo, tkanki utwardzone i zatopione w parafinie tną się na skrawki o grubości 5–7 µm i nakłada na szkiełka mikroskopowe. Przed przystąpieniem do procedury barwienia należy zanurzyć tak przygotowane skrawki w rozpuszczalniku organicznym w celu usunięcia hydrofobowej parafiny. Następnie skrawki nawadnia się w malejących stężeniach alkoholu i barwi. Po wybarwieniu skrawki odwadnia się we wzrastających stężeniach alkoholu i zatapia w balsamie kanadyjskim, permoncie lub innym medium o odpowiednich właściwościach optycznych, który twardniejąc daje trwałe preparaty mikroskopowe.

Przykładowe barwienia histologiczne

Barwienia przeglądowe

W różnicowaniu preparatów mikroskopowych tkanek zwierzęcych najczęściej spotykamy się z tak zwanymi barwieniami przeglądowymi. Cechuje je z reguły niska swoistość, gdyż barwnik może zostać związany przez wiele różnych cząsteczek. Barwienia przeglądowe stosuje się więc głównie do porównań topograficznych między różnymi typami tkanek. Przykładem barwienia przeglądowego jest barwienie hematoksyliną i eozyną. Jest ono uniwersalne i szybkie, toteż często stosuje się je w pracowniach histologicznych i histopatologicznych, jak również w placówkach dydaktycznych i instytucjach naukowych.

Hematoksylina to barwnik zasadowy uzyskiwany z drewna modrzejca kampechiańskiego (*Haematoxylum campechianum*). Barwi jądra komórkowe nadając chromatynie jądrowej zabarwienie od koloru niebieskiego do fioletowego. Sama hematoksylina jest barwnikiem słabym, dlatego łączy się ją z różnymi solami metali aby ułatwić wnikięcie barwnika do tkanki.

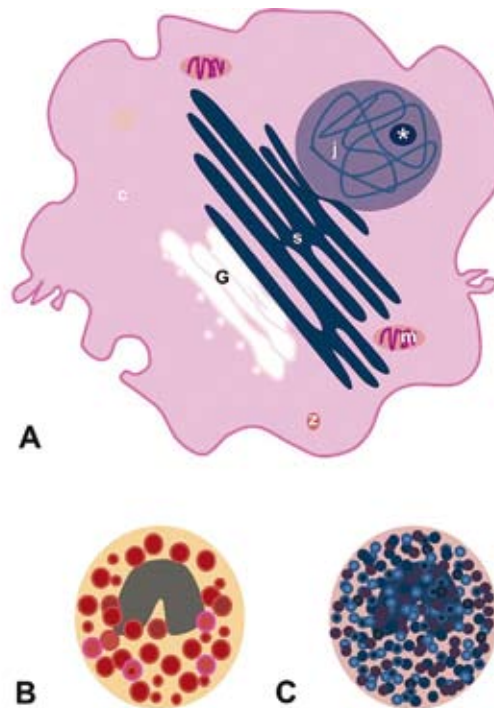
Eozyna jest pochodną fluoresceiny i reprezentuje barwniki kwaśne. Barwi cytoplazmę komórek na kolor różowy.

Schematyczny przykład barwienia hematoksyliną i eozyną przedstawia ryc. 4.

Barwienia trójbarwne

Barwienie trójbarwne (ang. *trichrome* – trzy kolory) specyficznie różnicuje tkankę łączną zawierającą włókna kolagenowe oraz tkankę mięśniową. W barwieniu tym używa się dwóch barwników kwaśnych oraz kwasu mineralnego, np. kwasu fosfowolframowego lub fosfomolibdenowego. Pierwszy czerwony barwnik kwaśny jest stosowany do przebarwienia całych skrawków tkankowych. Kwas mineralny zwiększa powinowactwo włókien kolagenowych do drugiego

barwnika kwaśnego – zielonego lub niebieskiego – zabarwiającego włókna kolagenowe. W rezultacie



Ryc. 4. Schematy przykładowych komórek wybarwionych hematoksyliną i eozyną.

A. Ogólny schemat komórki zwierzęcej. Organelle wybarwione hematoksyliną: jądro komórkowe (j) z chromatiną i jąderkiem (gwiazdka), mitochondrialny DNA (m), szorstka siateczka śródplazmatyczna (s). Struktury wybarwione eozyną: cytoplazma (c), ziarna wydzielnicze (z). Struktury niezabarwione: aparat Golgiego (G). B. Granulocyt kwasochłonny (eozynofil) zawiera w cytoplazmie ziarna wykazujące powinowactwo do barwników kwaśnych, barwiące się eozyną. C. Granulocyt zasadochłonny (bazofil) zawiera w cytoplazmie ziarna wykazujące powinowactwo do barwników zasadowych, barwiące się hematoksyliną. Opracowanie: Dagmara Podkova, Ewa Bres.

takiego barwienia otrzymuje się trzy kolory. Tkanika mięśniowa przyjmuje zazwyczaj kolor czerwony, a włókna kolagenowe kolor zielony lub niebieski.

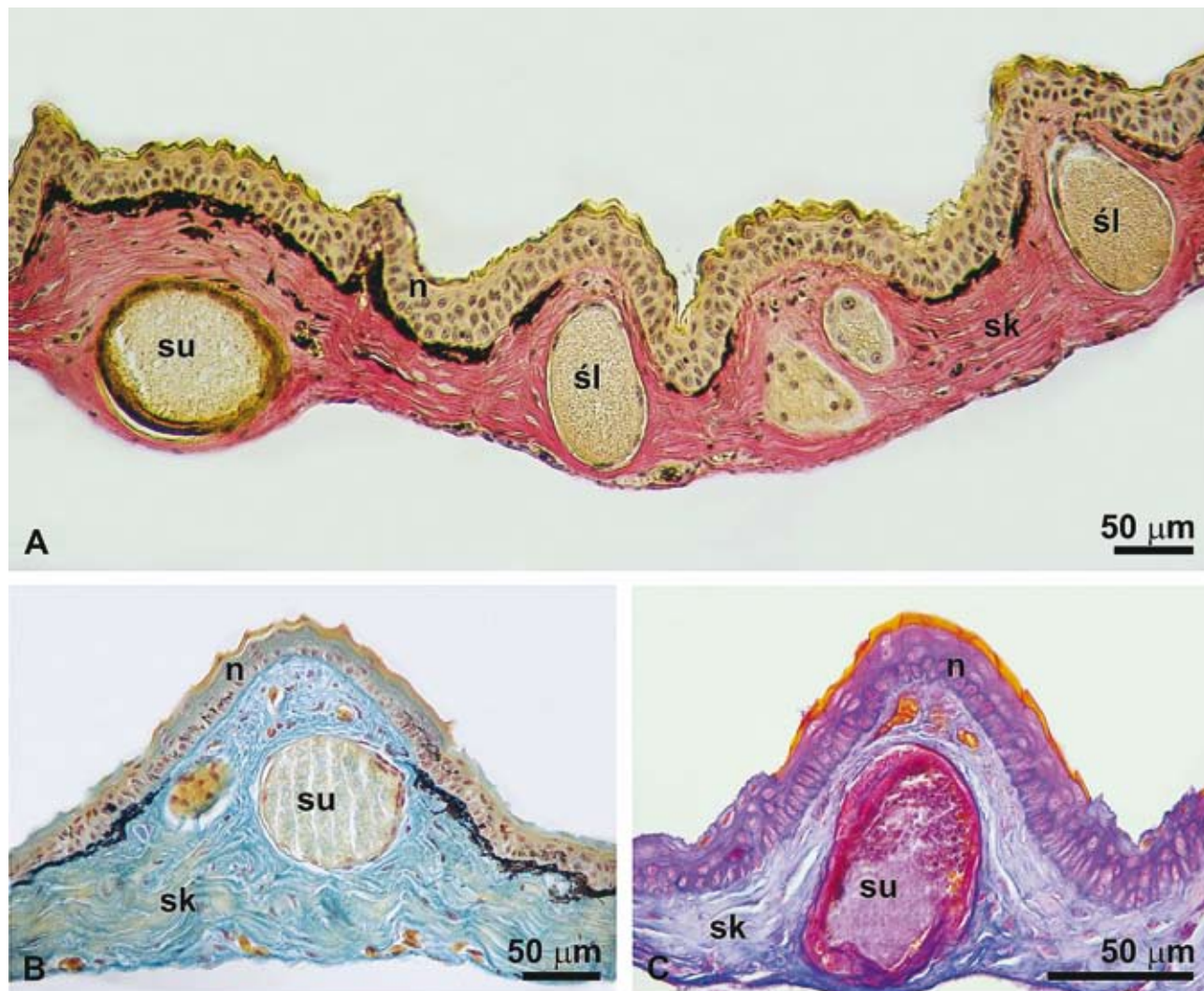
Barwienia różnymi trichromami przedstawiają ryc. 5, 6. Ryc. 7 ilustruje porównanie techniki barwienia przeglądowego z techniką barwienia trójbarwnego na przykładzie skóry żaby wodnej (*Pelophylax esculentus*).

Barwienia tkanki nerwowej

Kolejną grupą barwień histologicznych stosowanych dla tkanek kręgowców są barwienia specyficzne dla tkanki nerwowej. Wszystkie opracowane metody charakteryzują się selektywnością, ponieważ w przypadku tej tkanki wysoka zawartość lipidów oraz wyspecjalizowana struktura sprawiają, że zwykłe barwienia nie są dla niej wystarczające. Barwienia tkanki nerwowej różnicują jej poszczególne elementy strukturalne, czyli komórki nerwowe, osłonki mielinowe, komórki neurogleju. Do barwienia tkanki

nerwowej często stosuje się srebro i złoto, zgodnie z technikami opracowanymi m.in. przez Camillo Golgiego (1843–1926) oraz Santiago Ramóna y Cajala.

W technikach barwienia opracowanych przez Santiago Cajala, skrawki tkanek umieszczane są w roztworze z jonami srebra i redukującym je związkiem



Ryc. 5. Karlik szponiasty (*Hymenochirus boettgeri*). Przekrój poprzeczny przez skórę, **n** – naskórek, **sk** – włókna kolagenowe w skórze właściwej, **sl** – gruczoły śluzowe, **su** – gruczoły surowicze.

A. Trichrom Van Giesona. B. Trichrom Dubreuil'a i Curtisa. C. Trichrom Casona. Fot. Dagmara Podkova.

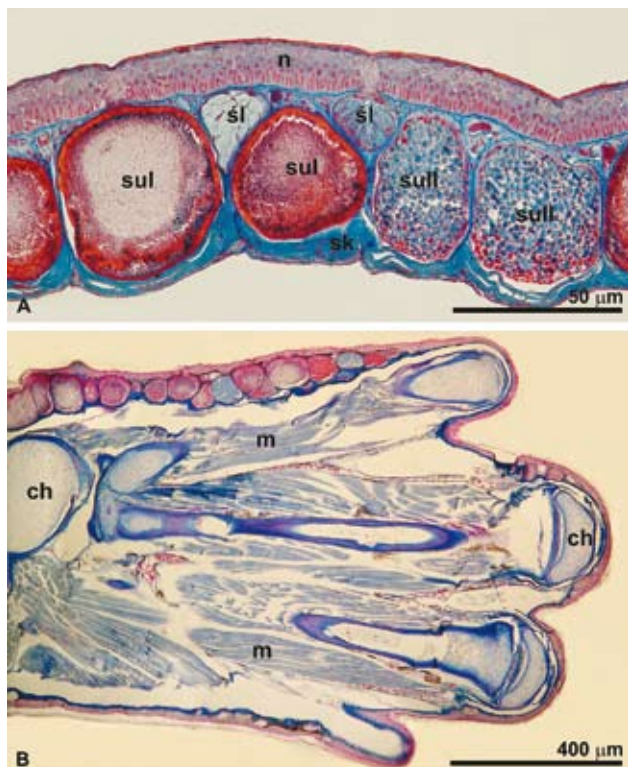
Camillo Golgi jako pierwszy wybarwił losowo srebrem ograniczoną pulę komórek tkanki nerwowej oraz przyczynił się do lepszego zrozumienia morfologii komórek nerwowych. Określone przez Golgiego mianem ‘czarnej reakcji’ (wł. *reazione nera*) barwienie umożliwiło mu obserwacje komórek nerwowych w mózgu. ‘Czarna reakcja’ polega na zatrzymaniu cząsteczek chromianu srebra na błonie komórek nerwowych. Czarny osad gromadzi się w ciele komórki nerwowej, aksonie oraz wszystkich dendrytach dając ostry ich obraz na żółtym tle. Wadą jest kapryśność techniki – nie wszystkie komórki nerwowe się wybarwiają. Zbiór barwień wykorzystujących utrwalenie tkanki w mieszaninie aldehydu-osmu-dichromianu potasu w połączeniu z impregnacją solami srebra nosi dziś nazwę technik Golgiego.

chemicznym. Na skutek zachodzącej reakcji chemicznej wytwarza się osad metalicznego srebra, który odkłada się na osłonkach mielinowych wypustek komórek nerwowych (ryc. 8). W celu zwiększenia kontrastu zabarwionych komórek nerwowych wyznakowane srebrem tkanki są często umieszczane w roztworze chlorku złota (tonowanie złotem).

Barwienie techniką Franza Nissla (1860–1919) wybarwia ziarna Nissla, inaczej tigroid, czyli specyficzne dla komórek nerwowych nagromadzenie szorstkiej siateczki śródplazmatycznej i miejsce intensywnej syntezy białek. Do barwienia służy większość barwników zasadowych, np. fiolet krezylu czy błękit toluidyny zabarwiających ziarna Nissla, nagromadzenia RNA oraz chromatynę jądrową na niebiesko.

Bardzo specyficzną techniką wykorzystywaną w badaniach komórek nerwowych jest wprowadzanie barwników lipofilowych, czyli tzw. ‘tracerów’. Jest to

uwidocznienie ciał komórek neurogleju wraz z ich wypustkami.

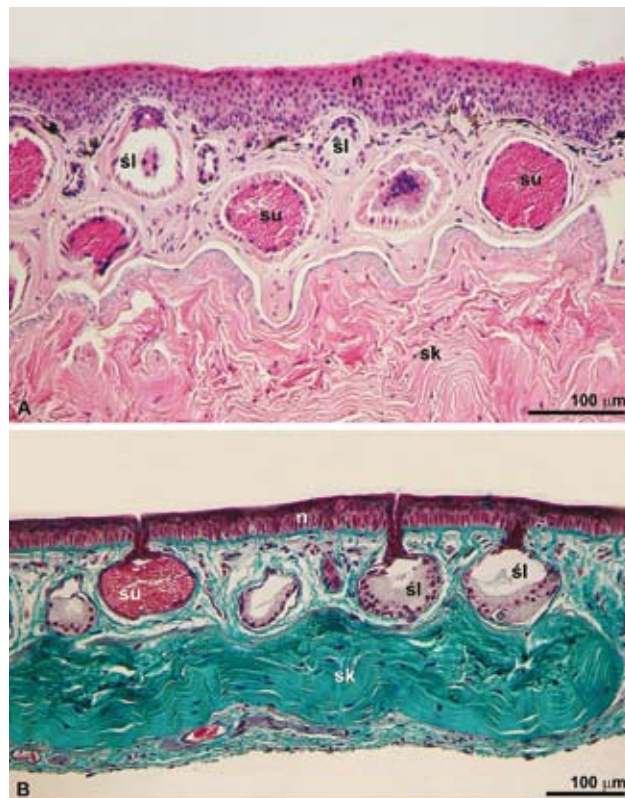


Ryc. 6. Kumak górski (*Bombina variegata*). Barwienie trichromem Pasiniego.

A. Przekrój poprzeczny przez skórę, n – naskórek, sk – włókna kolagenowe w skórze właściwej, sul – gruczoły surowicze I typu, sull – gruczoły surowicze II typu, śl – gruczoły śluzowe. B. Przekrój podłużny przez przednią kończynę, c – chrząstka, m – mięśnie. Fot. Dagmara Podkova.

obecnie najszerzej stosowana technika do śledzenia transportu wzdłuż ciała komórki nerwowej. Barwniki lipofilowe znakują komórki nerwowe poprzez boczną dyfuzję w ich błonie plazmatycznej. Nie są toksyczne i pozwalają na znakowanie zarówno żywych, jak i utrwalonych komórek nerwowych, a ich użycie gwarantuje otrzymanie doskonałego, trójwymiarowego obrazu tkanki nerwowej.

Znacznie trudniej uwidocznić jest w preparatach histologicznych komórki neurogleju. Neuroglej tworzą astrocyty, oligodendrocyty i mikroglej w centralnym systemie nerwowym oraz komórki Schwanna i komórki satelitarne w obwodowym systemie nerwowym. Komórki neurogleju wytwarzają mielinę, ochraniają i wspomagają komórki nerwowe w ich funkcjach. Choć jądra komórek neurogleju barwią się barwnikami zasadowymi takimi jak hematoksylina, ich ciała pozostają w barwieniach przeglądowych niewyróżnionowane. Dlatego stworzono techniki specjalnie dla komórek neurogleju takie, jak techniki Golgiego czy opracowane przez Carla Weigerta (1845–1904). Techniki te pozwalają na specyficzne

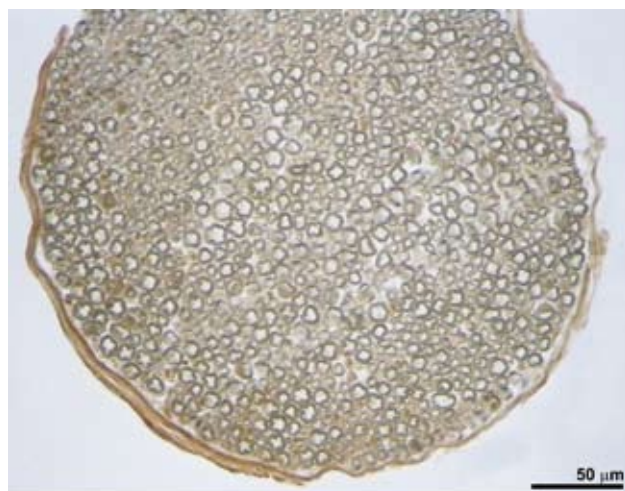


Ryc. 7. Żaba wodna (*Pelophylax esculentus*), przekrój poprzeczny przez skórę, n – naskórek, sk – włókna kolagenowe w skórze właściwej, su – gruczoły surowicze, śl – gruczoły śluzowe.

A. Hematoksylina i eozyna. B. Trichrom Gomoriego. Fot. Dagmara Podkova.

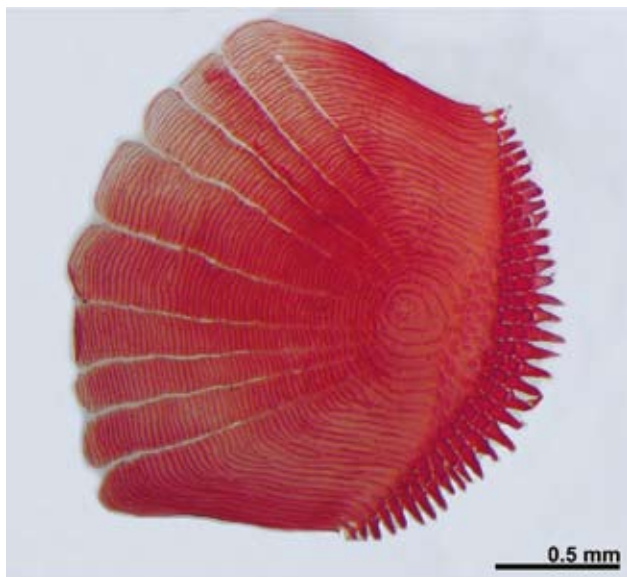
Barwienia alizaryną

Do wybarwienia tkanek zmineralizowanych, takich jak kości, zęby czy łuski kręgowców, które zawierają jony wapnia, stosuje się alizarynę. Tkanki takie szlifuje się mechanicznie do otrzymania płytek o grubości 20 µm. Płytki są następnie barwione alizaryną



Ryc. 8. Przekrój poprzeczny przez włókno nerwowe barwione metodą srebrzenia wg Bielschowskiego. Preparat ze zbiorów Zakładu Biologii i Obrazowania Komórki UJ. Fot. Dagmara Podkova.

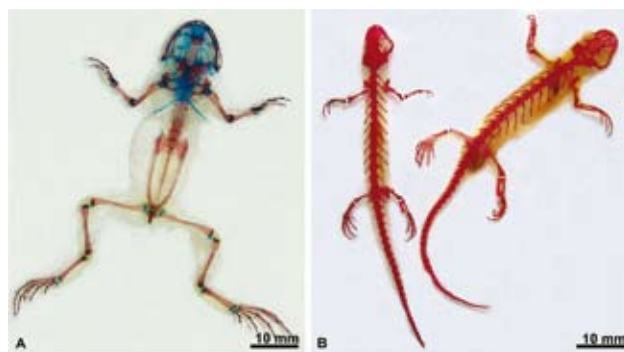
przylączającą się do miejsc bogatych w wapń i uwiadaczniącą je na rubinowo. W przypadku łusek ryb nie trzeba wykonywać szlifów z uwagi na dużą cienkość tych struktur (ryc. 9). Najbardziej spektakularnym przykładem barwień alizaryną jest ukazanie budowy anatomicznej utrwalonego, całego organizmu *in situ* (czyli bez naruszenia struktury organizmu).



Ryc. 9. Łuska zgrzebłowata (ktenoidalna), jazgarza (*Acerina cernua*) wybarwiona alizaryną. Fot. Dagmara Podkowa.

Mówimy wtedy o tzw. preparatach alizarynowych (ryc. 10). Alizarynę można stosować w połączeniu z innymi barwnikami, np. błękitem alcjanu uwidaczniającym tkankę chrzęstną. Istnieją także kombinacje techniki alizarynowej z technikami histochemicznymi. Pozwalają one m.in. na uwidocznienie szkieletu wraz z układem nerwowym.

zachodzących pomiędzy składnikami komórki a barwnikami. Wprowadzony barwnik łączy się z ugrupowaniem chemicznym specyficznym dla danego rodzaju białek, wielocukrów czy lipidów. Prowadzi to do powstania stałych, widzialnych pod mikroskopem barwnych strąków. W celu lepszego

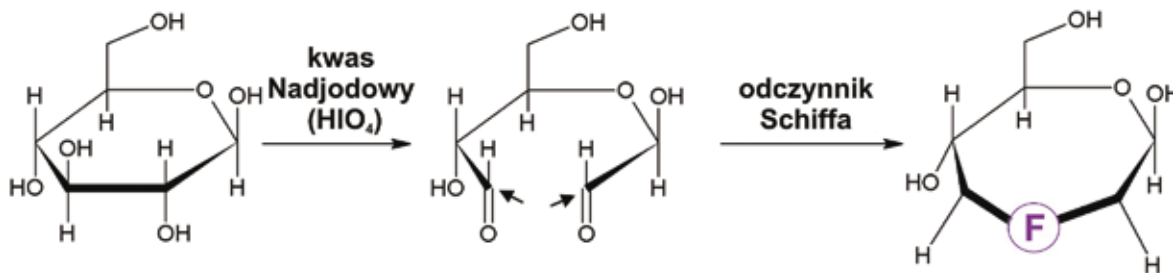


Ryc. 10. Barwienie szkieletu *in situ* alizaryną.

A. Kumak (*Bombina* sp.). Widok od strony brzusznej. Kości wybarwione na czerwono alizaryną, chrząstka wybarwiona na niebiesko błękitem alcjanu. B. Traszki zwyczajne (*Lissotriton vulgaris*). Widok od strony grzbietowej. Fot. Dagmara Podkowa.

wyróżnienia wybarwionych związków chemicznych często stosuje się barwniki kontrastujące, takie jak hematoksylina nadająca kolor jądom komórkowym lub czerwień jądrowa podbarwiająca cytoplazmę, jądra komórkowe i tkankę łączną.

Jest wiele przykładów barwień histochemicznych. Szeroko stosowana reakcja PAS (ang. *Periodic Acid Schiff reaction*) uwidacznia obojętne wielocukry (ryc. 11). Do wybarwiania substancji lipofilowych służy czerwień oleista, a błękit alcjanowy różnicuje kwaśne glikozaminoglikany wchodzące w skład błon podstawnych, elementów tkanki łącznej, chrzęstnej i kostnej czy wydzielin gruczołów (ryc. 12).



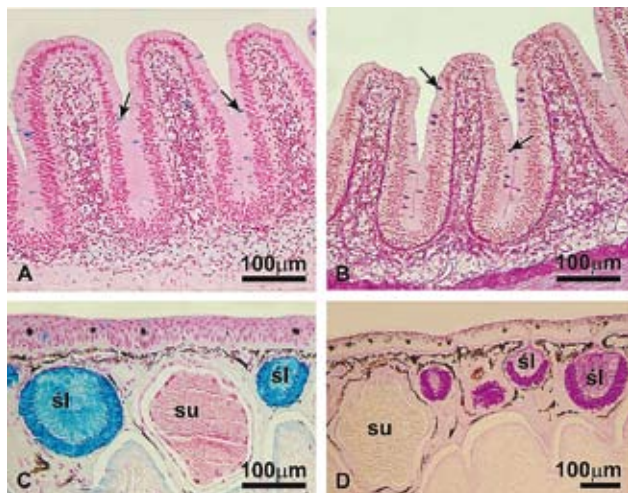
Ryc. 11. Przebieg reakcji PAS wykrywającej obojętne wielocukry (polisacharydy) zawierające pierścienie heksozowe. Utlenianie materiału w kwasie nadjodowym prowadzi do otwarcia pierścienia i powstania grup aldehydowych (strzałki). Odczynnik Schiffa, czyli odbarwiona forma fuksyny zasadowej przylęga się do grup aldehydowych dając barwny produkt reakcji (F). Zmodyfikowane wielocukry barwią się na kolor purpurowy. Opracowanie: Dagmara Podkowa.

Barwienia histochemiczne

Techniki histochemiczne mają na celu wyodrębnienie ugrupowań chemicznych tworzących komórki i tkanki nie zmieniając ich właściwości chemicznych i pozwalając na określenie charakteru tkanki. Histochemia opiera się na reakcjach chemicznych

Innym typem reakcji histochemicznych są reakcje uwidaczniające produkty aktywności enzymów, na przykład hydrolaz czy enzymów oksydacyjno-redukcyjnych. Zasada działania oparta jest na podaniu do środowiska reakcji substratu dla danego enzymu. W celu uwidocznienia powstałego produktu reakcji

stosuje się różnego rodzaju barwniki. Przykładowo, aktywność dehydrogenaz mleczanowych uwidacznia się stosując sole tetrazolowe. W formie utlenionej sole te są bezbarwne, natomiast pod wpływem reakcji dehydrogenazy z mleczanem, ulegają one redukcji dając niebiesko-granatowe zabarwienie.



Ryc. 12. Barwienie histochemiczne: błękit alcjanu i reakcja PAS. A–B. Jelito płotki (*Rutilus rutilus*). A. Błękit alcjanu, komórki kubkowe w nabłonku jelita zawierające kwaśne mukopolisacharydy zabarwione na kolor niebieski (strzałki). B. Reakcja PAS, komórki kubkowe w nabłonku jelita zawierające obojętne wielocukry zabarwione na purpurowo (strzałki). C–D. Skóra żaby wodnej (*Pelophylax esculentus*). C. Błękit alcjanu, gruczoły śluzowe (sl) zawierające kwaśne mukopolisacharydy zabarwione na kolor niebieski. D. Reakcja PAS, gruczoły śluzowe (sl) zawierające obojętne wielocukry zabarwione na purpurowo. Gruczoły surowicze (su) nie wykazały dodatniej reakcji na błękit alcjanu i PAS. Fot. Dagmara Podkowa.

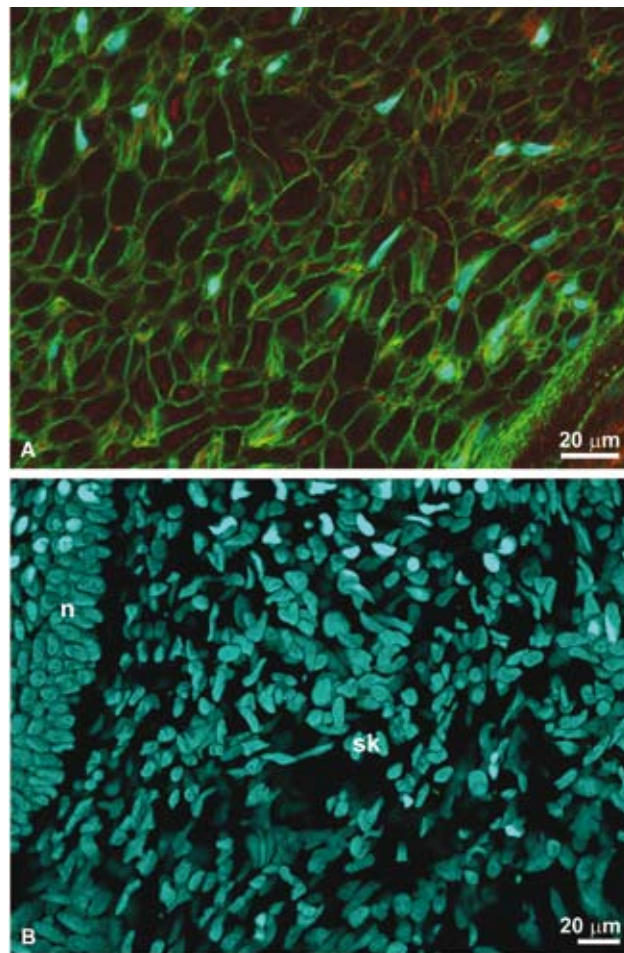
Barwienia immunohistochemiczne

Immunohistochemia to technika odnosząca się do procesu wykrywania antygenów, takich jak białka w komórkach lub tkankach, przy pomocy przeciwciał wiążących się specyficznie do antygenów tkankowych. Pozwala to na poznanie dokładnego miejsca lokalizacji białka w obrębie komórki i tkanki. Wizualizacja reakcji przeciwciała z antygenem odbywa się poprzez przyłączenie do przeciwciała enzymu, np. peryoksydazy, katalizującego powstanie barwnego produktu reakcji. Alternatywnie, do przeciwciała może być także dołączony barwnik fluorescencyjny, np. fluoresceina.

Immunohistochemia ma wiele zastosowań, m. in. do wykrywania białek odpowiedzialnych za procesy nowotworzenia, do identyfikacji białek obecnych w komórkach podlegających apoptozie, czyli zaprogramowanej śmierci komórkowej, jak i do znakowania komórek proliferujących, czyli mnożących się. Metody immunohistochemiczne pozwalają ponadto na specyficzne uwidocznienie komórek zawierających badane cząsteczki. W ten sposób można na przykład wybiórczo wybarwić w mózgu astrocyty, znakując zawarte

w nich specyficzne białko GFAP (ang. *Glial Fibrillary Acidic Protein*; kwaśne białko włóknkowe) albo wybiórczo wybarwić komórki nerwowe zawierające poszukiwany neuroprzekaznik peptydowy.

Ryc. 13A przedstawia preparat mikroskopowy nerwu kulszowego kumaka górskiego (*Bombina variegata*) wyznakowanego immunohistochemicznie.



Ryc. 13. Kumak górski (*Bombina variegata*). zdjęcia z mikroskopu konfokalnego należącego do: Confocal Microscopy Laboratory, Institute of Zoology, Jagiellonian University, LSM 510 META, Axiovert 200 M, ConfoCor 3 (Carl Zeiss MicroImaging GmbH, Jena, Germany).

A. Preparat mroźniowy nerwu kulszowego wyznakowany dwoma przeciwciałami I-rzędowymi (anty-lamininy i anty-S100) oraz skierowanymi przeciwko nim przeciwciałami II-rzędowymi sprzężonymi z fluorochromami. Lamininy (wybarwione na zielono) to glikoproteiny będące głównym składnikiem błony podstawnej komórek. S-100 (wybarwione na czerwono) to specjalna rodzina białek obecna w komórkach Schwanna, melanocytach, keratynocytach czy komórkach dendrytycznych. Połączenie znakowania przeciwciałami oraz barwienia DAPI pozwoliło na określenie granic komórek (laminina, położenia jąder komórkowych (DAPI) oraz identyfikacji komórek Schwanna otaczających nerwy (S-100). B. Przekrój poprzeczny przez skórę. Jądra komórkowe wybarwione na niebiesko za pomocą DAPI-barwnika fluorescencyjnego silnie wiążącego się z DNA, n – naskórek, sk – skóra właściwa. Fot. Dagmara Podkowa, Ewa Bres.

Fluorescencja

Kolejną precyzyjną techniką jest fluorescencja. Fluorescencja jest to rodzaj świecenia (luminescencji) polegający na emitowaniu pochłoniętego wcześniej kwantu promieniowania elektromagnetycznego

przez daną organelę w komórce. Światło emitowane przez taką organelę odznacza się większą długością fali i mniejszą energią niż światło pochłonięte.

Tylko nieliczne organelle komórkowe, takie jak lizosomy i mitochondria, wykazują autofluorescencję, czyli naturalną emisję światła dzięki obecności w ich wnętrzu fluoroforów. W przypadku pozostałych organelli, ich wyodrębnienie odbywa się poprzez wyznakowanie fluoroforem sztucznie wprowadzonym do komórki. Fluorofory to związki chemiczne, które mogą absorbować energię o określonej długości fali, a następnie wyemitować światło o innej długości fali. Kolor fluorescencji zależy od własności fluoroforu. Przykładowe fluorofory najczęściej stosowane to DAPI – barwnik jądrowy (ryc.13B), fluoresceina czy jodek propidyny. Bardzo dużym zainteresowaniem cieszy się także fluorofor wyodrębniony z tkanek meduzy (*Aequorea victoria*). Jest to wykazujące autofluorescencję białko GFP (ang. *Green Fluorescent Protein*), szeroko obecnie stosowane m.in. w inżynierii genetycznej do badań nad ekspresją genów.

Zastosowanie fluorescencji pozwala na znakowanie organelli komórkowych i związków chemicznych obecnych w komórce w minimalnych ilościach oraz na wgląd w toczące się we wnętrzu komórki procesy chemiczne. Oglądanie tkanek i komórek wyznakowanych fluorescencyjnie możliwe jest dzięki mikroskopii fluorescencyjnej.

Wraz z rozwojem nauk biologicznych i biotechnologicznych ciągłym modyfikacjom podlegają

tradycyjne techniki barwień, jak również pojawiają się nowe, bardziej zaawansowane. Obecnie stosuje się różne kombinacje opisanych powyżej technik histologicznych. Udoskonalenie procedur barwienia pozwala na poszerzenie możliwości klasycznych barwień histologicznych, zwiększenie precyzji i szybkości wykonania preparatu.

Nasze krótkie spotkanie z barwnikami histologicznymi i ich niezwykle interesującą historią powoli dobiega końca. Zapoznajmy się jeszcze ze zdjęciami preparatów mikroskopowych i alizarynowych przedstawiającymi niektóre z dawniej i obecnie stosowanych technik barwień histologicznych. Część preparatów mikroskopowych pochodzi ze zbiorów Zakładu Anatomii Porównawczej UJ z 1900 roku. Porównując współczesne preparaty mikroskopowe z XX-wiecznymi czytelnik może sam przekonać się o zmianach jakie zaszły w dziedzinie barwień histologicznych. Dotyczą one rodzaju używanych barwników oraz sposobu wykonania i opisu preparatów. Dawniej czynności te wymagały od badacza o wiele większego nakładu czasu i były bardzo pracochłonne.

Obecnie stosowane techniki barwień są wciąż udoskonalane i wspomagane coraz bardziej precyzyjną aparaturą badawczą. Kariera barwników w histologii trwa nieprzerwanie, a one same wciąż inspirują badaczy.

■ Mgr Ewa E. Bres jest doktorantką w Zakładzie Anatomii Porównawczej UJ przy Instytucie Zoologii UJ w Krakowie. E-mail: ewa.bres@uj.edu.pl.

ZWIERZĘTA-„MATEMATYCY” – FAKTY, ROZWAŻANIA

Jerzy Andrzej Chmurzyński (Warszawa)

Wprowadzenie. O czym będzie mowa?

Czyż zwierzę może być matematykiem?

– To zależy od rozumienia dwóch terminów. Jeśli *matematykę* będziemy rozumieli ściśle jako „zespół nauk posługujących się metodą dedukcyjną, zajmujących się głównie badaniem zbiorów liczb, punktów i innych elementów abstrakcyjnych”, a *matematyka* jako „pracownika naukowego zajmującego się matematyką”, albo jako osobę (a więc człowieka) „studiującą matematykę, uzdolnioną w tej dziedzinie” – to oczywiście zwierzę nie może być matematykiem!

Jeżeli wszakże dokonać pewnej modyfikacji znaczenia tych terminów (ktoś może powiedzieć...

manipulacji), to się okaże, iż istnieją zwierzęta, które można uznać za matematyków – choćby w cudzysłowie.

Przede wszystkim trzeba z definicji matematyka usunąć jednoznaczność charakterystykę podmiotu jako człowieka; wystarczy powiedzieć, że jest nim – „istota żywa”. A matematykę określimy po staroświecku jako „umiejętność posługiwania się liczbami i utworami przestrzennymi (figurami geometrycznymi)”; wszak gr. *mathēmatikē* wywodzi się z *máthēma* ‘umiejętność, a dopiero wtórnie – nauka’. Wypada też dopuścić, że „matematyk” nie musi *expressis verbis* posługiwać się liczbami, ale tym, co one wyrażają – a więc, że zajmuje się tym, co można *liczyć* i *mierzyć*: własnościami ciał, zjawiskami i relacjami.

Jednym słowem, że „matematykiem” może być fizyk, mierniczy lub inżynier – istotne, **żeby rozwiązywał praktycznie zadania matematyczne**. Można zresztą przypuszczać, że takie właśnie były początki matematyki. Na przykład w starożytnym Egipcie wszystko liczono, a pola – mierzono i wytyczano. Przy tym wczesne zadania geometryczne zapewne miały charakter konstrukcyjny, a nie abstrakcyjny.

Pierwsza była liczba, dopiero wtórnie pojawił się zapis cyfrowy (według M. Kuckenburga właśnie z niego miało powstać pismo). A liczenie mogło na początku polegać na korzystaniu z pojęć ‘jeden’, ‘dwa’, ‘wiele’. Ślady takiego kategoryzowania pozostały bowiem w wielu językach – choćby w staropolszczyźnie mieliśmy nie tylko liczbę *pojedynczą* i *mnogą*, ale też *podwójną*. Przypuszczalnie dopiero z czasem zaczęto wykorzystywać dziesięć palców u rąk – co się stało podstawą systemu dziesiętnego. Dodać zresztą trzeba, że bardziej elementarną od liczenia i mierzenia czynnością jest *szacowanie* liczebności i wielkości na dualne kategorie: liczne – nie-liczne, wiele – mało (niewiele), duże – małe (długie – krótkie, szerokie, grube – wąskie), podobnie jak głośne – ciche itd.

Zatem przedmiotem naszego zainteresowania będzie najpierw to –

- czy zwierzęta potrafią rozróżniać i oceniać liczebności, rozmiary, wielkości natężenia jakichś cech,
- rozwiązywać praktycznie zadania z geometrii konstrukcyjnej, przestrzennie organizować wykorzystywane tworzywa, na przykład aby optymalizować stosunek efektów do wykorzystanych nakładów, jak i –
- stwierdzenie, czy umieją orientować się w czasie i przestrzeni.

Następnie nasze zainteresowanie sięgnie do zagadnienia –

- czy potrafią komunikować te ilościowe cechy innym osobnikom – choćby analogowo.

Wreszcie zobaczymy –

- czy są zwierzęta potrafiące liczyć,

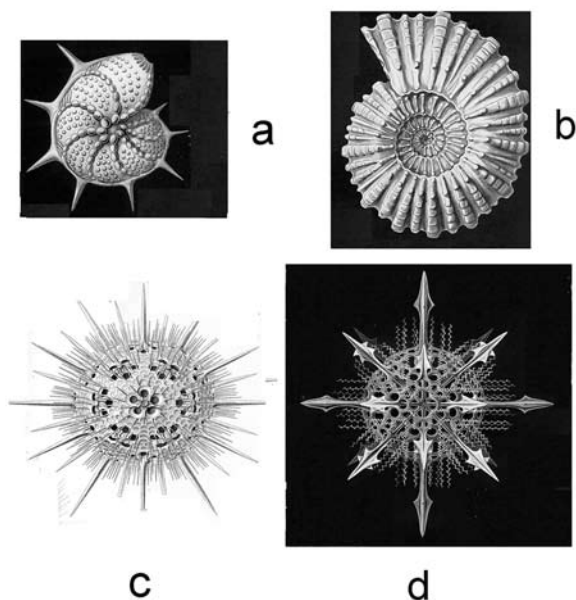
Chcę jednak zacząć od czegoś, o czym wszyscy „wiemy”, ale – na ogół – nie wiemy, że... wiemy.

Matematyka w przyrodzie

Oto matematyka niejako „tkwi” w przyrodzie – w całej przyrodzie. Co więcej: jest wiele przykładów na to, że przyroda jest „matematyczna”. Niemalże ich można znaleźć w arcyciekawych książkach popularnych naszego znanego fizyka i kosmologa, laureata Nagrody Templetona, Michała Hellera. Ot, choćby taki cytat z jednej z nowszych jego książek. „Struktura matematyczna staje się teorią fizyki z chwilą, gdy się ją potraktuje jako swoisty plan architektoniczny, zgodnie z którym została skonstruowana pewna część lub pewien aspekt struktury świata. Po wykonaniu tego zabiegu zamiast badać strukturę świata można badać odpowiednią strukturę matematyczną i jest rzeczą zupełnie zadziwiającą, że metoda ta daje wyniki, nadzwyczaj często potwierdzane zgodnością teorii z danymi eksperymentu” (podkreślenia moje, JAC). Ba, dalej czytamy, że „trzeba [...] bardziej wierzyć strukturom matematycznym niż własnym wyobrażeniom”. Z historii tworzenia teorii atomu okazało się bowiem, że „bardziej subtelne doświadczenia musiały wejść w oddziaływanie z bardziej subtelnymi strukturami matematycznymi”. Co więcej niektóre z nich „trzeba było dopiero wymyślać, a [...] nierzadko okazywało się, że od dość dawna były już znane matematykom”. Zadziwiające zaś jest to, że „nauka nie tworzy świata, lecz go odkrywa”. Ale pomiędzy światem a ludzkim umysłem istnieje przedziwny rezonans i na tym właśnie polega zagadka zrozumiałości świata, której – jak sądził Einstein – „nigdy nie pojmiemy”.

Matematyzacja nauki ma trzy aspekty: 1° – matematyzacji rezultatów (wyników poznawczych), 2° – matematyzacji metod poznawczych, czyli używania metod wypracowanych przez matematyków (stosowania różnych rachunków) i 3° – matematyzacji struktury, czyli aksjomatyzowania i formalizowania teorii naukowych. Biologia – w przeciwieństwie do fizyki – jak dotąd „opiera się” matematyzowaniu w ostatnim znaczeniu. Ale jednak – struktury biologiczne wcale nierzadko niejako modelują struktury matematyczne. Choćby widok tęczęwki oka i żrenicy wielu gatunków zwierząt jest obrazem okręgu, a kolonia toczka (*Volvox*) w ogólnym zarysie – kuli. Interesująca jest też sprawa proporcji budowy ciała różnych organizmów – od pierwotniaków przez rośliny do zwierząt i człowieka, tak jak mikrostruktury cząsteczek. Można tu myśleć o helisach DNA, o spiralnej strukturze skorupki niektórych otwornic czy muszli ślimaków i głowonogów (łodziaka, amonitów). Wielokrotne symetrie – np. wieloosiową – można znaleźć w budowie różnych promienionózek (*Actinopoda*) –

pierwotniaków wodnych, obejmujących trzy gromady: kolconózki (*Acantharia*), promienice (*Radiolaria*) i słonecznice (*Heliozoa*) – ryc. 1.



Ryc. 1. Przykłady „matematycznych” proporcji skorupki wg Haeckla: a – otwornica *Cristellaria echinata*, b – *Ammonites ornatus*, c – pierwotniak *Haeckeliana porcelana* z typu Cercozoa, d – kolconózka *Lychnaspis miranda* (wg Haeckla, zmienione).

Na tym rysunku pojawiło się określenie ‘proporcja’. Jest ono wieloznaczne. Tutaj zostało użyte nie w znaczeniu przyjętym w opracowywaniu statystycznym wyników naukowych, np. porównywaniu frakcji jakiejś całości. Gdy są dwie – a i b , proporcjami nazywamy stosunek $\frac{a}{a+b} : \frac{b}{a+b}$. Natomiast w znaczeniu potocznym ma się na myśli prawidłowy, a nawet harmonijny według subiektywnej oceny estetycznej – stosunek do siebie dwu lub więcej części składowych jakiejś całości, np. figury geometrycznej płaskiej lub trójwymiarowej.

Taki charakter ma tak zwana – zwłaszcza w starożytności – **boska proporcja**, później najczęściej zwana **złotą proporcją** albo **złotym podziałem** (inne nazwy, a są liczne, może Czytelnik znaleźć w internecie). Wygodnie tę proporcję zilustrować właśnie przykładem podziału odcinka na dwie części. Jeśli cały odcinek oznaczmy jako a , zaś jego części – jako b i c (tzn. $b+c=a$),

$$\frac{a}{b} = \frac{a}{c}$$

ze złotym podziałem mamy do czynienia, jeżeli

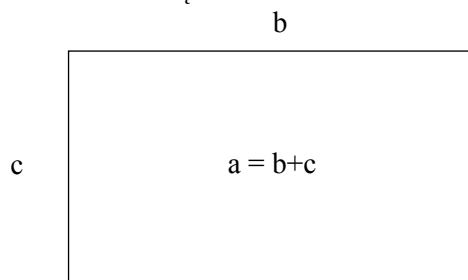
$$\frac{b}{c} = \frac{a}{b} \approx 1,61803398.$$

Tę liczbę matematyk Mark Barr zaproponował oznaczyć grecką literą φ (fi), od której zaczynało się imię słynnego rzeźbiarza starożytności, Fidiasza. Jej wartość wynosi:

$$n \hat{=} \frac{1+\sqrt{5}}{2} 1,618\,033\,98$$

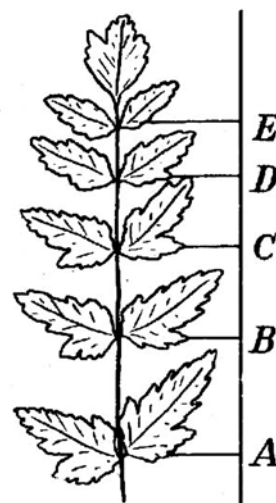
Czasami dużą literą Φ oznacza się odwrotność, $1/\varphi$ czyli $\frac{c}{b} = \frac{b}{a} \approx 0,61804$.

W świecie ludzkim często mamy do czynienia z prostokątami. Okazuje się, że ludzie preferują takie, które spełniają warunki złotej proporcji (ryc. 2). Co dziwniejsze podobne wyniki dają testy z różnymi gatunkami zwierząt.



Ryc. 2. Prostokąt, którego boki spełniają kanon złotej proporcji $\frac{(b+c)}{b} = \frac{b}{c}$, skąd $b \approx 1,618\,033\,98\,c$.

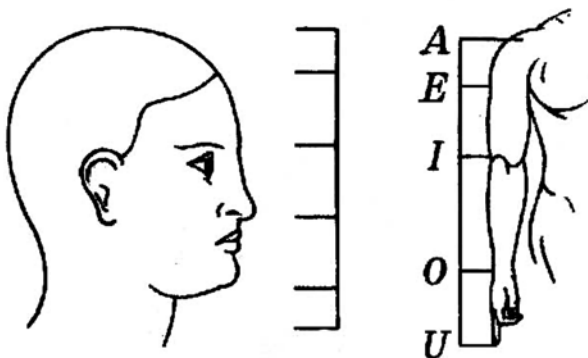
Pochodzenie boskiej proporcji nie jest jasne. Zwykle uważa się, że można ją znaleźć w całym Wszechświecie (co oczywiście nie znaczy, że wszędzie!) – od skoku niektórych spiralnych galaktyk po muszle mięczaków (por. ryc. 1a, b), od rozmieszczenia listków na gałązce (ryc. 3) po budowę ludzkiego ciała (ryc. 4, 5).



Ryc. 3. Między każdymi parami listków trzecia leży w miejscu złotego cięcia (wg Jeleńskiego, zmienione).

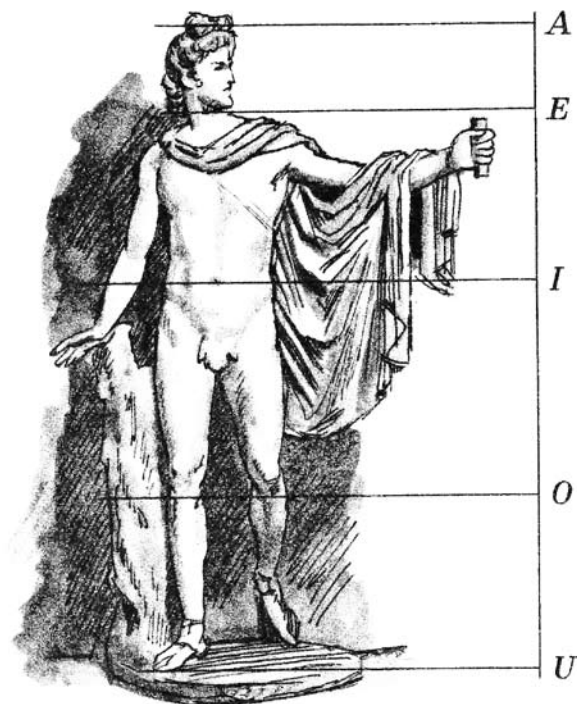
W budowie ciała ludzkiego od starożytności doszukiwano się różnych proporcji kanonicznych. Najbardziej bodaj jest spopularyzowany rysunek Leonarda

da Vinci (1452–1519), z ok. r. 1487 przedstawiający figurę nagiego mężczyzny, w dwóch nałożonych na



Ryc. 4. Przykłady odległości odcinków ludzkiej twarzy i ręki – wskazujące na realizację reguły złotego cięcia (wg Jeleńskiego, zmienione).

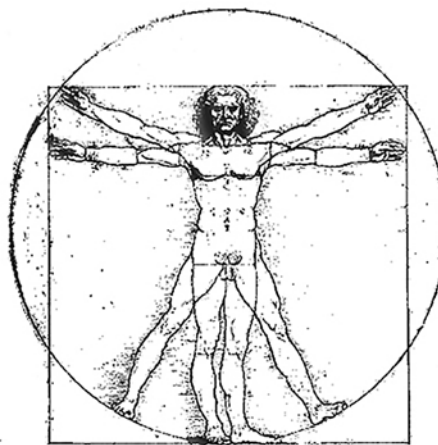
siebie pozycjach, wpisaną w kwadrat (łac. *Homo Quadratus*) i okrąg koła, którego środek stanowi pępek. Stanowi on ilustrację do starożytnego traktatu Witruwiusza (Marcus Vitruvius Pollio, ur. ok. 80–70 p.n.e., zm. po ok. 15 n.e.), rzymskiego architekta, budowniczego i mechanika z I w., który pracował jako nadworny architekt wojenny Juliusza Cezara i cesarza Augusta. Wg tego „Człowieka Witruwiańskiego” (ryc. 6) wysokość człowieka to 10 modułów, a moduł – to wy-



Ryc. 5. Linia *I* dzieli całą postać Apollona Belwederskiego wg złotej proporcji (IU versus IA). Taki sam jest stosunek odcinków IE do EA (wysokości głowy). Linia *O* zaznacza podział nóg według złotego cięcia (wg Jeleńskiego, zmienione).

sokość głowy mierzona od brody do nasady włosów. Na rysunku Leonarda wysokość dorosłego człowieka równa się w przybliżeniu szerokości jego rozstawionych ramion.

Matematykę „widać” także w członowanej strukturze wielu roślin, zwierząt i ludzi – stanowiącej jakby rytm morfologiczny. Analogicznie – procesualne są różne rytmy fizjologiczne. Ich matematyczny aspekt kryje się w odwrotnej ich proporcjonalności do wymiarów ciała zwierzęcia.



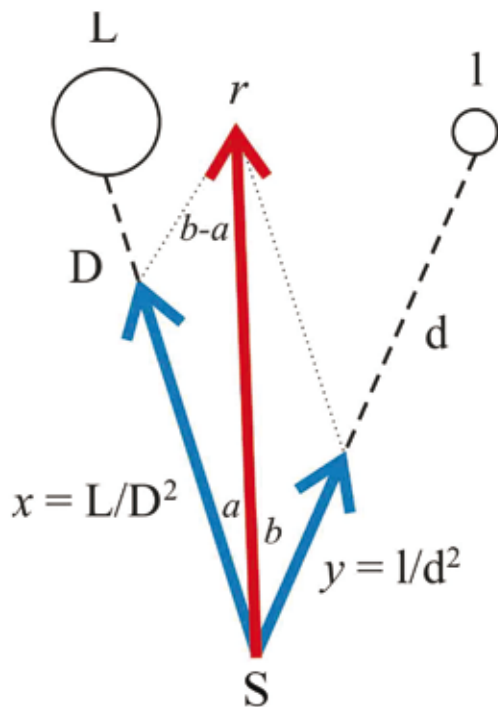
Ryc. 6. „Człowiek Witruwiański” Leonarda da Vinci.

Quasi-geometryczne, -inżynierskie i podobne działania zwierząt. Przedustawna wiedza *know-how*

Ciekawa jest sprawa przedustawnej „wiedzy” o charakterze *know-how* u wielu gatunków zwierząt. Chodzi mi tu o znajomość właściwego zachowania się niepoprzedzonego żadną nauką. Szczególnie fascynujące z punktu widzenia naszej tematyki są takie działania, które od człowieka wymagałyby stosowania matematyki.

Weźmy prosty przykład tak zwanego doświadczenia z dwoma światłami (niem. *Zweilichterversuch*). Jeśli dodatnio fototaktyczne zwierzę posadzić w zacienionym pomieszczeniu z widokiem w poziomej płaszczyźnie na dwa źródła światła o jednakowym natężeniu, będzie ono początkowo szło po dwusiecznej kąta wyznaczonego przez punkt startu i oba światła, by na końcu zakreślić do jednego z nich. Przy światłach o niejednakowym natężeniu, znajdujących się w jednakowych odległościach od punktu startowego (na ryc. 7 – *S* oraz, odpowiednio, *D* i *d*, przy czym $D = d$) – tendencja ruchu fototaktycznego jest wprost proporcjonalna do natężeń światła (L i l , a wyrażają ją graficznie niebieskie wektory x i y). W efekcie zwierzę podąży wzdłuż wypadkowej (wektor czerwony r). Zgodnie z tzw. *regulą równoległoboku* – stanowi ją przekątna równoległoboku utworzonego na bokach x i y [wraz z liniami kropkowanymi], która jest skierowana bliżej światła jaśniejszego (na ryc. 7 światło L jest dwa razy silniejsze od światła l – i odpowiednio wektor x jest dwukrotnie większy od y).

W przeciwieństwie do rozwiązania geometrycznego przy pomocy linijki i kątomierza, rachunkowe wyznaczenie kąta a odległości wektora r od kierunku poło-



Ryc. 7. Reguła równoległoboku w fototaktycznym wyborze dwóch źródeł różnej jasności. Objasnienia w tekście (oprac. J.A. Chmurzyński, rys. J. Korczyńska).

żenia silniejszego światła (D na ryc. 7) jest znacznie bardziej skomplikowane – i wg Roberta Bartoszyńskiego (dane bezpośrednie) wynosi:

$$a = \arcsin \left(\frac{l \sin b}{d^2 \sqrt{\left(\frac{L}{D^2}\right)^2 + \left(\frac{l}{d^2}\right)^2} + 2 \left(\frac{L}{D^2} \cdot \frac{l}{d^2}\right) \cos b} \right),$$

gdzie b jest kątem między wektorami R i y .

Jeśliby uznać za działania matematyczne ocenę wielkości fizycznych – w rodzaju mierzenia długości, szacowania kątów i azymutów, a także ocenę obfitości czy jakości wyznaczanej np. przez stężenie jakiejś substancji w roztworze – to wiele zwierząt dysponuje takimi zdolnościami.

Z pierwszych – korzystają w orientacji przestrzennej, zwłaszcza w nawigacji zwanej zliczeniową (ang. *deadreckoning*). Jak wiadomo, opiera się ona na ustaleniu azymutu trasy względem słońca czy biegunów magnetycznych i ocenie długości przebytej drogi. Tak choćby „nawiguje” pszczoła-zbieraczka na znanej trasie po wziętek i do ula. Długość przebytej trasy ocenia po prostu zmęčeniem. Zbieraczkę zwerbowała do pracy zwiadowczyni, która geometrią i prędkością tańca na plastrze wyraziła

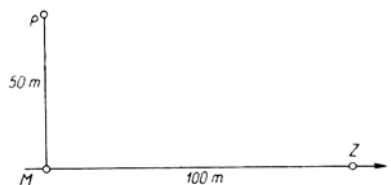
kierunek właściwego lotu i odległość źródła pożytku. Intensywnością tańca przekazywała też informację o wydajności źródła względnie stężeniu cukru w nektarze. Z kolei poziomy azymut lotu względem słońca przetransponowała w tańcu na ciemnym pionowym plastrze na kąt względem siły ciężkości. Takimi zdolnościami do przekładania poziomego azymutu na pionowy kąt dysponuje wiele innych gatunków owadów – niekoniecznie do celów porozumiewania się.

Wiele zwierząt ma wrodzone algorytmy zachowania się, które człowiek opisuje matematycznie. Chciałoby się powiedzieć, że „wie” matematykę, tak jakby miało wrodzoną znajomość praktycznej geometrii czy rachunku całkowego. Przykłady? – Proszę bardzo.

Skracanie trajektorii odbywanej przez mrówkę drogi z mrowiska do źródła pożytku, albo powrotu do gniazda chrząszcza krawca (*Lethrus apterus*) z liściem rośliny pokarmowej – jak wykazał ukraiński entomolog, Leonid Francewicz – są z matematycznego punktu widzenia równoważne rozwiązywaniu skomplikowanej całki.

Podobnym pseudomatematycznym problemem jest tzw. psia krzywa. Jest to krzywa trajektorii drapieżnika, który ściga uciekającą zwierzynek, np. zającą. Równanie tej krzywej jest dla biologa nieprzyjemnie skomplikowane, a jednak zwierzę – choć oczywiście nie rozwiązuje go matematycznie – zachowuje się zgodnie z jego rozwiązaniem. Przedstawił to S. Kowal w książce *Przez rozrywkę do wiedzy. (Rozmaitości matematyczne)*.

„Pies znajduje się w punkcie P w odległości 50 m od myśliwego znajdującego się w punkcie M. Pies zobaczył zającą w punkcie Z odległym o 100 m od punktu M. Pies puścił się w pościg za zającem, który ucieka na prawo po prostej MZ (ryc. 8). Przez cały czas pies widzi zającą i na niego kieruje swój pościg. Jaka jest trajektoria pościgu psa, jeżeli prędkość ucieczki wynosi 5 m/s, a prędkość pościgu 10 m/s? Zadanie to można rozwiązać rachunkowo. Otrzymuje się wówczas dość skomplikowane równanie, którego sposób rozwiązania dla czytelnika jest niedostępny i mało atrakcyjny.

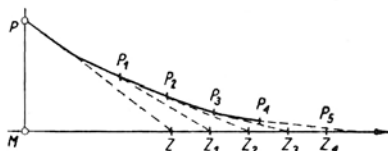


Ryc. 8. Sytuacja doświadczalna z psem i zającem – objaśnienia w tekście (wg Kowala).

$$y = -\frac{\frac{v}{w}}{2\left(1-\frac{v}{w}\right)}(a-x)^{1-\frac{v}{w}} + \frac{(a-x)^{1+\frac{v}{w}}}{2aw\left(1+\frac{v}{w}\right)} + \frac{\frac{v}{w}}{1-\frac{v^2}{w^2}}$$

a — początkowa odległość punktu Z od początku układu współrzędnych;
 w — prędkość pościgu;
 v — prędkość ucieczki.

Jak postępuje pies, który przecież nie zna się na równaniach, a jednak rozwiązuje to zadanie bez wahania. Wyjaśnię tę sprawę graficznie (ryc. 9).



Ryc. 9. Faktyczne zachowanie psa – objaśnienia w tekście (wg Kowala).

W punkcie Z znajduje się zając, w punkcie P pies. Pies biegnie wprost na zająca po linii PZ. W pierwszej sekundzie zając przebiegnie dystans ZZ₁, a pies dystans PP₁. W drugiej sekundzie zając przebiegnie dystans Z₁Z₂, a pies biegnący wprost na zająca – P₁P₂. W trzeciej sekundzie zając przebiegnie dystans Z₂Z₃, pies zaś P₂P₃ itd. – zając Z₃Z₄, pies – P₃P₄... Z ryciny 9 widać, że w pierwszym przybliżeniu trajektoria pościgu przedstawia się jako linia łamana PP₁P₂P₃P₄.... Jednakże decyzje psa co do kierunku pościgu zmieniają się w odstępach czasu mniejszych od 1 sekundy: mogą to być 0,1 lub 0,01 lub 0,001 lub jeszcze mniejsze części sekundy, bowiem proces pościgu jest ciągły. Gdybyśmy mogli przedstawić na rysunku trajektorię pościgu obliczoną co 0,1 sekundy, byłaby to linia łamana składająca się z dziesięciokrotnie większej liczby dziesięciokrotnie mniejszych odcinków; dla 0,01 sekundy otrzymalibyśmy jeszcze lepsze przybliżenie trajektorii pościgu psa, która jest linią krzywą ciągłą. Matematycy dali jej nazwę „psia krzywa”.

Zwierzęca gra

Alboż zwierzęta w coś grają?

– I nie, i tak. Rzeczywiście nawet mały człeko-kształtne nie grywają w karty czy w warcaby. Jednakże można powiedzieć, że *życie jest grą*. Wszystkie bowiem zwierzęta znajdują się w sytuacjach konfliktu interesów – czy to z innymi osobnikami swego gatunku, a nawet grupy społecznej (np. dzieci jednych rodziców w gnieździe przy małej podaży pokarmu) czy też ze zwierzętami innych gatunków (np. pasożytami i drapieżnikami) lub ludźmi (*exemplum* bobry i leśnicy) czy wreszcie – z wrogim „światem” (nie-sprzyjającą pogodą, powodziami itp.).

Otóż badaniem optymalnego zachowania w przypadku konfliktu interesów zajmuje się dział matematyki, nazwany *teorią gier*, gdyż wywodzi się z badania gier hazardowych i taką też zachował terminologię, choć główne zastosowanie znajduje w ekonomii, biologii (a szczególnie socjobiologii i ekologii behawioralnej), socjologii oraz w informatyce. Do biologii wprowadził ją George R. Price i John Maynard Smith, twórcy ewolucyjnej teorii gier. W teorii gier działania podejmowane przez każdego z uczestników mają wpływ na pozostałych uczestników gry – przy czym należy pamiętać, że dla zwierzęcia takim „uczestnikiem gry” mogą być warunki życia, jeśli podlegają one wpływowi zachowania zwierzęcia i gdy zwierzę podejmując kolejne decyzje co do wyboru swoich strategii bierze te zmiany pod uwagę. Prócz tego zachowanie zwierząt można analizować w świetle innej dziedziny matematyki, zwanej *teorią decyzji*, w której decyzje są podejmowane w warunkach ryzyka lub niepewności, ale nie zależą one od strategicznych działań innych „graczy” niż samego decydenta.

W tych badaniach poszukuje się elementów niezmienniczych zachowania, które w danym gatunku zwierząt lub w danych gatunkach, stanowiących strony konfliktu mają podłoże dziedziczne, ukształtowane w toku ewolucji. Podstawą rozważań jest tu założenie oparte na teorii ewolucji, że określony sposób zachowania się może zostać utrzymany przez dobór naturalny tylko wtedy, gdy osobnikom nim się posługującym zapewnia dostateczną wartość dostosowawczą, a więc pozwala im się utrzymać (albo uzyskać przewagę) w populacji. Jednakże takie zachowanie się oprócz korzyści pociąga za sobą pewne ‘koszty’, czyli straty czasu i energii (zwane ‘nakładem’, ang. *investment*), często niosące też ze sobą ryzyko (np. ataku drapieżnika). Tak więc korzyść ewolucyjna musi przeważać nad stratami, zaś dobór naturalny zgodnie z tzw. teorią optymalizacji będzie faworyzował taki typ zachowania się, który da największe korzyści dostosowania (darwinowskiego *fitness*) przy najmniejszych kosztach. Rozważanie takiego zachowania się przez teorię decyzji musi oczywiście prowadzić do próby oceny płynących z niego możliwych zysków i strat, a następnie porównania ich z alternatywną strategią behawioralną. W przypadku współżycia lub stałych konfliktów (drapieżnictwo, pasożytnictwo) mówimy o *koewolucji* – np. kwiatów i owadów. Pewne aspekty takich zachowań niedawno poruszałem w artykule „O łowach – niemal wszystko” (*Wszechświat*, 113, 2012 Nr 7–9, ss. 199–210). Oczywiście też w mechanizmach ewolucyjnych należy szukać wyjaśnienia cytowanych wcześniej form

zachowania, które tak niezwykle zdawałoby się odpowiadać na „matematyczne” wymogi sytuacji. Przypomnijmy: lepsze ‘dostosowanie’ – to zdolność danego osobnika do przekazania swych genów większej liczbie potomstwa niż porównywany z nim osobnik, a ściślej jest to iloczyn prawdopodobieństwa przeżycia i liczby wydanego potomstwa. Jeżeli użyć terminu *dostosowanie łączne* (ang. *inclusive fitness*) na określenie dostosowania uzyskanego pośrednio w działaniach społecznych osobnika, możemy zrozumieć np. altruizm nepotyczny (‘hamiltonowski’). Przykładem może służyć pomoc tzw. piastuna w wychowaniu młodszego o rok rodzeństwa – popiera on oczywiście część dzielonych z nim własnych genów, a osobniki, które rodzice wychowali dzięki niemu ponad własne minimum, można przypisać jego wpływowi.

Dajmy parę przykładów dziedzicznego zachowania wpływającego na dostosowanie osobnika.

Niech pierwszy dotyczy przekazu informacji. Zwierzę może „wysyłać” informacje rzetelne lub fałszywe (na przykład żeby się okazać lepszym konkurentem czy groźniejszym przeciwnikiem niż jest w rzeczywistości). Teoretyczne wskazówki daje tu socjobiologiczna *zasada pokerzysty*, która głosi, że pierwszą regułą dobrej gry w pokera jest pamiętać, że „kto nigdy nie blefuje, nigdy nie wygrywa; kto zawsze blefuje, za wsze traci”; innymi słowy na porozumiewaniu się można wygrać bardzo wiele, gdy jego prawdziwość i blefowanie jest oszczędnie i zręcznie racjonalne – tyle prawdy, by zachować swą wiarygodność – tyle fałszu, by zachować możliwości manewru. Oszukiwanie (biologia ewolucyjna nie stroni od takich antropomorficznych określeń!) w pewnym niewielkim stosunku do komunikatów prawdziwych jest stosowane przez zwierzęta i może stanowić przejaw tzw. strategii ewolucyjnie stabilnej (SES).

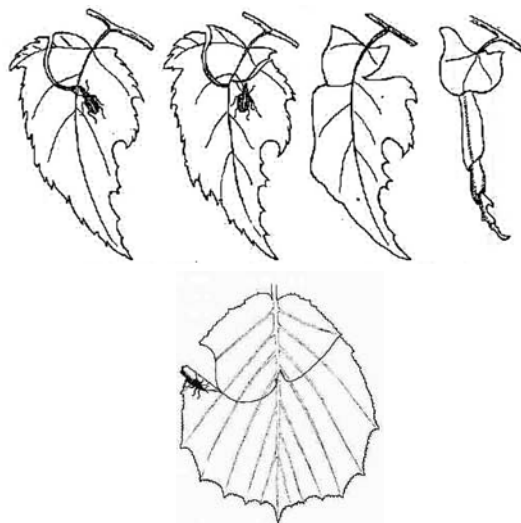
W socjobiologii ‘legalista’ (ang. *bourgeois*) nazywano osobnika, który w populacji zachowuje się odmiennie w zależności od tego, czy jest posiadaczem jakiejś wartości, czy nie. Wartością tą może być rewir tokowy, nora – czy to wykopana przez siebie, czy też zawładnięta przez przedstawiciela gatunku, który sam jej nie kopie. *Strategia legalisty* jest postępowaniem osobnika, którego zachowanie się zależy od sytuacji, w jakiej się znajduje: jeśli przybył pierwszy – to zachowuje się jak agresor, jeśli przybył później – zachowuje się jak ustępujący. Z analizy teorii gier okazuje się, że właśnie ‘legaliści’ w pewnych okolicznościach reprezentują strategię ewolucyjnie stabilną i po pojawieniu się w populacji z czasem doprowadzają do wyeliminowania innych strategii. Strategię legalisty stosują niektóre kraby koryzystające z nor służących im za schronienie, pająki

konkurujące o miejsce na założenie sieci, samce pawiana zabiegające o samicę. J.-H. Fabre taką strategię, stosowaną przez samotne pszczoły – mularki murówki (*Chalicodoma muraria*), nazwał „prawem pierwszego zaborcy”. Jak wie z obserwacji każdy podróżny, ludzie stosują typową strategię legalisty przy zajmowaniu miejsca w przedziale kolejowym.

Bywają wszakże zwierzęta stosujące strategię przeciwną do strategii legalisty; nazwano ją *strategią legalisty paradoksalnego*. Tu przykładem może służyć zachowanie się pająka *Oecobius civitas*, u którego przedmiotem konkurencji są norki, w których ukrywają się osobniki. Pająk mający norkę ustępuje przed przybyszem usiłującym mu ją odebrać, a sam wyrzuca mieszkańca sąsiedniej norki. Mam nadzieję, że jest zbędne podkreślenie tego, że oczywiście zwierzęta nie dokonują żadnej analizy w oparciu o teorię gier, lecz opierają się na genetycznie utrwalonych tendencjach w toku długotrwałego procesu ewolucji – tak jak drapieżnik polujący na ruchliwe ofiary nie oblicza ‘psiej krzywej’.

Zwierzęta-„inżynierowie” i ich *quasi*-matematyczne wyczyny

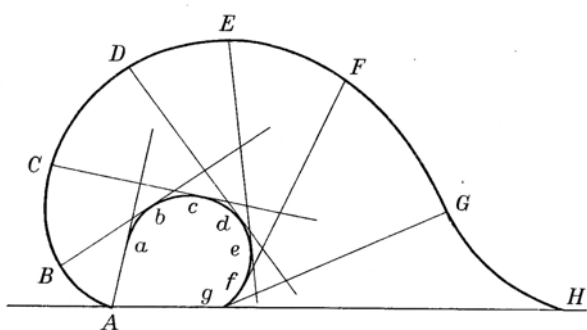
Praktyczne zdolności „matematyczne” ujawniają zwierzęta rozwiązujące – zazwyczaj instynktowo – zadania „inżynierskie”. Tak ryjkowce wycinają liść wzdłuż krzywej będącej ewolutą linii jego brzegu (rys. pierwszy z lewej na ryc. 10). ‘**Ewoluta**’ **krzywej** [z niem. *Evolute* < łac. *evolvĕre* ‘rozвивać’] jest to krzywa płaska złożona ze środków krzywizny odpo-



Ryc. 10. Cięcia liści i zwijanie tutki przez chrząszcza ryjkowca – zwijacza czarnego czyli tutkarza brzoźowego (*Rhynchites s. Deporaus betulae*), u góry – na brzozie, rysunek dolny – na leszczynie (wg różnych autorów, zmienione).

wiadających punktom krzywej, inaczej: miejsce geometryczne środków krzywizn danej krzywej. Jak pisze

S. Jeleński, zwijacz zaczyna od wycięcia ewoluty lewego brzegu liścia. Założmy, że krzywa *ABCDEFGH* (na ryc. 11) obrazuje brzeg połowy liścia, dla którego chcemy znaleźć ewolutę. W tym celu przeprowadzamy w tych punktach szereg normalnych – tj. linii prostopadłych do tej krzywej, a następnie w obrębie powstałego w nich pola rysujemy styczne do tych normalnych i łączymy je krzywą *abdcfeg*; jest to właśnie szukana ewoluta. Zgodnie z zasadą ekonomii pracy – następną połowę w drugiej części blaszki liścia ryjkowiec wycina już mniej dokładnie, „na oko” (ryc. 10 – obrazek 2. i ostatni). Następnie dolną, większą, odciętą część liścia zwija w kształcie cygara (ryc. 10, czwarty rys. od lewej) – tworząc w ten sposób gniazdo dla swych przyszłych larw.

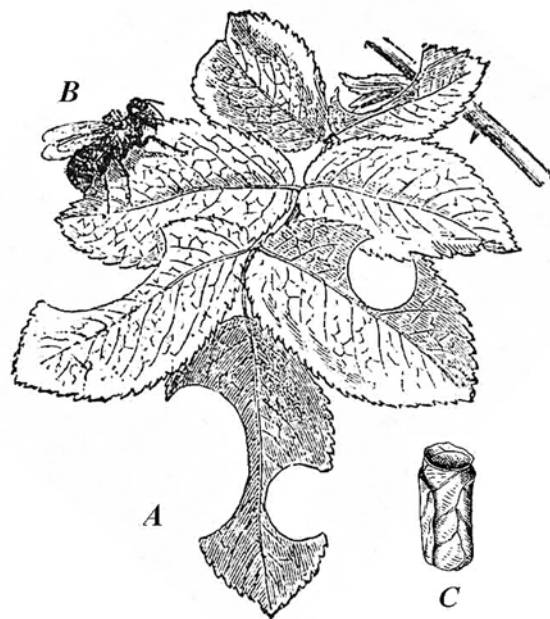


Ryc. 11. Wykreślanie ewoluty *abdcfeg* krzywej płaskiej *ABCDEFGH* obrazującej część brzegu liścia (bez fragmentu GH) (z Jeleńskiego, zmienione).

Spotkanie ryjkowca wymaga pewnego wysiłku. Natomiast łatwiejszy jest kontakt z działalnością innego „matematyka” – samotnej pszczoły, miesierki różówki (*Megachile centuncularis*). Nawet posiadacz miejskiej działki może spotkać na brzegach listków swej róży tajemnicze, koliste lub owalne otwory (ryc. 12 – A). Cierpliwy obserwator może z czasem zobaczyć ich sprawcę – małego owada (ryc. 12 – B), który siada na brzegu blaszki i zaczyna ją ciąć żuwaczkami posuwając się w kółko. Gdy zrobi całe okrążenie i dotrze znów do brzegu – odlatuje ze zwiniętym w tutkę kawałkiem liścia. Po przyniesieniu na upatrzone miejsce – do dziury w ziemi, w starym murze czy do podłużnego otworu w drzewie, miesierka wsuwa ją tam, wyściełając liśćmi dno i ściany mieszkania, niby naparstek (ryc. 12 – C). W zadaniu konstrukcyjnym z geometrii, które owad „rozwiązuje” na listku, nożyczkami – jak pisze Jean-Henri Fabre – są jego żuwaczki, zaś cyrklem oś własnego ciała.

Inny „inżynierski” problem rozwiązuje pszczoła miodna (*Apis mellifera*). Chodzi o architekturę plastra pszczelego. Jak pisze S. Kowal w cytowanej już książce, zagadnienie to fascynowało już starożytnych

filozofów: zajmowali się nim Arystoteles (IV w. p.n.e.), przyrodnik Pliniusz Starszy (I w. n.e.), a w czasach nowożytnych fizyk R.A.F de Réaumur (1683–1757) oraz liczni matematycy. „Badali oni architekturę ko-

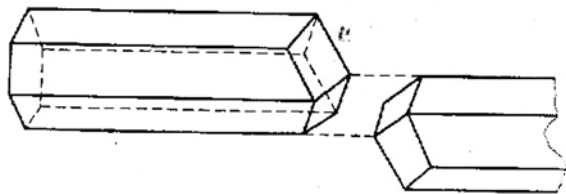


Ryc. 12. Owalne i kołowe ślady wycięcia fragmentów liści róży przez miesierkę różówkę (wg Künckela i in., zmienione).

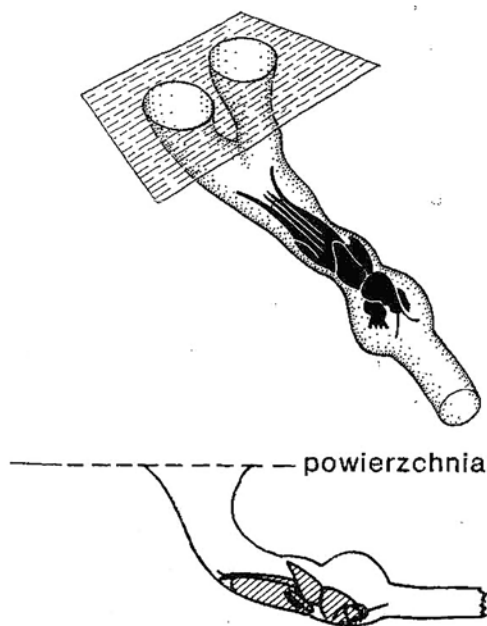
mórki i podziwiali przedziwny instynkt pszczoł, które woskowym celkom swoim nadały taką postać, aby przy najmniejszym zużyciu materiału (wosku) i pracy zbudować jak najpojemniejsze pomieszczenie i jak najkorzystniej zagospodarować niewielką przestrzeń ula. [...] Najmniejszy obwód i zarazem największe pole powierzchni [ma] sześciokąt foremny”. Z kolei dno komórki, żeby najekonomiczniej łączyło się z położonymi z przeciwnej strony komórkami (a wszystkie są nieco podniesione ku górze przy wlocie, żeby się z nich nie wylewał miód) – muszą mieć skomplikowaną geometrycznie postać tzw. *piramidy Maraldiego* (od nazwiska włoskiego astronoma i matematyka, który ją opisał). Składa się ona z trzech rombów o wspólnym wierzchołku, położonym na przedłużeniu osi graniastosłupa komórki. W każdym z rombów kąty mają zawsze po $109^{\circ}28'$ i po $70^{\circ}32'$ i tylko przy takich kątach powierzchnia celek jest najmniejsza; gdyby dno komórek było płaskie, strata wosku wynosiłaby ok. 2% (na 54 celkach zaoszczędzają wosk na celkę pięćdziesiątą piątą) – ryc. 13.

Najmniej chyba jest znany fakt stwierdzony przez panią H.C. Bennet-Clark, że norki strydulacyjne, w których śpiewają samce turkuci – zwłaszcza z gatunku *Gryllotalpa vinea* (ryc. 14), mają przekrój zbliżony do krzywej wykładniczej, przez co dźwięki

emitowane u nasady różka są emitowane z najwyższą możliwą wydajnością.



Ryc. 13. Widok z boku dwóch przylegających do siebie spodami sześciobocznych komórek plastra pszczelego – na rysunku sztucznie rozsuniętych, aby uwidocznili rombościenne *Piramidy Maraliego* (P) (wg Viauda, zmienione).



Ryc. 14. Widok z góry i przekrój podłużny norki strydulacyjnej turkucia *Gryllotalpa vinea* (wg różnych autorów).

„Bezsłowne liczenie” ... fizjologiczne

Dobrym przykładem „matematyczności fizjologii” zwierzęcej może być teoria faz Borysa P. Uwarowa (1889–1990). Ten rosyjsko-brytyjski badacz w latach 1921 i 1937 opublikował wyniki swych badań nad szarańczą wędrowną (*Locusta migratoria*) i stacjonarną, samotną (*L. danica*). Jak zdołał wykazać, obie nazwy dotyczą tego samego gatunku, któremu pozostawił nazwę szarańczy wędrownej. Zgodnie z zaproponowaną przez niego „teorią faz” – może ona występować w formie dwóch głównych faz – samotnej (*solitaria*) i stadnej (*gregaria*), wędrownej. Przejście z pierwszej w drugą jest złożonym procesem biologicznym i zachodzi podczas paru pokoleń, prowadząc do różnic morfologicznych, fizjologicznych i psychiczno-behawioralnych między odpowiednimi osobnikami. Jak wykazali następni badacze, osobniki

fazy samotnej mogą jednak nabyć eto-psychiczne cechy fazy stadnej bardzo szybko, w ciągu 4–8 godzin – wskutek zagęszczenia ich populacji. Efekt ten wymaga niejako „scałkowanych” pobudzeń od innych osobników, wśród których dominujące znaczenie mają bodźce czuciowe pochodzące z pieszczeli III pary odnóży, tzw. skocznej. Inicjuje to zmiany nerwowe i biochemiczne leżące u podłoża zachodzącej następnie fazy tej zmiany. Z tymi bodźcami sumuje się wpływ bodźców wzrokowych i węchowych, które jednak same nie dają tego efektu. Stwierdzono też, że bodźce wzrokowe muszą pochodzić od osobników poruszających się niezależnie od odbiorcy (odbicie w lustrach tego efektu nie powoduje). Takie „scałkowane” pobudzenie, jak się wydaje, daje „zero–jedynkowe” poczucie organizmu: „mało pobudzeń socjalnych – wiele pobudzeń” (przy czym najpewniej nie ma tu percepcji – czyli uświadamiania sobie bodźców).

Inne zjawisko, ale również przebiegające na poziomie czysto fizjologicznym, polega na sterowaniu częstotliwością rytmu. Przed samą wojną pochodzący z Inflant, niemiecki fizjolog zachowania, Erich von Holst opisał zjawisko tzw. efektu magnetycznego (niem. *Magneteffekt*). Polega ono na „pociąganiu” zewnętrznego rytmu fizjologicznego lub behawioralnego przez częstotliwość zewnętrznego rytmu. Może ono zachodzić w obrębie jednego organizmu (np. synchronizacja płetw u ryby), ale też może polegać na naśladowaniu przez osobnika doznawanego w wyniku nieświadomej recepcji zewnętrznego rytmu zjawiska fizycznego, osobnika zwierzęcego lub człowieka. I to właśnie może nas interesować w kontekście naszego tematu. Wiele przykładów podążania wewnętrznego rytmu za doznawaną częstotliwością zewnętrzną przytacza w swej książce znany popularyzator nauk behawioralnych, Vitus B. Dröscher. I tak – typowy rytm skoków wiewiórki 120/min (po 30–40 cm) pod wpływem cykania metronomu może się zmieniać na 144/min lub 92/min. Takie zjawisko jest znane z cyrku z pokazów z końmi i niedźwiedziami, a także z kobrai indyjskich fakirów. Jak wiadomo, węże są generalnie głuche i w istocie reagują na widok rytmicznego kiwania się fakira w takt granej przezeń melodii. Rytmiczną synchronizację śpiewu obserwowano też u pd.-wsch. azjatyckiego sroczka białorzytnego (*Copsychus malabaricus*), ptaka z rodziny muchołówek, znanego z najbardziej melodyjnego śpiewu ze wszystkich. U człowieka podobny efekt magnetyczny dotyczy pulsu. Wynosi on typowo ok. 70/min, ale przy budziku może się zsynchronizować do 100/min, co powoduje bezsenność, podczas gdy spowolnienie go przez efekt magnetyczny do 55/min wywołuje senność. Pies reaguje jeszcze silniej:

przy normie 100–120/min – rytmem egzogennym można go podnieść nawet do 300/min, przy czym stosunek rytmu wewnętrznego do zewnętrznego nie musi wynosić 1:1, ale może być 2:1, 3:2 itp.

...i percepcyjne

Gdy się rozejrzeć po świecie zwierząt łatwo zobaczyć, że jednakowe „zadania” bywają rozwiązywane na różne sposoby. Czasem dzieje się tak nie tylko w różnych gatunkach, ale wręcz u jednego i tego samego osobnika. Tę zdolność nazywa się *ekwifinalnością* [łac. *aequus* ‘równy’, *finis* ‘koniec, cel’]. W artykule o myśleniu zwierząt (*Wszechświat*, 112, 2011 Nr 10–12 (2574–2576), ss. 251–257) wspominałem o imitowaniu myślenia przez postaciowe spostrzeganie. Przypomnijmy: *postaciowość* jest to właściwość spostrzeżenia wyrażająca się w tym, że najważniejszą cechą jest jego całościowa struktura, np. „bukiet” woni czy smaku – „współczesna” (tzn. jednoczesna) struktura przestrzenna spostrzeżeń wzrokowych czy „następcza” (tj. zachodząca w czasie) – słuchowych, jak swoistego rytmu czy melodii. Postać w jednym akcie poznania percepcyjnego pozwala też na ocenę relacji między różnymi ilościami. Jak podają słowniki, *ilość* jest to kategoria pojęciowa obejmująca to, co może podlegać mierzeniu albo jest oceniane bez liczenia, jak określenie mnogości rzeczy nieprzeliczalnych lub niepoliczonych, to, czego może być więcej lub mniej albo równo, jak też może mieć wielkość rosnącą lub malejącą. Wprawdzie liczba płatków kwiatów, tak jak promieni w gwiazdkach i ząbków w zębatkach jest przeliczalna, ale można je też oceniać *ilościowo* – gdzie jest ich więcej, a gdzie mniej – na podstawie stopnia rozczłonkowania konturu. Na takiej ocenie postaciowej opiera się najprostsza forma tzw. *bezsłownego liczenia* (niem. *unbenanntes Denken*) pszczoł, trzmieli i in. owadów, które oczywiście nie liczą płatków (ryc. 15).



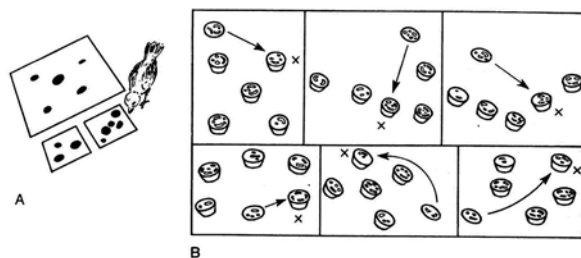
Ryc. 15. Figury, które może rozróżniać pszczoła miodna i wiele innych owadów dzięki percepcji postaciowej (oryg.); u dołu – przykłady podobnych naturalnych bodźców, kwiatów.

Ocena liczebności może się opierać nie tylko na postaci ‘współczesnej’ (czyli jednoczesnej), ale i ‘następczej’: kura może się nauczyć dziobać kilka

kolejnych ziaren, następnie pominąć jedno lub więcej i znów dziobać ziarna tę samą, co poprzednio liczbę razy. Gdy zaś człowiek uważając na liczbę regularnych puknięć „pogrupuje je w myśli” na pewne „paczki”, jak w sygnałach werbla w wojsku – możemy ustalić bez liczenia tożsamość ponad 15 puknięć.

„Mózgowe” szacowanie liczebności

Wydaje się, że inny mechanizm psychiczny odpowiada za **szacowanie liczebności rzeczy** (np. punktów) na pewnej ograniczonej powierzchni – także bez ich liczenia. Oto wiewórki i różne ptaki mogą się nauczyć wybierania wzorów zawierających określoną liczbę plam – i tak: gołębie do 5, papużka falista i kawka do 6, kruk, sroka, sówka do 7, papugi szare (*Psittacus*) do 8, niezależnie od ich względnych wielkości i ułożenia (ryc. 16); tę samą górną granicę (8) zdradza w doświadczeniach człowiek.



Ryc. 16. Przykład bezsłownego liczenia u ptaków. A – wybór przez sówkę wieczonej z taką liczbą plamek jak na wzorcu (duży kwadrat); B – wybranie przez kruk naczynia zawierające nagrodę (x) na podstawie takiej samej liczby plamek na przykrywcach, co na wzorcowej płaskiej płytce (w kolejnych testach strzałki łączą wybrane naczynia ze wzorem) (wg Koehlera).

A. Nieder i współautorzy tresowali makaki, by odpowiadały, gdy kolejno zaprezentowano im taką samą liczbę kropek. Okazało się, że małpy mają w korze przedczołowej (*cortex praefrontalis*) neurony, które reagują wybiórczo na daną liczbę obiektów, co pozwala im nie tylko na uczenie się liczebności – ale na taką generalizację, że przy rozpoznaniu nie odgrywa roli różna wielkość obiektów, ich kształty i rozmieszczenie.

Dlatego niektórzy mawiają w tym kontekście o ‘*bezsłownych pojęciach*’ (niem. *avverbale Begriffsbildung*). Przy bezsłownym „liczeniu” tego typu pojawiać się mogą błędy.

Praktycznie nie pojawiają się błędy przy **natychmiastowej ocenie liczebności** w granicach do 3–4 elementów, co zostało nazwane *subitacją* (ang. *subitizing* [z łac. *sūbitus* ‘nagły’, *sūbitō* ‘nagle, bez przygotowania’]). W tych granicach ocena jest szybka, dokładna i wiarygodna. Gdy wszakże liczba elementów przekracza 4, oceny są mniej dokładne i wiarygodne,

a czas reakcji dramatycznie się wydłuża o 250–350 ms na każdy dodatkowy element. Być może, iż właśnie w ten sposób dochodzi się do omówionych wyżej wyników z szacowaniem liczby punktów.

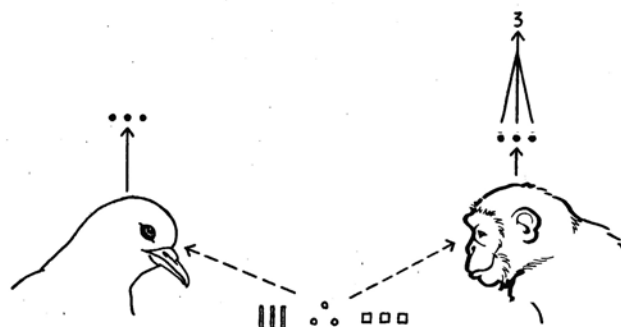
Oczywiście subitacja może się ujawniać w różny sposób. Pamiętam, że w czasie gdy hodowaliśmy w domu dwa małe ptaszki, mewki japońskie (*Lonchura striata domestica*), córka przyniosła do nas „w depozyt” kota Mysia. Kot był na tyle przyzwoity, że nie próbował ich wyciągnąć i zjeść, natomiast chętnie je obserwował w klatce. Trwało to ponad rok – aż samiczka ze starości zasnęła i została z klatki usunięta. Mysia przy tym nie było. Gdy przyszedł do kuchni, gdzie stała klatka i podszedł do niej – wyraźnie był zaskoczony: zaglądał z jednej strony, z drugiej strony; nie ulegało wątpliwości, że szukał *gdzie jest drugi ptaszek!*

Liczenie przez zwierzęta

Chyba już czas „wyciągnąć królika z kapelusza” – i przejść do zwierząt, które potrafią liczyć. **Liczenie** ma dwa podstawowe znaczenia: (1) wymieniania liczb w kolejności i (2) obliczania czyli wykonywania działań arytmetycznych, np. rachowania czyli dodawania do siebie poszczególnych jednostek, inaczej sumowania. Warto zwrócić uwagę, że w najprostszym wypadku – ta ostatnia czynność niewiele się różni od pierwszej, gdyż może polegać na wymienianiu liczb w kolejności przypisując liczby przedmiotom (jak przy liczeniu jednakowych banknotów czy liczeniu uderzeń bijącego zegara ściennego). Przy okazji: **liczba** jest to (a) określenie mnogości rzeczy przeliczalnych, (b) wynik liczenia, a także (c) wyrażający to znak graficzny (składający się z **cyfr**).

Przed z górą dwudziestu laty (1989) udało się Sarze Boysen i Gary'emu Berntsonowi stwierdzić istnienie u szympansa zdolności do liczenia. Po nauczaniu 4-letniej Sheby wybierania okrągłej kartki z liczbą kropek odpowiadającą 1–3 prezentowanych jej kawałków jedzenia, stopniowo zastępowano poprawną kartę – prostokątną z właściwą cyfrą *arabską*. Następnie (po kolejnych *ca* 300 próbach) wprowadzono cyfrę 0 przy pustej tacy – i nadliczbowa kartę z cyfrą ‘4’; dla zgeneralizowania wyników zastąpiono kawałki jedzenia różnymi innymi przedmiotami (np. bateriami do latarki). Po osiągnięciu 68–85% poprawnych wyborów, przeprowadzono II serię doświadczalną. Wykonywano ją w podłużnej sali

doświadczalnej, w której znajdowały się 3 możliwe miejsca z pokarmem oraz platforma startowa, tworzące w przybliżeniu kwadrat. W 1–2 z tych trzech miejsc umieszczano 0–4 pomarańcze. Z żadnego z tych punktów nie było widać, w których pojemnikach znajdowały się pomarańcze. Zadaniem Sheby było obejście wszystkich pojemników, sprawdzenie i powrót do platformy startowej (co następowało przeciętnie po 10–20 s) – a tam wybranie właściwej karty z arabską cyfrą odpowiadającą liczbie znalezionych w obu pojemnikach pomarańczy. W kolejnym doświadczeniu zastąpiono pomarańcze „etykietowaniem” dwóch z trzech karmników kartami z różnymi cyframi arabskimi od 0 do 4, dającymi pary 1, 0; 1, 1; 1, 2; 1, 3; 2, 0; 2, 2; i 3, 0. Sheba powinna była obejść wszystkie *trzy* miejsca, a następnie wybrać cyfrę odpowiadającą liczbie stanowiącej sumę obu znalezionych liczb. Udało jej się osiągnąć 73–84% poprawnych odpowiedzi (przy przypadkowej szansie równej 33% dla trzech kart i 25% – dla czterech. Jest tu więc podstawowa różnica w porównaniu nawet z subitacją (ryc. 17).



Ryc. 17. Szacowanie liczebności przez ptaka a liczenie szympansa (wg Tembrocka, zmienione).

Jak się wydaje, żadna praca ze zwierzętami innych gatunków nie dała równie spektakularnych wyników.

KOMPUTEROWE SYMULACJE EWOLUCJI

Michał Gocyla (Kraków)

Wstęp

Aby zaistniało zjawisko ewolucji biologicznej konieczne jest spełnienie wielu warunków. Po pierwsze musi istnieć środowisko, w którym żyć będzie populacja krzyżujących się osobników. Każdy z tych osobników powinien posiadać unikalny genotyp stanowiący podstawę dla fenotypu czyli zespołu cech jakimi charakteryzuje się dany osobnik. Taki opis jest właściwy dla świata organizmów żywych. Co otrzymalibyśmy próbując zdefiniować wymienione warunki w języku współczesnej techniki? Otóż środowisko stanowi źródło problemów, z którymi muszą sobie poradzić osobniki. Jego zadaniem jest również określenie czy i w jakim stopniu dany osobnik spełnił stawiane mu wymagania. Na podstawie tej właśnie oceny podejmowana jest decyzja o dalszym losie sprawdzanego. Może on istnieć dalej po to, by wziąć udział w krzyżowaniu lub zostać wyeliminowany. Ewentualnie może również przeżyć, pomimo iż jego cechy uniemożliwiły mu przekazanie swoich genów. Wszystko to sprawia, że środowisko można opisać jako układ składający się z dwóch składników. Pierwszym jest zbiór problemów. Drugi to funkcja oceniająca rozwiązania zaproponowane przez danego osobnika, czyli jego przystosowanie. Tak więc, jeśli przyjmiemy, że fenotyp (zbiór cech) osobnika stanowi rozwiązanie, to cała populacja nie będzie niczym innym, jak zbiorem mniej lub bardziej podobnych rozwiązań. Co się zaś tyczy pojęcia genotypu, to w biologii stanowi on opis, na podstawie którego tworzony jest nowy osobnik. W technice również stosowane są takie opisy – zazwyczaj nazywa się je projektami.

Algorytm Genetyczny – Teoria

Powyższy opis można wykorzystać do stworzenia modelu, którego zastosowanie w określonych warunkach będzie dawało wyniki bardzo podobne do tych generowanych przez proces ewolucji biologicznej. Do modelowania zjawiska ewolucji można wykorzystać algorytmy stworzone na podstawie obserwacji efektów jej działania. Takimi właśnie algorytmami są algorytmy genetyczne. Zasada ich działania jest podobna do praw rządzących ewolucją. Na początku mamy więc pewną populację losowo wybranych osobników. W przyrodzie populacja taka mogłaby powstać poprzez przeniesienie pewnej liczby

osobników danego gatunku do nowego środowiska. Nowe środowisko stawia przed osobnikami nowe wyzwania. Po pewnym czasie okazuje się, że tylko część osobników może dożyć wieku rozrodczego i wydać potomstwo. Tak potomstwo, jak również osobniki dorosłe są przez cały czas narażone na mutacje. W przypadku algorytmów owe potomstwo stanowią nowe unikalne projekty powstałe poprzez mieszanie fragmentów projektów z poprzedniego pokolenia. Przy czym warto tutaj zaznaczyć, iż istnieje kilka możliwości. W pierwszej źródłowa populacja może składać się z rozwiązań już znanych. Wtedy liczba odrzuconych projektów będzie stosunkowo niewielka. Druga możliwość to generacja rozwiązań całkowicie przypadkowych, której efektem jest zazwyczaj duży zbiór rozwiązań niespełniających stawianych wymagań. Rozwiązania satysfakcjonujące są wybierane dzięki działaniu funkcji oceniającej. Ważne jest, aby osobniki były poddawane ocenie po uwzględnieniu efektów mutacji. Następnie dochodzi do krzyżowania się wybranych osobników, czyli mieszania fragmentów rozwiązań. Efektem krzyżowania jest kolejna populacja lepszych i gorszych rozwiązań. Te lepsze uczestniczą w następnym krzyżowaniu, te gorsze są odrzucane. Mutacje, wybór i krzyżowanie powtarza się zazwyczaj wiele razy. Proces zatrzymywany jest w dwóch przypadkach. Pierwszy to sukces, czyli otrzymanie poszukiwanego rozwiązania. Porażka następuje gdy kolejne próby dają podobne, niesatysfakcjonujące rozwiązania.

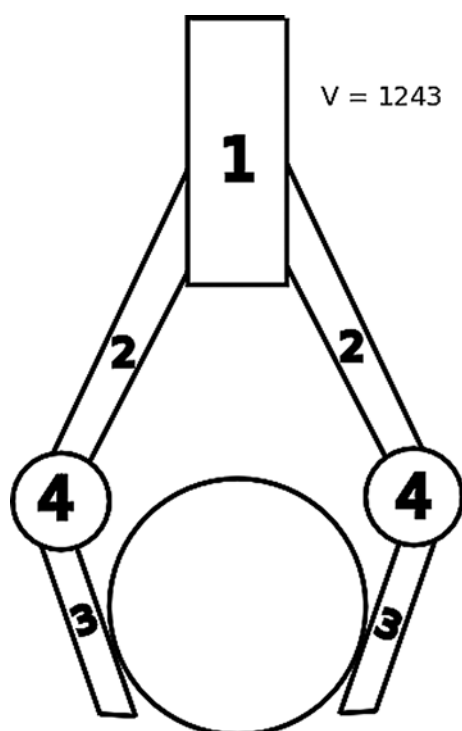
Algorytm Genetyczny – Realizacja

Tak przedstawia się teoria. W praktyce jednak ujawnia się kilka zasadniczych problemów. Po pierwsze trzeba wybrać metodę kodowania posiadanych informacji. Metoda ta musi umożliwiać zapisanie danych w postaci chromosomów stanowiących projekt każdego rozwiązania. Stworzone musi zostać środowisko i funkcja oceniająca. Niezbędne jest również zdefiniowanie operacji wykonywanych na chromosomach w czasie mutacji i krzyżowania chromosomów.

W informatyce operacje wykonuje się zazwyczaj na ciągach znaków. W algorytmach genetycznych wykorzystywać można ciągi różnych znaków. Mogą to być: zera i jedyńki (kodowanie binarne), cyfry, litery oraz ciągi mieszane zawierające wszystkie możliwe znaki. Przy czym różnorodność znaków

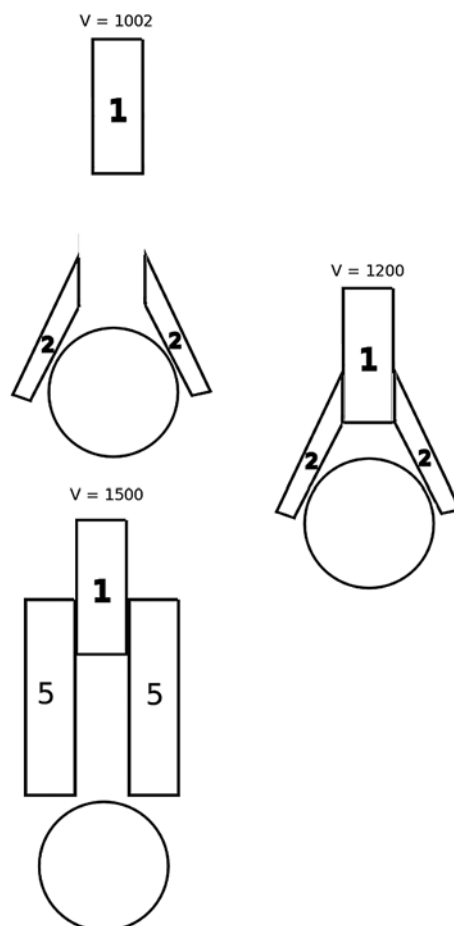
podlega zazwyczaj technicznemu ograniczeniu w postaci znaków nieobsługiwanych przez system lub język w którym powstaje program zawierający implementację algorytmu. Warto również zwrócić uwagę na fakt, iż komplikacja zapisu zwiększa czas potrzebny na wykonanie operacji, co zmniejsza wydajność procesu. Wreszcie wybór niewłaściwej metody kodowania może przyczynić się do utraty kluczowych informacji, co uniemożliwi otrzymanie poszukiwanego rozwiązania. Wybrawszy najwłaściwszą z metod, należy zastanowić się kształtem i ilością chromosomów. Często stosowaną zasadą jest przedstawianie każdego z projektów pod postacią jednego tylko chromosomu. Chromosom taki może mieć postać wektora. W tej postaci każdy gen jest reprezentowany przez znak, a znaki zapisywane są jeden po drugim.

Prawdziwe problemy zaczynają się jednak przy tworzeniu funkcji symulującej środowisko. I tak, jeśli celem algorytmu jest zaprojektowanie układu, który będzie wykonywał jakąś pracę, to miarą przystosowania będzie oczywiście skuteczność wykonywanej pracy. Dla przykładu rozważmy prosty przypadek chwytaka, którego zadaniem jest podniesienie kuli wykonanej z miękkiego materiału (ryc. 1). Aby powstał taki układ, konieczne jest matematyczne opisanie środowiska w którym istnieje ciężenie oraz określenie siły z jaką chwytak będzie naciskał na kulę



Ryc. 1. Chwytak, którego zadaniem jest podniesienie kuli. Poszczególne elementy oznaczone cyframi. Oznaczenia elementów zapisano w postaci wektora o stałej liczbie czterech współrzędnych. 0 oznacza brak elementu na danej pozycji.

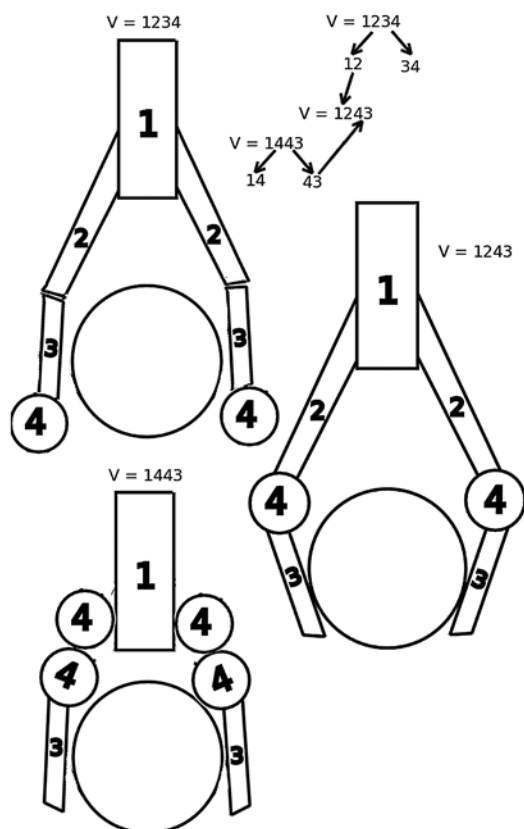
(siła ta ma wartość stałą). Wybrano również metodę kodowania. Chromosomy są tutaj wektorami składającymi się z cyfr. Każda cyfra jest numerem pewnego rodzaju części. Części są dodawane w kolejności wynikającej z pozycji genu (cyfry) w chromosomie (wektorze). Aby wykonanie zadania było w ogóle możliwe, konieczne było dodanie ruchomych połączeń pomiędzy kolejnymi prostopadłościanami (ruch następował zawsze tylko w jedną stronę). Oczywiście taki typ połączeń również mógłby powstać na drodze ewolucji, ale wtedy nasz przykład stałby się raczej skomplikowany. Niektóre rodzaje części układu mają również możliwość zbierania informacji. Jeśli zbierane będą tylko dane na temat powierzchni styku kuli i prostopadłościanu, to powierzchnia ta będzie stanowiła kryterium wyboru najlepszego z powstałych rozwiązań. Dodatkowym kryterium będzie obecność połączeń pomiędzy poszczególnymi elementami. Nowe projekty powstają na drodze mutacji i krzyżowania (ryc. 2, 3). Po kilku tysiącach „pokoleń” powstanie chwytak podnoszący kulę (ryc. 1). Jednakże jakość funkcji jest silnie zależna od danych na temat warunków



Ryc. 2. Kolejne pokolenia. Oba „osobniki” są efektem mutacji dodającej losowy element w losowym miejscu (bez zastępowania elementu 1). Po prawej wybrany, po lewej odrzucony. Powodami odrzucenia były: brak połączeń pomiędzy elementami (górny), zbyt mała powierzchnia kontaktu z podnoszoną kulą (dolny).

pracy układu takich jak na przykład waga podnoszonej kuli lub wytrzymałość połączeń. Brak uwzględnienia takich informacji w czasie projektowania zaowocowałaby powstaniem chwytaka niskiej jakości (ryc. 4).

Niełatwym zadaniem jest również wybór najlepiej przystosowanych osobników. Można tutaj zastoso-

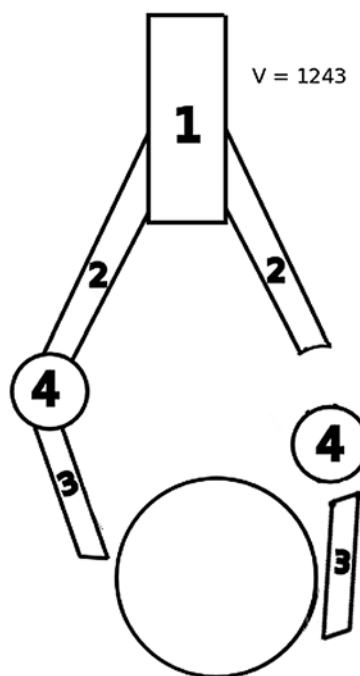


Ryc. 3. Krzyżowanie. Podział ciągu znaków na dwie równe części. Wymiana części pomiędzy podzielonymi ciągami. Krzyżowanie następuje tylko pomiędzy osobnikami spełniającymi określone kryteria.

wać metodę ruletki. W której miarą przystosowania jest ilość pól przynależnych każdemu z osobników (ryc. 5). Przydatność tej metody spada wraz ze wzrostem podobieństwa osobników – osobniki podobne otrzymują takie same wycinki koła. Można też zastosować metodę rankingową – każdy osobnik dostaje miejsce na liście. Problemem jest tutaj brak wrażliwości na różnice pomiędzy osobnikami – wszystkie osobniki spełniające określone kryteria są traktowane tak samo. Poprzez niewłaściwe stosowanie powyższych metod możemy otrzymać populację bardzo podobnych osobników, których wyniki będą oscylowały wokół pewnego ekstremum, które będzie jedynie lokalnym ekstremum badanej funkcji (ryc. 6)

Aby odzwierciedlić proces ewolucji biologicznej konieczne są również mutacje. Mutacje występują z określonym prawdopodobieństwem. Prawdopodobieństwo to jest zazwyczaj niskie, ponieważ duża ilość mutacji spowodowałaby nagły wzrost zmienności,

którego efektem byłoby zniszczenie wielu potencjalnie dobrych rozwiązań. Operacje wykonywane w czasie wprowadzania efektów mutacji są zależne od wybranej metody kodowania. Mogą to być odpowiedniki mutacji spotykanych w przyrodzie czyli: wstawianie pewnych fragmentów kodu w różne



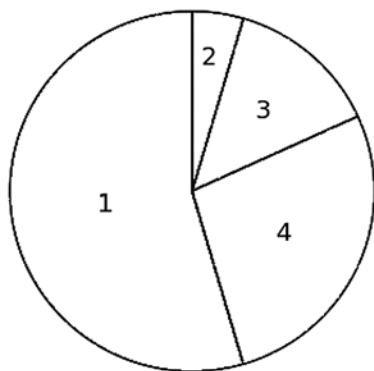
Ryc. 4. W czasie projektowania założono, iż wytrzymałość połączeń jest wystarczająca, a jej zwiększanie nie ma znaczenia – nie stanowi kryterium. Było to błędne założenie...

miejsca chromosomu, kasowanie jednego lub kilku genów, wymiana pewnej ilości genów. Można jednak również stosować inne operacje. Przykładowo zastosowanie kodowania binarnego umożliwia wykonywanie operacji logicznych, chromosom składający się z ciągu cyfr pozwoli na operacje algebraiczne. Dokładnie tak samo wygląda kwestia krzyżowania. Spotykane w przyrodzie rozcinanie i łączenie można w zależności od potrzeb zastąpić dowolną inną operacją. Jedynymi ograniczeniami są tutaj po raz kolejny wykorzystywane oprogramowanie – nie każdy język umożliwia proste dodawanie ciągów liter.

Przykłady Zastosowań Komputerowych Symulacji Procesu Ewolucji

W ten oto sposób można wykorzystać komputer do symulowania procesu ewolucji biologicznej. Wszystko to nie odpowiada jednak na zasadnicze pytanie. Jakie korzyści mogą wynikać z symulowania zjawiska ewolucji biologicznej. Otóż oprócz niezaprzeczalnej wartości poznawczej symulacje takie pozwalają osiągnąć znaczne korzyści materialne.

Jednym z przykładów może być rozwiązanie problemu komiwojagera. Polega on na odnalezieniu najkrótszej drogi łączącej wszystkie miasta tak, by przez



Ryc. 5. W tej próbie najlepsze rozwiązanie to 1. Najgorsze to 2.

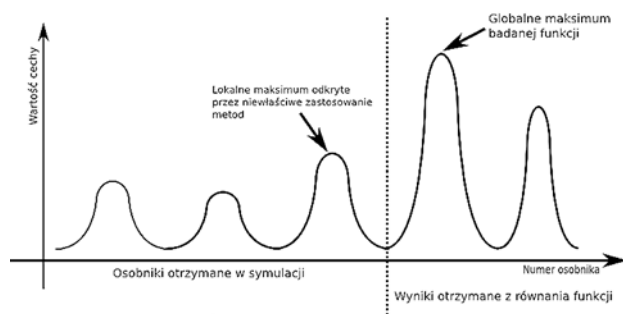
każde miasto przejść tylko raz. Oczywiście algorytm genetyczny nie zawsze da optymalne rozwiązanie. Jednak otrzymane rozwiązania sub-optymalne mogą okazać się wystarczające. Wyszukiwać można nie tylko drogę, ale również i dowolne informacje, co jest możliwe, ponieważ zasada działania algorytmów genetycznych umożliwia przeszukiwanie dużych zbiorów rozwiązań. Główną różnicą jest tutaj postać chromosomów. Przy zapisie drogi lepiej sprawdzają się wektory. Przy wyszukiwaniu i sortowaniu informacji używa się natomiast struktur drzewiastych.

Wielkie nadzieje daje również projektowanie genetyczne. Przy czym tutaj widoczny staje się problem różnic pomiędzy symulacją, a symulowanym środo-

wie, gdzie algorytmy genetyczne łączy się z układami *Field Programmable Gate Array* (Bezpośrednio Programowana Macierz Bramek). Cechą tych układów jest zdolność do szybkiej zmiany struktury tak, iż do pomiarów używa się rzeczywistego układu. Jeszcze dalej poszli twórcy projektu GOLEM, którego celem jest automatyczne projektowanie i tworzenie robotów spełniających określone zadania. Jest to możliwe dzięki połączeniu metod projektowania genetycznego oraz druku trójwymiarowego. Roboty zaprojektowane w wirtualnym środowisku są automatycznie drukowane i sprawdzane w rzeczywistości. Dane o stopniu przystosowania wracają do komputera po to, by wybrać najlepsze z projektów i dać początek nowemu pokoleniu.

Podsumowanie

Możliwe jest stworzenie modelu opisującego zjawisko ewolucji biologicznej. Modele takie można wykorzystać do stworzenia symulacji tego procesu. Wielkie korzyści niosą również praktyczne zastosowania zdobytych informacji. Obecnie jedynym ograniczeniem wydaje się być moc obliczeniowa wykorzystywanych komputerów. Perspektywy rozwoju można natomiast podsumować jednym tylko pytaniem. Jak będzie wyglądał świat, w którym maszyna zaprojektuje się sama, a osoba projektanta stanie się zbędna?



Ryc. 6. Sprawdzenie metody selekcji. Zastosowanie algorytmu ewolucyjnego do odnalezienia ekstremum funkcji, której wzór był znany. Numery osobników przyporządkowano tak, aby zilustrować zjawisko – jedno maksimum dla każdej populacji. Przedostatnie maksimum (maksimum globalne) otrzymano podstawiając wyliczone wartości. Ostatnie maksimum to efekt podstawienia innych wartości.

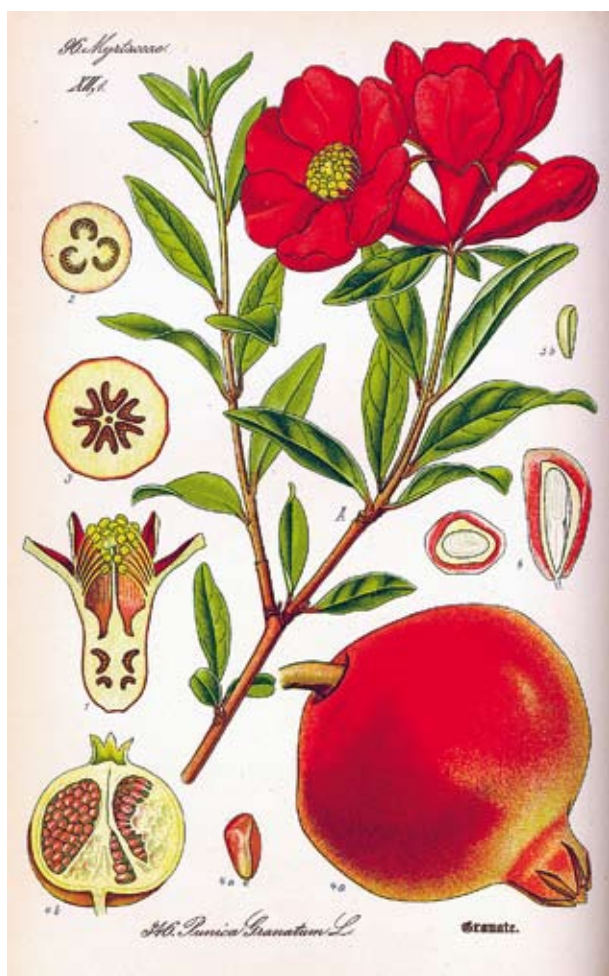
wiskiem. Optymalne byłoby rozwiązanie, w którym tworzony jest prawdziwy obiekt podlegający działaniu środowiska naturalnego. Obecnie takie rozwiązanie jest już możliwe. Stosuje się je na przykład

GRANAT – OWOC MAŁO NAM ZNANY

Roman Karczmareczuk (Wrocław)

Do rodziny granatowcowatych (*Punicaceae*) z rzędu mirtowców (*Myrtales*) zaliczamy tylko dwa gatunki. Występują w postaci krzewów lub małych drzewek o liściach niepodzielonych i naprzeciwległych, a obupłciowe, promieniste, duże kwiaty cechuje jaskrawoczerwona barwa. Kielich i korona są 5–8-dzielne, a dno kwiatowe zrasta się z zalążnią słupka. Złożona z dziewięciu owocolistków zalążnia jest podzielona na komory, a jagodokształtny owoc wykazuje zewnętrzne podobieństwo do jabłka.

nazywany też granatem właściwym, granatowym drzewem lub granatowym krzewem. Na stanowiskach naturalnych znany jest z krajów zakaukaskich, z Iranu, Afganistanu oraz Azji Środkowej i tam został prawdopodobnie udomowiony. Charakteryzuje się wielką zmiennością uwidoczną m.in. w rozmiarach, czasie dojrzewania, ilości soku, a także innych składników. Osiąga wysokość 5 m, lecz częściej rośnie jako krzew o ciernistych gałęziach. Względem gleby nie jest wybredny, gdyż bytuje nawet na zupełnie jało-



Ryc. 1. Granatowiec właściwy (*Punica granatum*). Za: Otto Wilhelm Thomé, *Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz*, Gera 1885 (www.BioLib.de).

Nie ma istotnego znaczenia endemit *Punica protopunica* z wyspy Sokotry (nazwa od sanskryckiego *Dwipa Sachadara*, czyli „wyspa przeczcucia szczęśliwości”), należącej do Jemenu Południowego. Z gospodarczego punktu widzenia największą rolę odgrywa granatowiec właściwy (*Punica granatum*),



Ryc. 2. Kwiat granatowca właściwego (*Punica granatum*). Fot. Magdalena Mularczyk.

wym podłożu. Bez szkody potrafi również przetrwać obniżenie temperatury powietrza do -15°C , ale do drzew długowiecznych nie należy, bo egzystuje powyżej 60 lat. Jego sezonowe, wąskie liście są lancetowate, a czerwone, różowe lub niekiedy białe kwiaty rozwijają się w pachwinach liści pojedynczo lub w pęczkach, na przyrostach bieżącego roku. Większe, normalnie wykształcone, zawiązują owoce, pozostałe zaś, o krótkiej szyjce słupka, opadają po przekwitnięciu. Ukazują się od maja do lipca i korzystają przeważnie z zapylenia obcym pyłkiem. Owocowanie następuje w czwartym roku życia rośliny, lecz na jego pełnię trzeba czekać jeszcze podobną liczbę lat. Owoce dojrzewają późną jesienią i u niektórych odmian osiągają ciężar jednego kilograma. W polskiej literaturze ten typ podobnego do jagody owocu nazywa się granatem. Powstaje on z dolnej zalążni, zbudowanej – co jest bardzo rzadko spotykane w świecie roślin – z owocolistków ułożonych piętrowo: trzech na dole i od pięciu do siedmiu na górze. Skórzasta owocnia, początkowo purpurowa, z czasem brunatnieje i pęka nieregularnie, a na szczycie owocu pozostają mięsiste działki kielicha. W kilku komorach tkwią liczne

tępograniaste nasiona (nawet tysiąc). Ich łupina składa się z dwóch warstw: wewnętrznej twardej i zewnętrznej soczystej, która stanowi część owocu zdatną do spożycia. Przeciętnie z jednego drzewa można otrzymać 50 kg owoców, a każdy kilogram dostarcza od 500 do 750 g soku.



Ryc. 3. Kielich granatowca właściwego (*Punica granatum*), widoczne okółki pręcików i w środku – znamię słupka. Fot. Magdalena Mularczyk.

W owocach stwierdzono 10–20% cukrów (sporo glukozy), 3% kwasów organicznych z dominacją cytrynowego, trochę garbników i nieco witaminy C. Natomiast w kwiatach występuje czerwony barwnik z grupy antocyjanów – punicyna, a w nasionach ok. 20% tłuszczu zdatnego do wyrobu oleju jadalnego i przemysłowego. Wartościowe są ponadto wytloki, które zawierają dość dużo tłuszczu, białka oraz soli mineralnych i stanowią doskonałą paszę dla bydła i nierogaczyny. Najatrakcyjniejszy jest sok, szybko eliminujący uczucie pragnienia. Spożywa się go w stanie surowym lub w postaci różnych napojów orzeźwiających. Oprócz tego produkuje się z niego również galaretki, kwas cytrynowy, syropy i poncz, a na Kaukazie wino o tkwiących w wyobraźni ludzkiej wyimaginowanych walorach afrodyzjakalnych. Znaczne ilości garbników (ok. 30%) w liściach, korze korzeni i pni służą m.in. do wyrobu safianu (pers. *sächtijan* od *sächt* – mocny), delikatnej skóry koziej służącej do wytwarzania luksusowego obuwia, toreb, oprawy książek i obijania mebli. Okrywy owocowe są wykorzystywane nie tylko w celu otrzymywania cytrynowych i czerwono-brunatnych barwników gwarantujących renomę słynnych dywanów wschodnich, lecz również wyrabia się z nich dobry czarny atrament, ceniony niegdyś przez mnichów buddyjskich i używany przez niewiasty niektórych krajów azjatyckich do rytualnego barwienia ciała. Podobną wartość mają bardzo trwałe barwniki pochodzące z kwiatów. Dzięki nim tkaniny lniane, bawełniane, jedwabne i wełniane zyskują wydatnie na jakości.

Z właściwości terapeutycznych granatowca korzystano od niepamiętnych czasów, w Babilonie już 5000 lat temu. Najwybitniejszy medyk grecki Hipokrates z Kos (ok. 460–377) leczył sokiem bóle żołądka, a skórki z owoców zalecał jako środek eliminujący dokuczliwe biegunki oraz zewnętrznie celem gojenia ran. Podobne zalety rośliny wyeksponowali Arabowie, stosując wyciągi z kory i skórki do zwalczania schorzeń przewodu pokarmowego. Ponadto w starożytnej Grecji, Rzymie, Indiach i Armenii stanowiły powszechny lek przeciw robaczycy. Należy zaznaczyć, że współczesne badania potwierdziły skuteczność terapii uwarunkowanej zawartością w granacie takich alkaloidów, jak peletieryna oraz izopeletieryna, które paraliżują tasiemce. W niektórych krajach również i dziś odwarem z kory zwalcza się te pasożyty, a w Chinach tę dobroczynną działalność powierzono korze z korzeni. W dobie obecnej sok jest gdzieś tam pomocny przy usuwaniu biegunek, dyzenterii, anginy, szkorbutu i stwardnienia tętnic. W Gruzji świeże owoce są użytkowane do leczenia uporczywego kaszlu, zapalenia okrężnicy, gorączki i malarii, sok zaś i sproszkowane okrywy granatu łagodzą skutki oparzeń.



Ryc. 4. Dojrzały owoc granatowca właściwego (*Punica granatum*). Fot. Magdalena Mularczyk.

Granatowiec należy do najstarszych roślin użytkowych kultywowanych na Bliskim Wschodzie. Jego rozpowszechnienie w rejonie Morza Śródziemnego zawdzięczamy przede wszystkim Fenicjanom, nazywanym przez Rzymian Punijczykami. Podczas prac archeologicznych w Gezer na terenie Palestyny odkryto nasiona sprzed 5000 lat, a z zachowanych rzeźb i malowideł najstarszych świątyń w kraju faraonów wynika, że znano go tam już 2500 lat *ante Christum natum*. Szczątki owoców stwierdzono w grobowcach z różnych epok w górnym Egipcie, resztki zaś kwiatów znaleziono po raz pierwszy w 1884 roku w grobowcu z XX dynastii. O znaczeniu granatów świadczą też ich wizerunki w dziełach sztuki asyryjskiej, greckiej,

bizantyjskiej i arabskiej. Również na monetach greckich dostrzegamy owoc granatu obok głowy Ateny i skrzydlatej bogini zwycięstwa Nike. Natomiast bogini miłości i piękności Afrodyta jest widoczna z granatem w dłoni na mozaikach i freskach.



Ryc. 5. Owoc granatowca właściwego (*Punica granatum*) w przekroju. Fot. Magdalena Mularczyk.

Przedmiot naszych rozważań kultywowany przez Achajów w południowej części Półwyspu Apenińskiego dotarł w VII lub VI stuleciu p.n.e. do Rzymu pod nazwą *malum punicum* albo *malum granatum*. Warto przypomnieć, że łacińskie określenie *granatum* wywodzi się od *granum*, co znaczy ziarno lub nasienie. Stanowiące dary dziękczynne konterfekty owoców pochodzące z południowoitalskich sarkofagów są obecnie często spotykane na dywanach wschodnich i tkaninach kościelnych, gdzie występują nieraz z różą (*Rosa* sp.) i szachownicą cesarską (*Fritillaria imperialis*).



Ryc. 6. Motyw owocu granatowca w barokowej kracie nad wejściem do kościoła Świętej Trójcy oo. Bonifratrów we Wrocławiu. Fot. Magdalena Mularczyk.

W Hiszpanii granatowiec znalazł miejsce dzięki Arabom, którzy z początkiem VIII wieku zajęli całe wybrzeże Afryki Północnej, a w latach 711–714

wtargnęli przez Cieśninę Gibraltarską na Półwysep Pirenejski. W początkach swego panowania zbudowali w Andaluzji Grenadę – miasto szczególnie cenione z uwagi na wspaniałe zabytki wywodzącej się z islamu sztuki mauretańskiej. Swoją nazwę miasto otrzymało prawdopodobnie od dawnej rzymskiej osady Gharnata lub od berberyjskiego pierwowzoru Karnata (wzgórze obcoplemienne). Jednak obecnie utrwaliło się przekonanie o jej pochodzeniu od prezentowanego owocu, figurującego nie tylko w herbie Grenady oraz Hiszpanii i w podobnych godłach wielu tamtejszych rodów rycerskich, lecz również w herbie Kolumbii.

Warto też zwrócić uwagę na znaczenie rośliny w kulcie, mitach i wierzeniach, tak wspaniałe wypuklonych przez antycznych Greków. Według jednej z legend Afrodyta w siedzibie bogów na Olimpie została obdarowana nasionami, wysiała je na wyspie Cypr, skąd granatowce szybko zaczęły się rozprzestrzeniać na inne obszary. Poza tym wierzone, że owoc powstał z krwi boga wina i płodnych sił przyrody Dionizosa – Bakchusa, a ci, którzy go spożywali, nabywali jego cechy zmysłowe.

Również starożytni Egipcjanie wiązali granat z erotyką, o czym świadczą zidentyfikowane wiersze na papirusach. Oprócz tego stał się on emblematem płodności poświęconym takim bogom, jak opiekunka małżeństwa Hera, strażniczka pól i lasów Demeter i Adonis symbolizujący odradzającą się roślinność. Ponadto był uważany za owoc króla lidyjskiego Tantalą, którego znieważeni bogowie skazali na wieczne męki w Tartarze, miejscu najcięższych kar w podziemnym państwie umarłych – Hadesie. Nie mógł zaspokoić głodu, gdyż cofały się przed nim owoce z pobliskiego drzewa, ani ugasić pragnienia, mimo że woda w rzece sięgała mu po szyję (stąd męki Tantalą).

Poza tym owoce granatu ceniono jako atrybuty Baala – kananejskiego boga przyrody i płodności, kwiaty zaś swym subtelnym wdziękiem, pełnym niewysłowionego splendoru i anielskiej gracji, dekorowały słynne ogrody wiszące na kilkupoziomowych tarasach w obrębie pałacu królewskiego w Babilonie. Założone zostały w 800 roku p.n.e. przez Nebokadneczara II, władcę, który zdobył Syrię, Palestynę (babilońska niewola Żydów) i Fenicję. Natomiast fantazji Greków zawdzięczamy, że ten imponujący przykład antycznej sztuki ogrodniczej wszedł do historii jako dzieło legendarnej królowej Asyrii i Babilonu – Semiramidy.

Gliniane wizerunki granatów, znajdujące w starożytnych grobowcach, miały gwarantować zmarłemu wieczne istnienie po śmierci. Natomiast czerwień kwiatu i miąższu owocu oraz wielka liczba nasion

sprawiły, że został on emblematem miłości, małżeństwa i wielodzietności. Izraelici widzieli w owocach granatu symbol błogosławieństwa, dzięki przymierzemu zawartemu z Bogiem. Często są ich rzeźby w kapitelach kolumn świątyni Salomona, jak też podobizny na szatach arcykapłana. Owoce i kwiaty zdobiły m.in. zwoje praw, diademy i lampy oliwne, dojrzewający zaś owoc stanowił wzór korony króla Salomona. Dla chrześcijan był symbolem Kościoła Chrystusowego, który przez cierpienie jego twórcy i ofiar licznych prześladowań błyszczy wspaniałą purpurą. W sztuce chrześcijańskiej jest często widoczny na mozaikach podłogowych, tkaninach i obrazach przedstawiających rajskie rośliny. Z kolei w dziełach malarskich XV i XVI stulecia dostrzegamy niekiedy obok Matki Bożej Dzieciątka z owocem w ręku, który symbolizuje nowe życie ofiarowane nam przez Jezusa Chrystusa.

Można jeszcze wspomnieć, że „jabłko” granatu jest atrybutem Zakonu Miłosiernych Braci św. Jana Bożego (hiszp. Juan de Dios, 1495–1550), założyciela

zakonu bonifratrów, i oznacza miłość przekazywaną bliźniemu.

W czasach teraźniejszych uprawa granatowca objęła prawie wszystkie subtropikalne rejony naszej planety. Dotyczy to zwłaszcza Bliskiego Wschodu, obszaru śródziemnomorskiego, a także Indii, gdzie nie tylko jego owoce, lecz również ozdobne kwiaty cieszą się dużą popularnością. Dostrzegamy to również w cieplejszych częściach USA (Kalifornia) i na niektórych terenach Ameryki Południowej. Nie jest jednak kultywowany w dużych ilościach i dlatego mimo swych walorów nie osiągnął w świecie roślin użytkownych takiej renomy jak banany, pomarańcze, winogrona i cytryny.

W naszym kraju spożycie owoców granatowca jest znikome, lecz czasem tę piękną i dekoracyjną roślinę uprawia się w doniczkach. Do tego celu najbardziej nadaje się odmiana karłowata (*Punica granatum* ‘Nana’). Charakteryzuje się ona drobnymi liśćmi i licznymi czerwonymi kwiatami, które można podziwiać od wiosny do późnej jesieni.

■ Dr Roman Karczmareczuk jest emerytowanym nauczycielem. E-mail: mularm@biol.uni.wroc.pl.

OD CZEGO ZALEŻY DŁUGOŚĆ NASZEGO ŻYCIA?

Bohdan Achremowicz (Rzeszów)

Dane statystyczne nie są zbyt optymistyczne dla Polaków. Według aktualnych zestawień na liście prognozowanej długości życia zajmujemy na świecie 54 miejsce, przy średniej 75,2 lat, mężczyźni żyją tylko 71,2, a kobiety znacznie dłużej, bo 79,4 lat. Na czele tradycyjnie znajdują się mieszkańcy Japonii – 82 lata, Szwecji i Szwajcarii – 80,6 lat. Statystycznie krócej żyją Rosjanie – 65,9 lat (128 miejsce na liście), a najkrócej mieszkańcy Angoli – 37,6 lat (190 miejsce). Dla rodzaju ludzkiego prognozy naukowców na najbliższe dziesięciolecia są znacznie lepsze. Profesor medycyny Roland Moreau przewiduje, że „średnia długość życia człowieka, z punktu widzenia biologii, powinna wynosić sto dwadzieścia lat”. Potwierdzają to obserwacje z Hongkongu i Japonii, dziewczynki obecnie przychodzące na świat mają statystycznie szansę przeżyć sto lat, a od 2027 r. nawet sto trzydzieści.

O długości naszego życia decyduje wiele czynników, wśród nich w pierwszej kolejności należy wymienić warunki środowiskowe, tryb życia, odżywianie, poziom stresu i odziedziczone geny. Szeroko

prowadzone badania naukowe mają ustalić obiektywne, biologicznie udokumentowane podstawy długowieczności. Powszechnie wiadomo, że niskokaloryczna dieta daje szansę na dłuższe życie. Zaobserwowano to już w Anglii po wojnie gdy reglamentowano żywność, a ludzie żyli dłużej i nie zapadali na szereg chorób dietozależnych. Późniejsze badania wykazały, że taka dieta obniża odkładanie cholesterolu, ciśnienie tętnicze, reguluje sekrecję insuliny, zmniejsza ilość szkodliwych wolnych rodników. Stwierdzono również, że dieta niskokaloryczna ogranicza apoptozę, czyli zaprogramowaną śmierć starszych komórek, co przedłuża życie osobnicze.

Ważny jest także odziedziczony aparat genetyczny człowieka, a badania na stulatkach pozwoliły wyizolować gen SIRT₁ odpowiedzialny za dłuższe życie. Wykazano, że gen ten przyspiesza komórkowy rozkład tłuszczu, obniżając masę ciała, co sprzyja przedłużeniu życia. Według profesora Nira Barzilai, dyrektora Instytutu Badań nad Starością w Nowym Jorku, niektórzy ludzie żyją dłużej ze względu na

genotyp, a ich DNA predestynuje do dłuższego życia, niezależnie od tego czy prowadzą zdrowy tryb życia, czy nie. Powyższe wnioski oparto na badaniach obejmujących 500 osób w wieku od 95 do 112 lat, którzy palili, mieli nadwagę i wysoki cholesterol. Wyizolowanie genów odpowiedzialnych za długie życie daje możliwości wynalezienia lekarstwa, które imitując działanie genów, będzie istotnie wpływać na przedłużenie życia. Działanie to ma polegać na stymulowaniu produkcji „dobrego cholesterolu”, a także na eliminowaniu ryzyka wystąpienia chorób serca, naczyń krwionośnych oraz cukrzycy. Badania nad stworzeniem nowego leku mają się zacząć już w tym roku i potrwać od 5 do 10 lat. Później, być może, magiczna pigułka, którą zaczniemy zażywać w wieku 40 lat, pozwoli nam wszystkim dożyć sędziwego wieku bez wysiłku i ograniczeń.

Długość życia stulatków sprawą genów

Czy wszyscy jesteśmy równi w obliczu długości życia? Oczywiście nie – przynajmniej według genetyków. Być może stulatkowie posiadają geny predyspozycji, które przeszkadzają rozwijać się chorobom związanym z wiekiem. Oczywiście środowisko to kluczowy czynnik długiego życia, również zdrowe jedzenie, aktywność fizyczna, należy zatem zawsze postępować rozsądnie, co być może pozwoli, według lekarzy, uchronić nasze zdrowie i dożyć sędziwego wieku.

Jednak nawet jeśli ten model życia pozwala osiągnąć zazwyczaj osiemdziesiątkę, nie wystarcza do przedłużenia życia jeszcze o kilkadziesiąt lat. Tak jak naukowcy to podejrzewali, geny nie są tutaj „bez winy”. Według nich, długość życia nie zależy od jednego magicznego genu: wydaje się to coraz bardziej ewidentne, że należałoby zastanowić się nad grupą genów sprzyjających ograniczeniu chorób związanych z wiekiem, takich jak choroba Alzheimera, czy choroby serca i naczyń krwionośnych. W ten sposób, każdy pojedynczy gen byłby jednakowo ważny, poczynając od tych, które są odpowiedzialne za rozwój, poprzez te, które odpowiadają za system obrony immunologicznej kończąc na tych, które kierują odpowiedzią na stres. Im więcej w genomie znajduje się dobrych genów, tym większe szanse ma jego właściciel na osiągnięcie długowieczności.

Aby to wykazać, naukowcy z Boston University School of Medicine w Massachusetts poprosili o uczestnictwo w badaniach 1055 stulatków oraz 1267 osób służących jako grupa kontrolna. Badania nosiły nazwę New England Centenarian Study i ukazały się w przeglądzie *Science* (www.sciencemag.org on November 9, 2012).

Przeprowadzone sekwencjonowanie wszystkich genomów pozwoliło zidentyfikować gen 33 SNP (ang. *single nucleotide polymorphism*, czyli gen różnicujący na poziomie tylko jednego nukleotydu), który jest odpowiedzialny indywidualnie za długość życia. Logiczne jest to, że naukowcy chcieli następnie zobaczyć, czy geny mogą kooperować, aby sprzyjać długości życia. W ten sposób zidentyfikowali nie mniej niż 150 SNP, których połączenie w różnych kombinacjach z genomem mogłoby pozwolić określić z nawet 77% pewnością szanse na osiągnięcie 100 lat życia.

Naukowcy skonstruowali również, że 90% stulatków włączonych do badania mogło być sklasyfikowanych w 19 kategoriach, w zależności od kombinacji SNP, które posiadali w swoim genomie. Zaskakujące jest to, że genomy przebadanych stulatków zawierały także tyle samo genów predysponujących do różnych chorób, co ogólnie populacja ludzka, ale te choroby jednak się nie rozwinęły, albo pojawiały się u stulatków dużo później. Uzyskane rezultaty wskazują na geny pozytywne, którymi stulatkowie dysponują i które mogłyby być gwarantem opóźnionego rozwoju chorób związanych z wiekiem. Z wielu powodów autorzy badań zachowują jednak ostrożność. Przede wszystkim przeanalizowane dane, które dotyczą ograniczonej liczby osób, nie mogą być brane pod uwagę jako dokładne, dopóki nie zostaną zweryfikowane w badaniach na szerszej populacji. Poza tym, nawet jeśli uzyskane rezultaty zostaną potwierdzone, analiza genów nie może z całą pewnością stwierdzać długości życia badanej osoby. Genetyka nie jest jeszcze dziedziną wiedzy, która daje dokładne odpowiedzi.

Jest jednakże niemożliwe, żeby przedsiębiorstwa kierując się złymi intencjami, wykorzystały tę okazję, aby skomercjalizować testy na długość życia. Ten test jest nie tylko przedwczesny i niewiarygodny, ale poza tym jego rezultat może prowadzić niektóre osoby do dramatycznej modyfikacji trybu życia, do czego zdecydowanie nie wolno dopuścić.

Stres i depresja skracają długość telomerów, a więc i długość życia?

Ludzie narażeni na stany depresyjne mają telomery – stanowiące zakończenia chromosomów – krótsze niż osoby cieszące się dobrym samopoczuciem. Odkrycie to potwierdza wcześniejsze badania nad długością telomerów, które wykazały, że mogą one służyć jako biomarkery stresu. Tutaj pojawia się również kwestia efektów złego samopoczucia i jego wpływu na przewidywaną długość życia.

Za genetycznym terminem – telomer – kryje się bardzo ważny dla ciała ludzkiego składnik. Oś złożona z dwóch gruczołów endokrynnych znajdujących się w mózgu (podwzgórze i przysadka mózgowa) oraz z trzeciego, który znajduje się tuż nad nerkami, czyli gruczołu nadnerczy, odgrywa podstawową rolę w regulowaniu stresu, wydzielając hormon nazywany kortyzolem. Zresztą kortyzol, popularnie nazywany jest właśnie hormonem stresu. Poprzednie badania wykazały, że deregulacje tej osi hormonalnej (podwzgórze-przysadka mózgowa-nadnercza), która występuje między innymi w depresji, wpływały na długość telomerów, skracając je. Telomery są fragmentami DNA niekodującymi, które mieszczą się na końcówkach chromosomów. Telomery tym samym chronią chromosomy przed utratą ważnych danych genetycznych.

Badacze szwedzcy z uniwersytetu w Umea analizowali kwestię relacji między długością telomerów a stresem, zarówno biologicznym jak i fizjologicznym, u pacjentów depresyjnych. Rezultaty badań opublikowane w naukowym przeglądzie *Biological Psychiatry* (Mikael Wikgren, 2010 r.) stwierdzają, że im człowiek jest bardziej zestresowany, tym ma krótsze telomery. Prowadząc te badania, naukowcy zaczęli od pomiaru długości telomerów u 91 pacjentów cierpiących z powodu depresji. Następnie, wyniki zostały porównane z długością telomerów u 451 osób z grupy kontrolnej (zdrowej). Równocześnie analizowano poziom stresu, oznaczając z jednej strony stężenie kortyzolu, a z drugiej dając uczestnikom specjalny kwestionariusz do wypełnienia.

Stwierdzono statystycznie, że telomery są krótsze u tych osób, które są dotknięte zaburzeniami depresyjnymi, w porównaniu do ludzi cieszących się dobrym zdrowiem psychicznym. Zatem wyniki potwierdziły rezultaty poprzednich badań.

Mikael Wikgren, jeden z autorów badań, precyzuje jeszcze: nasze odkrycia sugerują, że stres odgrywa znaczącą rolę w depresji, ponieważ telomery były wyjątkowo krótkie u pacjentów mających wrażliwą oś podwzgórze-przysadka mózgowa-nadnercza.

A zatem czy naprawdę istnieje związek pomiędzy depresją i przyspieszonym starzeniem? Analizując uzyskane rezultaty, możemy odczuwać pokusę, żeby powiązać podatność na stany depresyjne, ze spodziewaną długością życia, o czym autorzy tego badania jednak nie wspominają. W rzeczywistości, w wielu pracach naukowych wykazano, że starzenie objawia się przede wszystkim redukcją długości telomerów. Niektórzy badacze utrzymują nawet, że można zdefiniować długość egzystencji na podstawie prostego testu krwi.

Wiemy, że osoby depresyjne żyją krócej, ale statystyki te są nieco zafałszowane przez poziom samobójstw wśród tej populacji. Czy możemy więc przypisać to wszystko tylko i wyłącznie fizjologii?

Spodziewana długość życia: Francuzi wkrótce stulatkami?

W badaniach opublikowanych w 2010 roku, France Mesle i Jacques Vallin z Narodowego Instytutu Badań Demograficznych oceniają, że spodziewana długość życia obywateli francuskich może osiągnąć nawet 100 lat. Nowe szacunki przewidywanej długości życia we Francji, demografowie oparli na prognozie dotyczącej osób w wieku 40 lat. Obecnie we Francji, spodziewana długość życia dla czterdziestolatków jest coraz dłuższa, co pozwala zwiększyć prognozowaną długość życia już od narodzin. W ten sposób, od lat siedemdziesiątych ubiegłego wieku, Francuzi zdobywają trzy dodatkowe miesiące życia każdego roku. Demografowie zapytują jednak, jaka jest zdolność francuskiego społeczeństwa do przeniesienia wszystkich postępów medycznych, socjalnych oraz politycznych, które pozwalają przedłużyć życie, na całość francuskiej populacji. Jeśli zbierze się wszystkie te czynniki, nowe generacje mogą stać się nawet pokoleniami stulatków. Dzisiaj, spodziewana długość życia dla obywateli Francji wynosi 85 lat, natomiast dla mężczyzn 78 lat. W roku 1750, długość życia wynosiła średnio, odpowiednio zaledwie; 28 i 27 lat!

Średnia długość życia Europejczyków rośnie pomimo otyłości

Średnia długość życia obywateli Europy ma tendencję wzrostową pomimo epidemii otyłości. Z badań trendów przeprowadzanych w ciągu ostatnich 40 lat wynika, że średnia długość życia mieszkańców Wielkiej Brytanii jest dłuższa od średniej długości życia obywateli Stanów Zjednoczonych.

W raporcie *International Journal of Epidemiology*, eksperci w zakresie zdrowia ludności, odnoszą się sceptycznie do obaw, jakoby wzrostowy trend w średniej długości życia w krajach zamożnych miałby skłaniać się ku końcowi w obliczu problemów zdrowotnych spowodowanych przez wszechobecną epidemię otyłości. Sugerują oni również, że tak proste czynniki jak zamożność państwa i ilość środków przeznaczanych na opiekę zdrowotną niekoniecznie prowadzą do wydłużenia się średniej długości życia.

Pomimo największej ilości środków przeznaczanych na służbę zdrowia w przeliczeniu na osobę, ze wszystkich krajów świata, średnia długość życia mężczyzn

w Stanach Zjednoczonych wcale nie jest dłuższa od obywateli najsłabszych pod tym względem krajów Europy Zachodniej czyli Portugalii i Danii w przypadku kobiet.

Ponadto szybkość, z jaką wzrost ten następuje jest mniejsza od szybkości obserwowanej w którymkolwiek z krajów Starego Kontynentu. Eksperci zauważyli, że w 2007 roku, wynosząca 78 lat średnia długość życia Amerykanów była o 2 lata krótsza niż długość życia Brytyjczyków. Ta prosta obserwacja po raz kolejny podkreśla, że PKB i wydatki na służbę zdrowia, w przeliczeniu na osobę, nie są dobrym wskaźnikiem poziomu zdrowia społeczeństwa w krajach o wysokich dochodach. Takie ustalenia mogą być pewną pociechą dla naszego społeczeństwa skazanego na niedoinwestowaną służbę zdrowia.

Regularne bieganie przedłuża spodziewaną długość życia

Nowe badania, przeprowadzone przez duńskich naukowców z centrum Copenhagen City Heart wykazały, że jedna – dwie godziny joggingu tygodniowo, a nawet dwie i pół godziny, jeżeli ktoś ma odpowiednią kondycję i czas, pozwalają wygrać kilka dodatkowych lat życia. Okazuje się, że regularna praktyka joggingu pozwala nie tylko zachować linię, albo załagodzić stres, ale również może przedłużać życie. Jak obliczono, można w ten sposób zyskać średnio 5,6 lat więcej życia w przypadku kobiet, a 6,2 lat u mężczyzn. Aby uzyskać podane rezultaty, naukowcy z Kopenhagi przebadali 20 000 kobiet i mężczyzn w wieku od 20 lat do 93 lat. Było to bardzo długie badanie, trwające od 1976 roku.

Okazuje się, że dane zbierane w przeciągu ostatnich trzydziestu lat stopniowo wykazywały wzrost spodziewanej długości życia u amatorów pieszych przebieżek. „Ostatnie rezultaty pozwoliły z całą pewnością wykazać, że regularne bieganie przedłuża życie (...)”, stwierdza główny autor tych badań, profesor Schnohr, który jest kardiologiem. W rzeczywistości, analizy pokazały, że ryzyko zgonu spadło o 44% wśród ludzi biegających regularnie, w trakcie trwania całego badania. Aby przedłużyć swoje życie maksymalnie, duński profesor doradza bieganie w umiarkowanym rytmie, około 1–2h tygodniowo, dwa–trzy razy w tygodniu. Nie więcej, nie mniej, tak jest idealnie. „Idealnie jest, kiedy czujesz, że zaczyna brakować ci tchu, ale jeszcze nie masz całkowitej zadyszki (...)”, precyzuje jeszcze kardiolog. W rzeczywistości, ludzie nie uprawiający żadnych sportów, a także ludzie, którzy biegają za dużo, mają krótszą spodziewaną długość życia, niż biegający regularnie. Profesor

Schnohr gratuluje sobie tych rezultatów, ponieważ właśnie zakończyły one atmosferę sceptycyzmu, zasilaną przez prasę od lat siedemdziesiątych ubiegłego wieku. „W następstwie zgonów kilku biegaczy, prasa sugerowała, że jogging jest niebezpieczną praktyką dla niedzielnych biegaczy (...)”, wspomina Profesor. To dlatego duńscy naukowcy postanowili poświęcić się badaniom nad znalezieniem dowodów naukowych na to, że jogging jest dobry dla zdrowia. Wyniki wskazują, iż mieli rację. „W rzeczywistości, bieganie poprawia absorpcję tlenu, zwiększa wrażliwość na insulinę, a także poprawia zdrowie umysłowe biegających.”, podsumowuje na koniec duński naukowiec.

Każda godzina przed telewizorem może skracać spodziewaną długość życia o 20 minut

Każda godzina spędzona codziennie na oglądaniu telewizji może redukować spodziewaną długość życia o 20 minut, po 25 roku życia. Dlatego też, dorośli, którzy oglądają telewizję 6 godzin dziennie, skracają długość swojego życia średnio o 5 lat, w porównaniu do tych, którzy telewizji nie oglądają. Takie są rezultaty badań przeprowadzonych w Australii, w których porównano czas spędzany na oglądaniu telewizji z długością życia. Dokonano analizy danych pochodzących z dużej ankiety narodowej na temat cukrzycy, otyłości i zwyczajów życiowych, w tym oglądalności telewizji. Ustalono, że dziennie, mężczyźni poświęcali małemu ekranowi średnio 2,5h, co redukuje spodziewaną długość życia o dwa lata. Dla kobiet obliczono skrócenie o półtora roku (1,5h przed telewizorem), w porównaniu do spodziewanej statystycznej długości życia, ocenianej przy narodzeniu. Według autorów, wpływ siedzenia przed telewizorem, z tytułu bezczynności, jest tak duży, że porównuje się go z dwoma innymi czynnikami ryzyka, takimi jak tytoń oraz brak aktywności fizycznej. Tak jak te dwa czynniki, telewizja jest bezpośrednio związana ze wzrostem ryzyka zgonu spowodowanego zaburzeniami sercowo-naczyniowymi.

Badacze sugerują również, że chociaż pracowali jedynie na podstawie australijskich źródeł krajowych, to rezultaty okazałyby się prawdopodobnie podobne w większości wysoko rozwiniętych krajów zachodnich.

Raport Światowej Organizacji Zdrowia: wzrost spodziewanej długości życia jest odnotowywany prawie we wszystkich krajach

Stały wzrost średniej spodziewanej długości życia został odnotowany w większości regionów świata, takich jak na przykład Kanada, Stany Zjednoczone

i Japonia, według danych ogłoszonych przez Światową Organizację Zdrowia (WHO).

Spodziewana długość życia Kanadyjek w momencie urodzenia w 2009 roku, była oceniana na 83 lata, czyli o rok więcej w stosunku do danych pochodzących z 2000 roku. Dla mężczyzn w Kanadzie, spodziewana długość życia została ustalona na 79 lat w 2009 roku, w porównaniu do 77 lat w roku 2000. Podobne są prognozy w Stanach Zjednoczonych, gdzie kobiety mogą się spodziewać, iż przeżyją 81 lat (dane na 2009 rok), podczas gdy ich średni wiek został ustalony na 80 lat w roku 2000. Mężczyźni amerykańscy z kolei mogą zakładać, iż przeżyją 76 lat (dane na 2009 rok), co oznacza wzrost spodziewanej długości życia o 2 lata, w stosunku do danych odnoszonych dziewięć lat wcześniej.

Od lat Japonia dzierży rekord spodziewanej długości życia kobiet, ustalony na 86 lat w roku 2009. Mężczyźni z tego samego roku żyjący w San Marino, mogli spodziewać się długości życia przewidywanej na 82 lata.

W przeciwieństwie do powyższych danych, dziewczęta urodzone w Republice Środkowej Afryki oraz

w Czadzie, mogły spodziewać się w roku 2009, iż przeżyją 48 lat, podczas gdy średnia długość życia obliczona dla mężczyzn w Malawi została określona na 44 lata i była najniższą z odnotowanych. Światowa Organizacja Zdrowia donosi, że w większości regionów świata, różnica pięciu lat oddziela średnie spodziewane długości życia dla obu płci.

Niezależnie od osiągnięć współczesnej nauki, długość życia obecnego pokolenia osób w średnim wieku nie zwiększy się znacząco. Należy jednak wyciągnąć wnioski z przedstawionych powyżej możliwości i zaleceń. Przestrzeganie higienicznego trybu życia, troska o zdrowie, unikanie używek, właściwe odżywianie, odpowiednia aktywność fizyczna, dostosowana do możliwości organizmu, to zalecenia o których warto pamiętać. Mamy na nie wpływ, możemy sami o wielu z nich decydować. Jesteśmy zatem kowalami nie tylko własnego losu, ale także odpowiednio postępując możemy decydować o własnym zdrowiu i dzięki temu o potencjalnej długowieczności.

■ Prof. dr hab. Bohdan Achremowicz (Technologia Żywności i Żywnienie, Uniwersytet Rzeszowski). E-mail: rrachrem@cyf-kr.edu.pl.

PLANETY POZASŁONECZNYCH UKŁADÓW PLANETARNYCH; PLANETY WOLSZCZANA

Marek S. Żbik (Brisbane, Australia)

Największy na świecie radioteleskop Arecibo o największej pojedynczej czaszy na świecie, mającej średnicę 305 metrów znajduje się w okolicach miejscowości Arecibo w Portoryko. Jest wykorzystywany przez Cornell University we współpracy z National Science Foundation w badaniach radioastronomicznych, atmosferycznych i radarowych. Dostęp do teleskopu jest udzielany jednostkom naukowym przez niezależną komisję naukową na podstawie składanych podań.

Radioteleskop ten jest bardzo silnie wykorzystywany przez astronomów zjeżdżających się tu z całego świata, by prowadzić obserwacje w konkretnych przez nich zarządzanych projektach naukowych. Każdy z uczonych stara się o czas na instrumencie, a konkurencja jest silna, bo chętnych do prowadzenia badań jest dużo. Dostęp do instrumentu nie jest łatwo uzyskać, a jeśli już ktoś go dostanie, to na bardzo ograniczony czas i musi się spieszyć by zdążyć zebrać jak najwięcej danych, zanim następny czekający w kolejce badacz wejdzie na jego miejsce.



Ryc. 1. Radioteleskop w Arecibo, Portoryko.

Teleskop zatem działa bez ustanku, a jedynie jego użytkownicy się zmieniają. Instrument ten, jak każde urządzenie powoli zużywa się i wymaga od czasu do czasu remontu. Tak się właśnie złożyło, że w 1990 roku zauważono w konstrukcji teleskopu istotne usterki mogące prowadzić do jego katastrofalnej awarii. Nie pozostało zatem nic innego, jak wyłączyć teleskop z rutynowego użytkowania i w przeciągu kilku tygodni wykonać niezbędny remont.

Radioteleskop został zatem wyłączony z użytkowania, ale mógł w czasie remontu pracować w ograniczonym zakresie, to znaczy mógł być „zaparkowany” raz dziennie na konkretną pozycję wycelowaną w nieboskłon. Takiej okazji nie mógł nie wykorzystać astrofizyk polskiego pochodzenia, pracujący obecnie w Stanach, Alex Wolszczan który zajmował się w tym czasie badaniami pulsarów.

Alex Wolszczan jest astrofizykiem wykształconym w Polsce, gdzie w 1975 roku w Uniwersytecie Toruńskim im. Mikołaja Kopernika obronił doktorat. Niedługo później, bo w 1982 roku przeniósł się do Stanów Zjednoczonych, by pracować w Cornell and Princeton University. Następnie objął stanowisko profesora w Pennsylvania State University. Jest również członkiem Polskiej Akademii Nauk.

Alex nie krył swojego szczęścia, kiedy udało mu się otrzymać wyłączność użytkowania teleskopu na cały miesiąc, co nie byłoby do pomyślenia w normalnych warunkach pracy tego urządzenia. Jego projektem było prowadzenie obserwacji starych gwiazd neutronowych położonych z dala od płaszczyzny równika Galaktyki, by stwierdzić, czy ich rozkład przestrzenny jest równomierny. Takie obserwacje wymagają zbierania danych radiowego źródła przez relatywnie długi czas.

Typowymi danymi uzyskiwanymi z takich badań są zazwyczaj informacje o prędkości rotacji gwiazdy (spin) oraz opóźnienie sygnału zależne od jego częstotliwości a powodowane przechodzeniem sygnału przez zjonizowane gazy przestrzeni międzygwiazdowej. Trzecią informacją, którą można uzyskać z radioteleskopowych obserwacji pulsara, jest przyspieszenie pulsara wynikające z jego poruszania się na orbicie w systemie podwójnym. Dane zebrane z powierzchni 150 stopni kwadratowych sklepienia niebieskiego w czasie reperacji teleskopu zostały zapisane na taśmie magnetyczną i przesłane do Cornell Theory Center dla komputerowej analizy, która trwała przez następnych kilka miesięcy. W czerwcu wyniki były przeanalizowane i okazało się, że odkryte zostały dwa nieznane dotąd pulsary, między innymi jeden o nazwie PSR B1257+12 o bardzo prędkiej rotacji wyrażonej pulsem o częstotliwości 6,2 milisekundy.

W czasie przeglądania wyników Alex nie podejrzewał w odkrytym ciele kosmicznym niczego szczególnego, a jego milisekundowy period drgań włożył na karb istnienia blisko pulsara jego gwiazdnego współtowarzysza charakterystycznego dla systemu podwójnego gwiazd. Przystąpił więc do obserwacji spinu pulsara w funkcji czasu, by obliczyć parametry orbity jego gwiazdnego towarzysza. Na bazie analizy danych ze spinu oraz innego parametru

zwanego TOA (ang. *topocentric time-of-arrival*), starał się opracować parametry tego systemu gwiazdnego. Mając na uwadze wysoką częstotliwość pulsacji nie jest bowiem trudno ustalić dokładnie takie parametry. Z tym jednak przyszło się zmagać, bo wyniki nie układały się według planu. Model nie składał się i wymagał częstych pomiarów i uwzględniania parametru TOA w analizie nadchodzących danych, co samo w sobie było dosyć niezwykle. Nie było wyjścia i w maju 1991 roku Alex prowadził dokładne monitorowanie TOA w czasie trzech kolejnych tygodni. Dało to możliwość śledzenia drobnych nieścisłości pomiędzy przewidywaniem modelu a rzeczywistym czasem nadejścia pulsu w mierzonych w sposób ciągły. Okazało się, że w pomiarach występuje element powtarzalny odpowiedzialny za niezwykle zachowanie się gwiazdy.



Ryc. 2. Obraz kompozytowy pulsara w mgławicy Kraba w konstelacji Oriona.

Po dokładnym przyjrzeniu się wynikom stało się jasne, że nieregularności powtarzają się co dwa do trzech miesięcy. Efekt był z jednej strony zbyt wielki, by nie wpłynął na modelowe własności pulsara, a jednocześnie zbyt mały, by zauważyć te regularności bez monitorowania parametrów pomiarowych (TOA) w sposób ciągły. Te subtelności orbitalne pulsara okazały się również zbyt małe, by obarczyć nimi wpływ towarzyszącej mu karłowatej gwiazdy, a jedynym wytłumaczeniem było przyjęcie hipotezy o istnieniu dużo mniejszego towarzysza, którym może być planeta czy system planet. We wrześniu 1991 roku, Alex zrozumiał, że badany przez niego pulsar posiada przynajmniej dwie planety.

Początkowo idea ta wydawać by się mogła nazbyt egzotyczna, by traktować ją na serio. Jednak nie była

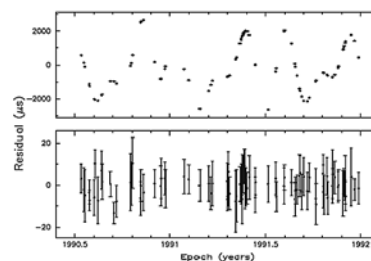
to pierwsza tego typu idea, a podobne były już wcześniej wysuwane jak przykładowo, w 1970 roku przy zarejestrowaniu nieregularności w pomiarze parametrów znanego pulsara w mgławicy Kraba gwiazdozbioru Oriona, a także w 1979 roku w przypadku pulsara PSR B0329+54 któremu Demiański i Pruszyński przypisywali wspomniane nieregularności istnieniu planety. Okazało się później, że udało się wyjaśnić problem w bardziej konwencjonalny sposób. Występowanie planet wokół pulsarów było już teoretycznie wysuwane jako możliwe i planety mogłyby powstawać na różnych stadiach ewolucyjnych gwiazdy neutronowej. Również w lipcu 1991 roku inny badacz, Bailes wraz z zespołem opublikowali rewelacyjne odkrycie planety o masie dziesięciu mas Ziemi obiegającej inny pulsar po orbicie w okresie około sześciu miesięcy. Pomimo, jak się później okazało, błędów w ocenach i wycofania się Bailesa z tego sensacyjnego odkrycia (Lyne i Bailes, 1992), idea możliwości występowania planet dookoła gwiazdy neutronowej została zasygnalizowana i jakkolwiek by ona nie była egzotyczna, to nie była teoretycznie niemożliwa.

Bardzo ważnym było, aby niezwykle precyzyjnie określić położenie pulsara. Udało się to przy pomocy innego astronoma, kolegi Alexa, Dale'a Fraila, który dokonał niezbędnych pomiarów. Teraz wystarczyło modelować otrzymane dane, a model w którym pulsara obiegały dwie planety okazał się bardzo obiecujący. Drobną nieścisłość ($\sim 30 \mu\text{s}$) dało się wyjaśnić ekscentrycznością orbit tych planet. Teraz wszystko pasowało „jak ulał”. Ostatecznie w połowie września model określający parametry gwiazdy neutronowej i obiegających ją dwóch planet o masach trzykrotnie i czterokrotnie większych od masy Ziemi, okrążających pulsara na lekko ekscentrycznych orbitach o okresach obiegu dookoła gwiazdy 65 i 98 dni był gotów. Po dodatkowych trzech miesiącach sprawdzania zgodności założonego modelu z nadchodzącymi obserwacjami, odkrycie zostało ogłoszone i opublikowane w Styczniu 1992 roku w „Nature”.

Ogłoszenie odkrycia miało miejsce na specjalnej sesji American Astronomical Society w Atlancie i zostało zaaranżowane jako prezentacja wspólna z rzekomym odkryciem zespołu Bailesa. Niewątpliwie wywołało to rodzaj szoku, jako że planety poszukiwano przede wszystkim jako towarzyszące gwiazdom podobnym do Słońca, a znalezione zostały najpierw w gwiazdnych szczątkach jakimi są gwiazdy neutronowe – pozostałości po wybuchu supernowych.

Alex przyjechawszy do Atlanty nie spodziewał się dramatu jaki się rozgrywa, oto poinformowano go, że zespół który odkrył planetę wokół pulsara jako pierwszy (Bailes i współpracownicy), teraz wycofał

się z tego przedwcześnie uczynionego oświadczenia. Okazało się, że nieregularności zauważone w nieregularnościach czasowych tego pulsara, a wzięte za wynikające z orbitującej dookoła niego planety, powstały na skutek nieuwzględnienia ekscentryczności orbity ziemskiej i stąd wziął się błąd. Brak rzetelnego sprawdzenia danych i nadmierny pośpiech owocował teraz wstydem wycofania się z tak sensacyjnego odkrycia. Aleks zrozumiał, że jego odkrycie przejmuje teraz palmę pierwszeństwa, a jego wystąpienie w Atlancie nabiera całkiem nowego charakteru. Zamieszanie spowodowane wycofaniem się Lyne i Bailesa z odkrycia wzmogło podejrzliwość uczestników spotkania, ale argumenty przedstawione w wystąpieniu Alexa były na tyle przekonujące, że nie spotkał się on z ocenami krytycznymi.



Ryc. 3. Rezultaty modelowania parametru TEO z pierwotnych wyników badań na radioteleskopie Aracibo w paśmie 430 MHz. Górny diagram – standartowe czasokresy modelowane bez uwzględnienia planet. Dolny diagram – to samo po uwzględnieniu w modelu dwóch planet o masie zbliżonej do ziemskiej.

Zespół dalszych danych o czasokresie pulsara PSR B1257+12, zebranych do tak ważnego oznajmienia o odkryciu pierwszego systemu planetarnego poza słonecznym, pozwoliły na dokładne oceny parametrów odkrytych planet i ich orbit. W przeciągu kilku następnych lat postęp w rozwiązaniach teoretycznych i analizie danych doprowadził do uściślenia masy i parametrów orbitalnych planet. Okazało się, że planety mają podobne do ziemskiej masy, które wynoszą 4,3 oraz 3,9 masy Ziemi. Ich orbity leżą w płaszczyźnie ekliptyki gwiazdy centralnej, a ich powstanie wiązać można zatem z akrecją materii dysku protoplanetarnego formującej się gwiazdy neutronowej.

Pomimo tego niewątpliwego sukcesu, jakim było odkrycie pierwszego systemu dwóch planet obiegających gwiazdę neutronową, Alex od czasu do czasu sprawdzał dane, czy czasami nie znajdzie w nich jeszcze czegoś ciekawego. Okazało się, że w danych dotyczących periodu nieregularności czasowych pulsara, a związanych z okresem 66 i 98 dniowym wynikającym z czasu, w którym planety dokonywały pełnego okrążenia wokół gwiazdy centralnej, kryje się jeszcze jedna bardzo niewielka i periodyczna nieregularność wskazująca na czasokres dwudziestopięć dniowy.

Czyżby to nowa planeta o tak krótkim okresie obiegu dookoła gwiazdy centralnej? Dla Alexa wyniki były na tyle przekonujące, że opublikował je w 1994 roku. Spotkał się przy tym z krytycznymi uwagami ze strony Scherera z zespołem (1997), według których nieregularności te mogą wynikać z periodycznych zakłóceń spowodowanych przez wiatr słoneczny, a związanych z rotacją Słońca. Niezbędne dodatkowe obserwacje pulsara prowadzone przez Alexa w Arecibo potwierdziły rzeczywistą naturę występowanych nieregularności i brak ich związku z zakłóceniami mogącymi pochodzić od Słońca. Efektem była publikacja w 2000 roku gdzie potwierdzono odkrycie trzeciej planety o małej masie, bo jedynie równej dwóm masom Księżyca, obiegającej gwiazdę centralną po orbicie w przeciągu 25 dni. Jest to pewnie najmniejsza planeta odkryta w układzie pozasłonecznym.

Prowadzone w późniejszym czasie badania wskazywały się wskazywać na występowanie dookoła tej gwiazdy jeszcze jednej, czwartej planety o masie zbliżonej do Plutona w odległości około 2,4 jednost-

ki astronomicznej od gwiazdy i orbitującej gwiazdę w czasie 4,6 roku. Wyniki te jednak były niepewne i udało się wyjaśnić, że anomalie te można wytłumaczyć zmianami własności samego pulsara.

Następujące po odkryciu Wolszczana poszukiwania planet przy innych gwiazdach neutronowych jak i poszukiwania pozostałości przy nich dysków protoplanetarnych przy pomocy badań w podczerwieni za pomocą teleskopu kosmicznego Spitzera nie przyniosły przekonujących rezultatów. Może to prowadzić do wniosku, że planetarne układy towarzyszące gwiazdom neutronowym nie są tak częste, jak towarzyszące zwykłym gwiazdom. Jednak statystyka w tym zakresie nie posiada wystarczająco reprezentacyjnej próby i zbyt wcześnie jest teraz wyrokować w tej materii.

Artykuł oparto częściowo na publikacji: Alex Wolszczan, Discovery of pulsar planets, *New Astronomy Reviews* 56 (2012) 2–8.

Dr Marek S. Żbik. School of Chemistry, Physics and Mechanical Engineering, Science and Engineering Faculty, Queensland University of Technology, 2 George Street, GPO Box 2434, Brisbane Qld 4001, Australia. E-mail: marek.zbik@uq.edu.pl.

PODSTAWY FIZYCZNE I HISTORIA OBRAZOWANIA METODĄ REZONANSU MAGNETYCZNEGO

Paweł Pęczkowski (Warszawa)

Na przełomie lat sześćdziesiątych i siedemdziesiątych XX wieku Allan Cormack i Godfrey Hounsfield, późniejsi laureaci Nagrody Nobla, stworzyli fizyko-matematyczne podstawy tomografii komputerowej. Kilkadziesiąt lat po wynalezieniu tomografii komputerowej do badań klinicznych wprowadzono niezwykle skuteczną metodę diagnostyczną – rezonans magnetyczny. Podstawy rezonansu magnetycznego opracowali niezależnie od siebie Bloch i Purcell, laureaci Nagrody Nobla w dziedzinie fizyki w 1952 roku. Tomografia komputerowa i technika rezonansu magnetycznego spowodowały przewrót w medycynie, umożliwiły uzyskanie dokładnych obrazów wnętrza ciała ludzkiego.

Fizyczne podstawy obrazowania metodą MR

Zjawisko rezonansu magnetycznego daje się wyjaśnić jedynie na gruncie mechaniki kwantowej. W obrazowaniu metodą jądrowego rezonansu

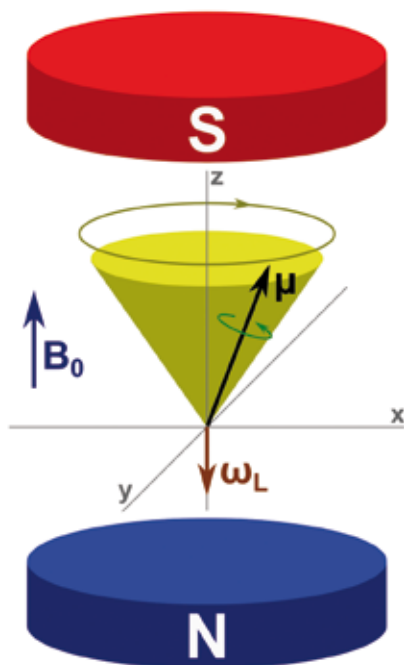
magnetycznego (MR) wykorzystuje się kwantowo-mechaniczne własności magnetyczne jąder atomowych. Aby to wyjaśnić, spróbujmy znaleźć tu analogię klasyczną. Wyobraźmy sobie naładowaną cząstkę krążącą po zamkniętym torze. Cząstka krążąca po zamkniętej orbicie stanowi rodzaj elementarnego magnesu. Ruch takiej cząstki jest równoważny z przepływem prądu elektrycznego. Jednym ze skutków przepływu prądu elektrycznego jest wytworzenie pola magnetycznego. W mechanice kwantowej nie mówimy, że cząstki krążą po ustalonych orbitach lub że wirują wokół jakiejś osi, ale mówimy, że mają pewien moment pędu. Cząstka mająca ładunek elektryczny i moment pędu posiada moment magnetyczny, który oznaczamy symbolem μ .

Jądro atomowe o nieparzystej liczbie protonów i neutronów mają własny wewnętrzny moment pędu zwany spinem jądra. Jądro atomowe mające spin staje się źródłem mikroskopijnego pola magnetycznego. Moment magnetyczny jądra μ jest

proporcjonalny do jego spinu ($\mu = \gamma \cdot s$). Wielkość γ nazywamy stałą magnetyczną jądra. Zwroty poszczególnych momentów magnetycznych są nieuporządkowane. Dopiero w zewnętrznym polu magnetycznym o indukcji magnetycznej B_0 pojawia się uporządkowanie zwrotów momentów magnetycznych. Pod wpływem pola magnetycznego B_0 wektor momentu magnetycznego μ zaczyna wykonywać ruch obrotowy wokół kierunku pola. Ten ruch obrotowy nazywamy precesją Larmora. Częstotliwość precesji Larmora f_L jest równa częstotliwości ruchu wirowego i zależy od wartości indukcji magnetycznej B , zgodnie z wzorem Larmora

$$f_L = \frac{\gamma B}{2\pi}$$

Pole magnetyczne B , którego doświadcza jądro atomowe, jest sumą stałego zewnętrznego pola B_0 i małej poprawki ΔB uwzględniającej niejednorodności pola magnetycznego oraz mikroskopijnych momentów magnetycznych pochodzących od sąsiednich jąder.



Ryc. 1. Precesja magnetycznego momentu jądrowego μ w stacjonarnym układzie współrzędnych.

Ponieważ jądra atomowe starają się znaleźć w stanie równowagi o najmniejszej energii, to istnieje zawsze nadwyżka jąder znajdujących się na niższym poziomie energii. Oznacza to, że w stałym polu magnetycznym każdy element objętości zawierający protony uzyskuje indukowane namagnesowanie. Sumaryczny moment magnetyczny protonów na jednostkę objętości nazywa się magnetyzacją M .

Niewielka nadwyżka protonów na niższym poziomie energetycznym powoduje występowanie zjawiska absorpcji rezonansowej. Stosując krótki impuls zmiennego pola magnetycznego B_1 można zainicjować przejście między poziomami energetycznymi protonu. Jeżeli energia kwantu pola B_1 będzie dokładnie równa różnicy energii między poziomami energetycznymi protonów, to proton – pochłaniając kwant energii – przejdzie na wyższy poziom energetyczny. Jednocześnie zmieni orientację swojego momentu magnetycznego na przeciwny. Zmiana liczby protonów na poziomach energetycznych powoduje zmianę wartości składowej wektora magnetyzacji M . Kiedy liczba protonów na górnym i dolnym poziomie energetycznym wyrówna się, następuje nasycenie i w tym momencie magnetyzacja podłużna znika. Zmienne pole magnetyczne B_1 powoduje odchylenie wektora magnetyzacji o kąt α od kierunku stałego pola magnetycznego B_0 . Po wyłączeniu impulsu następuje powrót do stanu równowagi. Proces tracenia nagromadzonej energii i powrotu do stanu równowagi nazywa się procesem relaksacji podłużnej (T_1). Proces relaksacji podłużnej polega na wymianie energii między pobudzonymi jądrami a ich otoczeniem molekularnym, zwanym siecią. Dlatego relaksację podłużną nazywa się też relaksacją spin-sieć. Procesowi relaksacji podłużnej towarzyszy powrót składowej podłużnej M_z do swojej wartości w równowadze (M_R). Czas potrzebny do odtworzenia 63% wartości magnetyzacji równowagowej nazywamy czasem relaksacji poprzecznej. Po wyłączeniu impulsu następuje powrót składowej poprzecznej do swej zerowej wartości w stanie równowagi. Gdyby proces zaniku magnetyzacji poprzecznej był spowodowany wyłącznie oddziaływaniem między spinami jądrowymi, to czas zaniku 63% wartości magnetyzacji poprzecznej byłby równy czasowi relaksacji spin-spin (T_2). Jednak efektywny czas relaksacji poprzecznej oznaczany jako T_2^* , czyli czas, po którym zanika 63% początkowej wartości magnetyzacji poprzecznej, jest krótszy od T_2 ze względu na obecność dodatkowej przyczyny, jaką jest niejednorodność pola elektromagnetycznego.

Rezonans magnetyczny jest oparty na własnościach spinu jądra. Jądra pierwiastków, które mają nieparzystą liczbę protonów lub nieparzystą liczbę neutronów np. ^1H , ^3He , ^{13}C , ^{17}O , ^{19}F , ^{23}Na , ^{31}P , mają spin różny od zera. Spiny protonów, wchodzące w skład jąder tych pierwiastków, mają losową orientację. Natomiast gdy umieścimy jądra tych pierwiastków w polu magnetycznym, zostaną one uporządkowane zgodnie z kierunkiem pola magnetycznego.

$$M = \gamma L,$$

gdzie $\mathbf{M}$ - magnetyzacja, $\mathbf{L}$ - moment kątowy.

Pole magnetyczne $\mathbf{B}_0$ wprowadza moment siły

$$T = \frac{d\mathbf{L}}{dt} = \mathbf{M} \times \mathbf{B}_0.$$

Może to być zapisane w postaci równania Blocha

$$\frac{d\mathbf{M}}{dt} = \mathbf{M} \times \gamma \mathbf{B}_0,$$

które mówi, że magnetyzacja wprowadza precesję wokół zastosowanego pola magnetycznego o częstotliwości $\omega_0 = \gamma \mathbf{B}_0$ (częstotliwość Larmora).

Tabela 1. Współczynniki γ dla wybranych izotopów.

Izotop	Spin	% występowania izotopu	(MHz/T)	występowanie w ciele ludzkim (%)
^1H	1/2	99,985	42,575	63
^2H	1	0,015	6,53	63
^{13}C	1/2	1,108	10,71	9,4
^{14}N	1	99,63	3,078	1,5
^{15}N	1/2	0,37	4,32	2,5
^{17}O	5/2	0,037	5,77	36
^{19}F	1/2	100	40,08	0
^{20}Na	3/2	100	11,27	0,042
^{31}P	1/2	100	17,25	0,24

Dla wodoru ^1H częstotliwość precesji wynosi:

63,8 MHz dla $B_0 = 1,5$ T (Tesla),
127,6 MHz dla $B_0 = 3,0$ T (Tesla),
300 MHz dla $B_0 = 7,0$ T (Tesla).

Początkowo magnetyzacja jest równoległa do $\mathbf{B}_0$, ale potrzebujemy magnetyzacji prostopadłej, żeby był generowany sygnał. Pobudzenie może nastąpić, gdy:

1. System spinowy absorbuje energię ΔE odpowiadającą różnicy energii stanów: $\hbar\omega_0 = \hbar\gamma B_0$
2. Spiny mają precesję wokół pola magnetycznego – wtedy pole magnetyczne $\mathbf{B}_1$ musi być w płaszczyźnie prostopadłej do pola magnetycznego $\mathbf{B}_0$.

Pobudzenie w MR działa, gdy zastosujemy pole magnetyczne o częstotliwości rezonansowej. W przeciwnym razie nie działa. Pobudzenie zatrzymuje się, gdy magnetyzacja jest całkowicie ustawiona w płaszczyźnie poprzecznej. Potem następuje relaksacja – spiny powracają do stanu ich równowagi. Następują dwa procesy:

- zanik składowej poprzecznej,
- odtworzenie składowej równoległej.

Czasy relaksacji

Równania Blocha opisują ruch magnetyzacji w polu magnetycznym z uwzględnieniem procesów relaksacji.

$$\frac{dM_z}{dt} = \gamma(\mathbf{M} \times \mathbf{B})_z + \frac{M_0 - M_z}{T1},$$

$$\frac{dM_x}{dt} = \gamma(\mathbf{M} \times \mathbf{B})_x + \frac{M_x}{T2},$$

$$\frac{dM_y}{dt} = \gamma(\mathbf{M} \times \mathbf{B})_y + \frac{M_y}{T2},$$

gdzie

$\mathbf{M}$ – wektor magnetyzacji

$\mathbf{B}$ – wektor indukcji pola magnetycznego

γ – stosunek żyromagnetyczny

$T1$ – czas relaksacji spin-sieć, zwany też czasem relaksacji podłużnej, opisujący zmianę w czasie magnetyzacji w kierunku osi z względem wartości początkowej M_0 .

$T2$ – czas relaksacji spin-spin, zwany też czasem relaksacji poprzecznej, opisujący zanik magnetyzacji w płaszczyźnie XY.

Pierwszy człon równań Blocha opisuje precesję, a drugi człon opisuje relaksację. Równania Blocha znajdują szerokie zastosowanie w badaniach fizycznych opartych na rezonansie magnetycznym. Z równań Blocha wynika, że magnetyzacja podłużna M_z wraca do stanu początkowego M_0 w stałym czasie $T1$ (czas relaksacji $T1$). Magnetyzacja poprzeczna M_{xy} zanika do 0 w stałym czasie $T2$ (czas relaksacji $T2$).

Tabela 1. Typowe czasy relaksacji.

	T1 (ms)	T2 (ms)
Woda destylowana	3000	3000
Płyn mózgowo-rdzeniowy (ang. CSF)	3000	300
Istota szara mózgu	1330	110
Istota biała mózgu	830	80
Tłuszcz	150	35

Tkanka o krótkim czasie relaksacji $T1$ jest jaśniejsza w obrazach $T1$ -zależnych:

tłuszcz > tkanka mózgu,

istota biała mózgu > istota szara mózgu,

istota szara mózgu > płyn mózgowo-rdzeniowy.

Tkanka o krótkim czasie relaksacji $T2$ jest ciemniejsza w obrazach $T2$ -zależnych:

tłuszcz < tkanka mózgu,
 istota biała mózgu < istota szara mózgu,
 istota szara mózgu < płyn mózgowo-rdzeniowy.

Historia obrazowania metodą MR

Zjawisko rezonansu magnetycznego zostało odkryte w 1946 roku niezależnie przez Felixa Blocha i Edwarda Purcella. Felix Bloch (1895–1983) w 1933 roku wyemigrował ze Szwajcarii do Stanów Zjednoczonych, gdzie po zakończeniu II wojny światowej prowadził badania nad magnetycznym rezonansem jądrowym (NMR) i podał tzw. równania Blocha. Edward Mills Purcell (1912–1997) pracował nad jądrowym rezonansem magnetycznym w latach 1945–1946 niezależnie od Blocha. Obaj uczeni otrzymali w 1952 roku wspólnie Nagrodę Nobla w dziedzinie fizyki za rozwinięcie nowych metod w obszarze precyzyjnych magnetycznych metod jądrowych i za odkrycia dokonane przy ich zastosowaniu.



Ryc. 2. Felix Bloch (1895–1983) po lewej, Edward Purcell (1912–1997).
 Źródło: http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1952/.

Rezonans magnetyczny początkowo był używany do badania struktury cząsteczkowej (spektroskopia MR) i badania dyfuzji (DWI, ang. *Diffusion Weighted Imaging*). W 1973 roku Paul Lauterbur otrzymał pierwszy obraz MR używając liniowych gradientów. W latach 70. XX wieku MR był używany do celów naukowych, a od lat 80. również w praktyce klinicznej. Szybki rozwój techniki MR nastąpił w latach 90. XX wieku.

Raymond Vahan Damadian (ur. 1936) zaproponował użycie MR jako skanera ciała żywego organizmu. W 1971 roku ogłosił w czasopiśmie *Science*, że można odróżnić prawidłowe tkanki i guzy w żywych organizmach za pomocą MR, ponieważ różnice czasów relaksacji między tymi tkankami są znacznie większe niż różnice uzyskane w badaniach za pomocą promieni rentgenowskich. W 1977 roku przeprowadził jako pierwszy skanowanie całego ciała ludzkiego w celu rozpoznania nowotworu. Rok później założył firmę FONAR (ang. *Field Focused Nuclear Magnetic*

Resonance), która zajęła się produkcją aparatów MR i w 1980 roku wyprodukowała pierwszy aparat MR, który był stosowany w praktyce klinicznej. Porzucano jednak metodę Damadiana na rzecz metody zaadaptowanej przez Lauterbura i Mansfielda.

Paul Charles Lauterbur (1929–2007), chemik amerykański pracujący w firmie fonograficznej EMI, wprowadził algorytm do zbierania danych z różnych projekcji, uzyskanych przez obrót badanego obiektu wokół osi równoległej do kierunku gradientu pola magnetycznego. Pierwsze przekrojowe zdjęcie (obraz) żywej myszy zostało opublikowane w 1974 roku. Natomiast matematyczne metody rezonansu magnetycznego rozwinął brytyjski fizyk Peter Mansfield (ur. 1933) na Uniwersytecie w Nottingham. Mansfield wraz ze współpracownikami udoskonalił procedurę zbierania danych przez zastosowanie protokołu zwanego Echo-Planar Imaging. Metoda ta pozwoliła zbierać dane dużo szybciej niż wcześniej stosowane metody. To umożliwiło praktyczne zastosowanie rezonansu magnetycznego w badaniach klinicznych.

W 2003 roku Lauterbur i Mansfield otrzymali Nagrodę Nobla w dziedzinie medycyny. Pierwsze zastosowanie rezonansu magnetycznego w Polsce nastąpiło w latach dziewięćdziesiątych ubiegłego stulecia. Pierwsze dwa aparaty MR zainstalowano w Warszawie w 1991 roku: pierwszy w Centralnym Szpitalu Kolejowym o indukcji pola magnetycznego



Ryc. 3. Paul Lauterbur (1929–2007) po lewej, Peter Mansfield (ur. 1933).
 Źródło: http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/2003/.

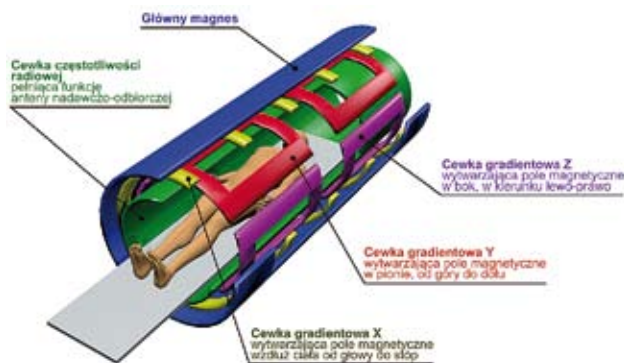
0,5T, a drugi w Instytucie Psychiatrii i Neurologii o indukcji pola magnetycznego 0,38T. Zorganizowano pierwsze wykłady na temat zasad obrazowania MR (prof. dr hab. n. med. Jerzy Zajgner, Łódź) i utworzono Polskie Towarzystwo Rezonansu Magnetycznego w Medycynie (przewodniczący prof. dr hab. n. med. Jerzy Walecki).

Podstawy obrazowania MR

W wykrywaniu sygnału podstawową rolę odgrywają cewki odbiorcze. Są one czułe na obecność

zmiennej składowej magnetyzacji M_x i magnetyzacji M_y . Kiedy magnetyzacja ma tylko stałą składową podłużną, to nie rejestrujemy żadnego sygnału. Za pomocą zmiennego pola magnetycznego odchylamy wektor magnetyzacji od osi OZ i wówczas pojawiają się składowe poprzeczne M_{xy} wirujące z częstotliwością Larmora. Przepuszczając przez cewki nadawcze krótkie impulsy można wytworzyć oscylujące pole magnetyczne B_1 , odchylające magnetyzację np. o 90° . Obracające się wektory magnetyzacji M_{xy} indukują w cewkach siłę elektromotoryczną proporcjonalną do szybkości zmiany strumienia pola przenikającego przez cewkę. Rejestrowany sygnał pochodzi tylko od pobudzonych protonów z danej warstwy i jest on sumą sygnałów wokseli tej warstwy. Za pomocą komputera zostaje obliczona amplituda, jaką wnosi każdy woksel z pobudzonej warstwy. Zatem jasność każdego woksela jest proporcjonalna do warstwy wirującej magnetyzacji poprzecznej M_{xy} w tym wokselu. W celu identyfikacji woksela, z którego pochodzi sygnał, nakłada się na stałe pole magnetyczne B_0 dodatkowe pola gradientowe, tzn. pola zmieniające się liniowo w wyróżnionym kierunku. W obrazowaniu MR stosuje się trzy pola gradientowe: gradient wyboru warstwy G_s , gradient kodujący częstotliwość G_R i gradient kodujący fazę G_E .

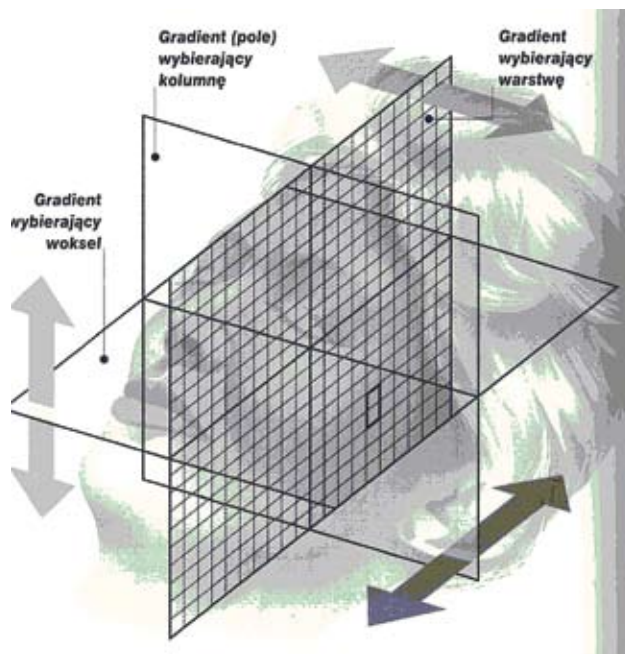
Gradient wyboru warstwy G_s jest stosowany w technice dwuwymiarowej 2D MR w czasie działania impulsów zmiennego pola magnetycznego. Grubość warstwy zależy od szerokości pasma w impulsie. W technice 3D MR nie stosuje się gradientu wyboru warstwy, ponieważ chcemy, żeby impuls był pochłonięty przez całą objętość złożoną z wielu warstw. Gradient kodujący częstotliwość G_R stosuje się podczas odczytu sygnału. Umożliwia on identyfikację kolumny wokseli w warstwie na podstawie częstotliwości odbitego sygnału echa. Przy obrazowaniu warstwami poprzecznymi stosujemy pole gradientowe zmieniające się w kierunku poziomym (wzdłuż osi OX). Gradient kodujący fazę G_E o różnej wartości



Ryc. 4. Schemat budowy skanera MR. Źródło: na podstawie [M. Wright, M. Patel, *Jak to działa obecnie*, WARBUŁ S.A., Warszawa, 2002].

jest stosowany pomiędzy impulsami. Komputer oblicza amplitudy w woksela po zebraniu kilkuset sygnałów kodowanych z różną wartością gradientu G_E .

Aparatura rezonansu magnetycznego składa się z magnesu, cewek pola gradientowego, nadajnika z cewkami nadawczymi, odbiornika z cewkami odbiorczymi i systemu komputerowego. Proces nadawania i odbioru sygnałów jest stosowany przez impulsowy spektrometr pobudzający, który analizuje też widmo sygnału. Pracą spektrometru steruje niezależny system komputerowy, zwany systemem cza-



Ryc. 5. Schemat działania magnesów gradientowych. Źródło: na podstawie [M. Wright, M. Patel, *Jak to działa obecnie*, WARBUŁ S.A., Warszawa, 2002].

su rzeczywistego. Magnes, np. elektromagnes nadprzewodzący, umożliwia wytworzenie jednorodnego pola magnetycznego o indukcji magnetycznej od 0,3 do 3T. Zwoje elektromagnesu są wykonane ze stopu niobu i tytanu i zamknięte są wewnątrz naczyń wypełnionych ciekłym helem. Ciekły hel ma temperaturę poniżej -269°C . W tej temperaturze stop niobu i tytanu zachowuje się jak nadprzewodnik i może bez oporu przewodzić prąd elektryczny.

Zwoje elektromagnesu znajdują się najdalej od otworu magnesu. Najbliżej otworu znajdują się cewki nadawczo-odbiorcze i cewki pola gradientowego. Ponieważ szybkie przełączanie pól gradientowych generuje prądy wirowe w osłonie elektromagnesu, potrzebne jest jeszcze zainstalowanie cewek korygujących stopień niejednorodności pola, które są umieszczane blisko zwojów elektromagnesu. Zadaniem nadajnika sygnałów jest generowanie sekwencji impulsów zmiennego pola magnetycznego o odpowiedniej mocy i długości trwania. Cewki nadawcze

umożliwiają transmisję pola magnetycznego do badanego obszaru ciała. Cewki odbiorcze umożliwiają detekcję sygnału. Niekiedy te same cewki pełnią rolę nadawczą i odbiorczą. Cewki stosowane w urządzeniach rezonansu magnetycznego dzielimy na:

- cewki objętościowe, wykorzystywane przy badaniu całego ciała lub głowy,
- cewki powierzchniowe, używane do detekcji sygnałów miejscowych,
- wieloelementowe cewki sektorowe, stosowane przy odbiorze sygnałów z większego obszaru ciała, np. przy badaniu tułowia.

Rekonstrukcja obrazu

Współrzędne sygnału odbiornika są przekształcane w postać cyfrową, która stanowi surowe dane wejściowe do procesu rekonstrukcji obrazu w komputerze. W skład komputera wchodzi procesor typu RISC oraz procesor macierzowy, służący do rekonstrukcji



Ryc. 6. Szesnastokanałowa cewka do badania mózgu.



Ryc. 7. Cewka do badania stawu kolanowego.



Ryc. 8. Cewka matrycowa do obrazowania narządów w obszarze klatki piersiowej, jamy brzusznej i miednicy.

obrazu. Niezależny system komputerowy steruje polami gradientowymi, pracą jednostki nadawczo-odbiorczej oraz wzmacniaczami sygnałów. Procesor macierzowy rekonstruuje dwuwymiarową mapę poprzeczną magnetyzacji, stosując dwuwymiarową transformację Fouriera.

Obraz nie powstaje bezpośrednio, lecz zostaje zrekonstruowany na podstawie odpowiednich obliczeń. Wyniki pomiarów są najpierw umieszczane w tzw. przestrzeni K. Przestrzeń K jest to dwuwymiarowa macierz wypełniona danymi o zebranych sygnałach echa. W przestrzeni K są gromadzone sygnały kodowane według częstotliwości (na osi X) i fazy (na osi Y). Obraz diagnostyczny uzyskuje się za pomocą transformaty Fouriera, która przekształca przestrzeń K na funkcję odwzorowującą natężenie sygnału o danej lokalizacji. Trudność polega na tym, w jaki sposób rozpoznać, z którego obszaru w ciele pacjenta pochodzi sygnał. W rezonansie uzyskujemy obrazy tomograficzne – warstwowe. Musimy więc pobudzić tylko tę warstwę, którą chcemy w danej chwili badać. W tym celu stosuje się cewkę elektromagnetyczną, tak zwany gradient, który powoduje, że pole magnetyczne staje się niejednorodne i każda warstwa ma inną częstotliwość precesji Larmora. W ten sposób zostaje pobudzona tylko jedna warstwa. Musimy jeszcze wiedzieć, z jakiego obszaru mierzonej warstwy pochodzi sygnał. W tym celu stosuje się dodatkowe gradienty w dwóch pozostałych wymiarach. Dodatkowe cewki nadają spinom przesunięcie fazy i zmianę częstotliwości. Po zebraniu danych w przestrzeni K przeprowadzamy transformację Fouriera, aby otrzymać obraz. Transformacja Fouriera sygnału polega na dekompozycji tego sygnału na sumę czystych składników (funkcji sinus i cosinus) różniących się częstotliwością i amplitudą. Poprawne wyznaczenie amplitudy składników pozwala odtworzyć oryginalny obraz poprzez zsumowanie wkładów poszczególnych składników. Metoda transformacji Fouriera może być uogólniona z przypadku jednowymiarowego na przypadki dwu

lub trzywymiarowe. Aby odtworzyć obraz, należy zebrać dane i zapisać je w postaci macierzy współczynników Fouriera, np. o wymiarach 256×256 . Tylko jeżeli cała tablica (macierz 2D) jest znana, można odtworzyć oryginalny obraz.

Sekwencje

Oznaczmy:

TE – czas, jaki upływa między impulsem a pomiarem,

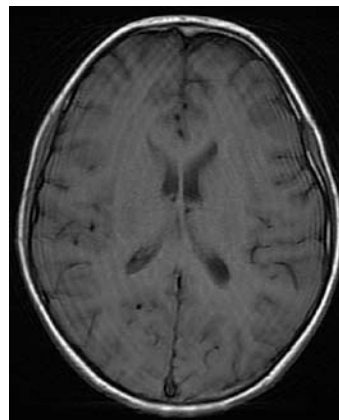
TR – czas, jaki upływa między dwoma kolejnymi impulsami.

W zależności od tego, jak długo czekamy, zanim zmierzmy sygnał (TE) i wysyłamy kolejny impuls (TR), otrzymujemy obrazy T1- albo T2-zależne. Jeżeli czekamy krótko (TE – około 20 ms, TR – do 700 ms), to otrzymujemy obraz T1-zależny. Jeżeli czekamy długo (TE – powyżej 60–80 ms, TR – od 2000 ms), to otrzymujemy obraz T2-zależny. Obraz T1-zależny oznacza magnetyzację podłużną (jak szybko relaksują się protony), T2-zależny oznacza magnetyzację poprzeczną (jak szybko zmniejsza się sygnał). W obrazach T1-zależnych tkanki o długim czasie relaksacji T1, np. płyny, są ciemne, zaś tkanki o krótkim czasie relaksacji T1 są jasne. W obrazach T2-zależnych tkanki o długim czasie T2 są jasne. Tkanki o krótkim czasie T2 są ciemne.

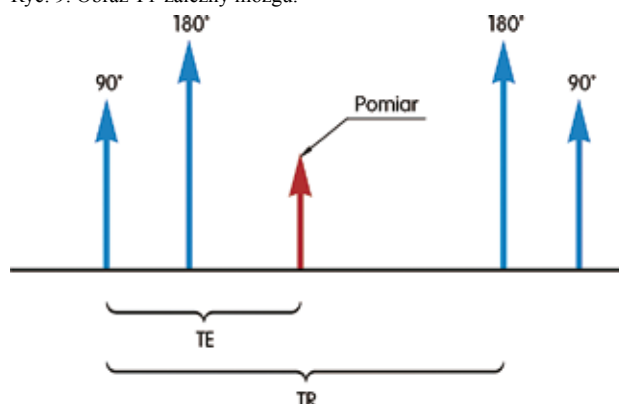
Aby zmierzyć magnetyzację protonów i uzyskać obraz, musimy zmusić je do zmiany kierunku. W tym celu wysyłamy impuls o częstotliwości radiowej, którego zadaniem jest zmiana stanu energetycznego protonów (spinów). Impuls 90° zmienia kierunek magnetyzacji (z magnetyzacji podłużnej na poprzeczną), a impuls 180° odwraca kolejność spinów protonów tak, że szybsze protony znajdują się na dole, a wolniejsze na górze. Stosując różne kolejności impulsów 90° i 180° możemy uzyskać różnego rodzaju sekwencje pomiaru sygnału.

- sekwencja Spin Echo (SE), jest często stosowana do badania układu kostnego i mięśniowego oraz głowy. Uzyskujemy obrazy T1- i T2-zależne, ale T2-zależne wymagają długiego czasu TR i w praktyce uzyskanie ich trwałoby zbyt długo. W sekwencji tej stosujemy impuls pobudzający 90° , impuls odwracający 180° . Po upływie czasu TE następuje pomiar sygnału, po upływie czasu TR zostaje wysłany następny impuls pobudzający.
- sekwencja Fast Spin Echo (FSE) jest podobna do

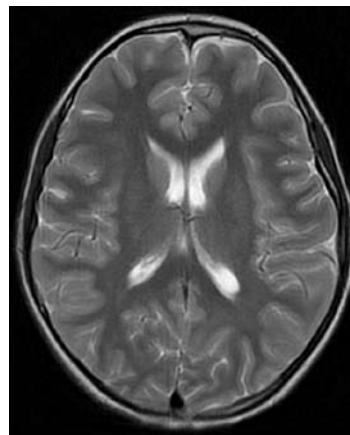
sekwencji Spin Echo (SE), ale w jednym czasie TR zostaje wysłanych kilka impulsów 180° i pomiar sygnału następuje kilka razy.



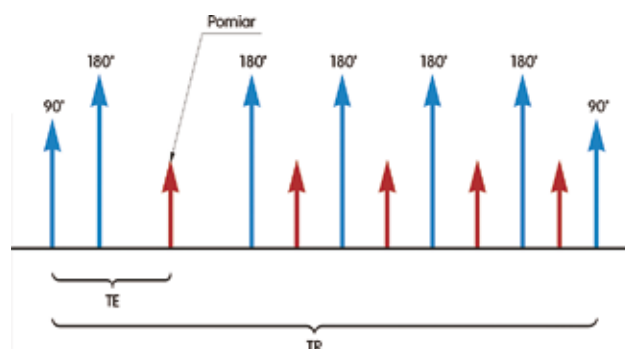
Ryc. 9. Obraz T1-zależny mózgu.



Ryc. 10. Funkcjonowanie sekwencji Spin Echo.

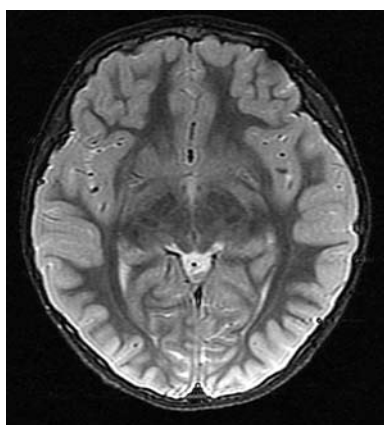


Ryc. 11. Obraz T2-zależny mózgu.

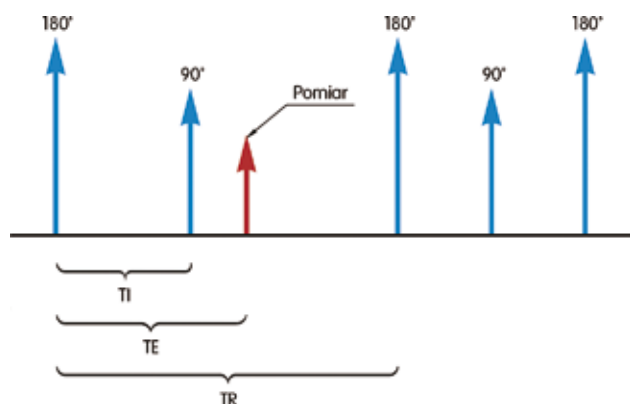


Ryc. 12. Funkcjonowanie sekwencji Fast Spin Echo.

- c) sekwencja STIR (ang. *Short Tau Inversion Recovery*) pozwala wyłączyć sygnał pochodzący z niektórych tkanek. Najpierw wysyłamy impuls 180° odwracający magnetyzację, a po czasie relaksacji T1 wysyłamy impuls 90° . Załóżmy, że chcemy wyłączyć sygnał od tłuszczu, dla którego czas relaksacji T1 w polu magnetycznym 1,5T wynosi 150 ms. Po upływie tego czasu protony tłuszczu posiadają relaksację poprzeczną i jeżeli teraz wyślemy impuls 90° , to magnetyzacja tłuszczu zostanie ponownie odwrócona i po czasie TE tłuszcz nie wysyła sygnału w momencie pomiaru. Otrzymamy obrazy, w których tłuszcz będzie ciemny.



Ryc. 13. Obraz mózgu w sekwencji STIR.

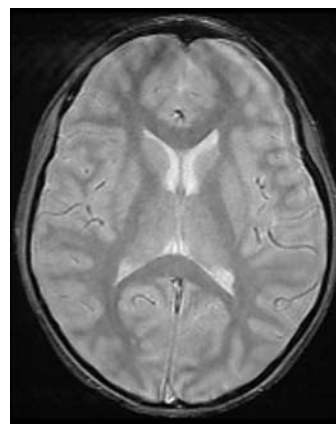


Ryc. 14. Funkcjonowanie sekwencji STIR.

Inną sekwencją prepulsową jest sekwencja FLAIR (ang. *Fluid Attenuated Inversion Recovery*). W tej metodzie pierwszy impuls (tzw. prepuls) jest wysyłany 2000 ms przed właściwym impulsem obrazującym. Pozwala to wyeliminować sygnał z wolnego płynu i zostawić na obrazie jedynie struktury lite.

- d) sekwencja Gradient Echo (GE). W tych sekwencjach nie stosuje się impulsu 180° zmieniającego kierunek spinu protonów, tylko zmienia się kierunek gradientu. Po impulsie

pobudzającym protony zmieniają kierunek spinu i dzięki temu można stosować mniejsze kąty wychylenia spinów protonów. Sekwencje GE są bardziej odporne na artefakty ruchowe. Stosuje się je w badaniach jamy brzusznej, klatki piersiowej i angiografii. W zależności od kąta wychylenia spinów protonów otrzymujemy obrazy T1-zależne (gdy kąt wychylenia wynosi powyżej 50°) lub T2*-zależne (gdy kąt wychylenia wynosi do 50°).



Ryc. 15. Obraz GE/T2*-zależny mózgu.

Obrazowanie dyfuzji (DWI) i tensora dyfuzji (DTI)

Dyfuzja jest procesem polegającym na przemieszczaniu się cząsteczek substancji rozpuszczonej w roztworze, a także przemieszczaniu się cząsteczek samego roztworu. U podstaw zjawiska leży chaotyczny ruch cząsteczek roztworu. Podstawowe prawa rządzące procesem dyfuzji sformułowano w XIX wieku. Dla przestrzeni dwuwymiarowej zachodzi zależność $(r - r_0)^2 = 2D(t - t_0)$, zwana równaniem Einsteina, z której wynika, że średni kwadrat przemieszczenia cząsteczki jest proporcjonalny do kwadratu czasu. Współczynnik proporcjonalności D nazywa się współczynnikiem dyfuzji i jest on wielkością zależną od rodzaju ośrodka. W rozważaniach teoretycznych najczęściej bada się ośrodki izotropowe, to znaczy takie, w których współczynnik dyfuzji nie zależy od położenia i kierunku. Jednak w strukturach biologicznych, w tym w organizmie ludzkim, zazwyczaj mamy do czynienia z ośrodkami anizotropowymi. Wynika to z istnienia błon komórkowych ograniczających swobodną dyfuzję. Współczynnik dyfuzji zmienia się. Przestrzeń zewnątrzkomórkowa charakteryzuje się względną izotropią i wysokim współczynnikiem dyfuzji. Przestrzeń wewnątrzkomórkowa cechuje się anizotropią i mniejszym współczynnikiem dyfuzji.

Historia badania zależności między dyfuzją a sygnałem rejestrowanym w zjawisku magnetycznego

rezonansu jądrowego sięga połowy ubiegłego stulecia. Korzystając z równania Blocha wyprowadzono zależność między osłabieniem rejestrowanego sygnału a czasem dzielącym impuls nadawany RF i maksymalną amplitudą echa przy zastosowaniu stałych gradientów pola magnetycznego. Pierwsze pomiary dyfuzji w ramach obrazowania metodą rezonansu magnetycznego opublikowano w 1984 roku. Zastosowana metoda polegała na wyliczeniu dla każdego piksela ilorazu wartości sygnału dwóch sekwencji różniących się gradientami kodującymi dyfuzję i przeliczeniu uzyskanych wartości zgodnie z równaniem Stejskala-Tannera:

$$\ln[S(2\tau)/S(0)] = -\gamma^2 D G^2 \delta^2 (\Delta - \delta/3),$$

gdzie

$S(2\tau)/S(0)$ – stosunek odzwierciedlający wpływ dyfuzji na amplitudę sygnału mierzoną w czasie echa wynoszącego 2τ w odniesieniu do początkowej amplitudy $S(0)$,

γ – jest stałą żyromagnetyczną,

D – jest współczynnikiem dyfuzji,

δ – jest czasem trwania gradientu kodującego dyfuzję,

Δ – jest odstępem między gradientami kodującymi dyfuzję,

G – jest wartością gradientu.

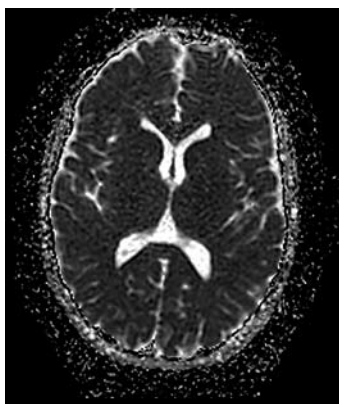
Metodę tę udoskonalili w 1985 roku Le Bihan i Breton. Metoda Le Bihana i Bretona umożliwia pomiar i tworzenie map bezwzględnego współczynnika dyfuzji. Uzupełnienie modelu teoretycznego uwzględniającego tylko dyfuzję o inne zjawiska, mające wpływ na wielkość zmiany sygnału w sekwencji wykorzystującej gradienty kodowania dyfuzji, doprowadziło do sformułowania po-

się w postaci map ADC. W obrazach zależnych od dyfuzji – sekwencja DWI (ang. *Diffusion-Weighted Imaging*) obszary o małym współczynniku dyfuzji są przedstawione jako jasne.

W strukturach anizotropowych (czyli zależnych od kierunku), które przeważają w żywych organizmach, do opisu współczynnika dyfuzji (zależnego od miejsca i kierunku) stosuje się bardziej złożony opis zróżnicowania dyfuzji zamiast pojedynczej wartości skalarnej tensor dyfuzji. Tensor jest w matematyce uogólnieniem pojęcia wektora, jest wielkością, której własności pozostają niezmiennicze niezależnie od wybranego układu współrzędnych. Zastosowanie tensora dyfuzji umożliwia opisanie rozkładu wartości współczynnika dyfuzji z uwzględnieniem kierunku dyfuzji. W celu wyliczenia tensora dyfuzji niezbędne jest dokonanie pomiarów dyfuzji w co najmniej sześciu różnych kierunkach. Otrzymane wyniki zestawia się w postaci macierzy

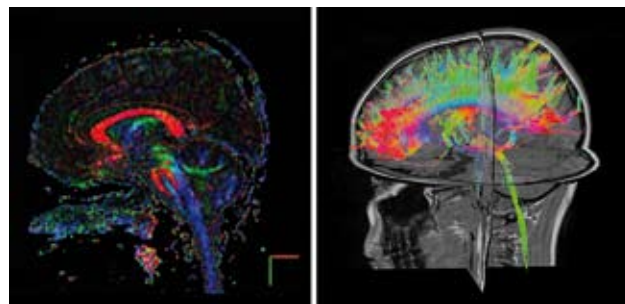
$$D = \begin{bmatrix} D_{xx} & D_{xy} & D_{xz} \\ D_{yx} & D_{yy} & D_{yz} \\ D_{zx} & D_{zy} & D_{zz} \end{bmatrix},$$

gdzie x , y , z odpowiadają kierunkom zewnętrznego pola magnetycznego. Te 9 współczynników opisuje przestrzenne zmiany dyfuzji zależnie od jej kierunku wzdłuż osi D_{xx} , D_{yy} , ..., D_{zz} . Obrazowanie tensora dyfuzji umożliwia generowanie map średniej dyfuzyjności MD (ang. *Mean Diffusivity*), frakcjonowanej anizotropii (ang. *Fractional Anisotropy*) i trójwymiarowej traktografii. Mapy te odzwierciedlają anizotropowe właściwości istoty białej oraz kierunek i ciągłość przebiegu włókien nerwowych. DTI (ang. *Diffusion Tensor Imaging*) jest odmianą obrazowania dyfuzyjnego wykorzystywaną w ocenie uszkodzenia lub przemieszczenia włókien istoty białej przez procesy patologiczne, np. nowotworowe.



Ryc. 16. Mapa ADC przedstawiająca rzeczywisty współczynnik dyfuzji.

jęcia rzeczywistego współczynnika dyfuzji ADC (ang. *Apparent Diffusion Coefficient*). Przedstawia go

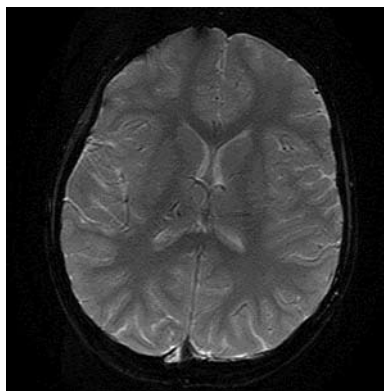


Ryc. 17. Po lewej – badanie tensora dyfuzji (mózg), projekcja strzałkowa. Po prawej – Traktografia MR – projekcja strzałkowa.

Obrazowanie podatności magnetycznej (SWI)

SWI (ang. *Susceptibility-weighted Imaging*) jest rodzajem obrazowania, w który kontrast między poszczególnymi strukturami zależy od podatności

magnetycznej. Mapy generowane na podstawie podatności magnetycznej nazywamy obrazami podatności magnetycznej. Rozkład podatności magnetycznej może być oszacowany na podstawie obrazów T2*-zależnych, wrażliwych na lokalne zaburzenia jednorodności pola spowodowane np. zmianami pokrwotocznymi. Dla tworzenia obrazów SWI wykorzystuje się sekwencje gradientowe z odpowiednio długim czasem TE oraz z kompensacją przepływu.



Ryc. 18. Obraz mózgu w sekwencji SWI.

Angiografia MR

Rezonans magnetyczny umożliwił postęp w badaniach naczyń tętniczych i żylnych. Klasyczna angiografia jest badaniem inwazyjnym, a ewentualne powikłania są związane z podaniem środka cieniującego, możliwością uszkodzenia ścian tętnicy, skurczem naczyniowym, zatorom spowodowanym przez skrzepinę lub fragment blaszki naczyniowej. W angiografii MR naczynia mogą być obrazowane po podaniu środka kontrastowego albo bez niego.

W angiografii MR bez wzmocnienia kontrastowego wykorzystuje się artefakty sygnału związane z przepływem krwi. W metodzie angiografii czasu przelotu TOF (ang. *Time of Flight*) wykorzystuje się



Ryc. 19. Rekonstrukcja 3D angiografii czasu przelotu (TOF).

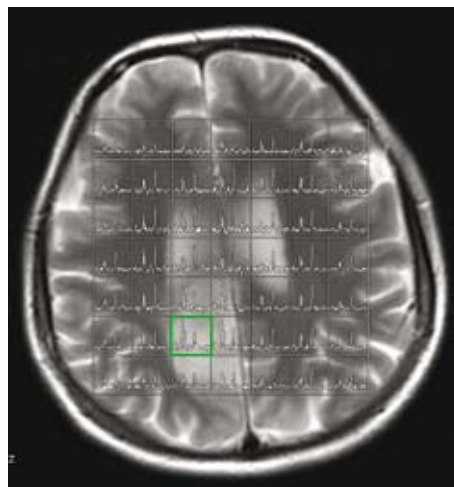
różnice intensywności sygnału między krwią płynącą w badanej warstwie a tkanką stacjonarną. Krew wpływająca lub wypływająca w wybranej warstwie mają inną wartość magnetyzacji podłużnej w stosunku do spinów tkanki stacjonarnej. Dzięki tzw. efektowi napływu, krew wpływająca do badanej warstwy staje się niewidoczna. Krew, która uzyskała impuls pobudzający 90%, opuściła warstwę w trakcie pomiaru, a krew, która wpłynęła do badanej warstwy, nie uzyskała tego impulsu i nie oddaje sygnału. Dzięki temu na obrazach jest ona ciemna. Wpływająca krew, do której nie dotarły impulsy wygaszające sygnał ulega pobudzeniu i w obrazach jest jasna.

Angiografię TOF wykorzystuje się głównie w obrazowaniu naczyń mózgowych. Największą jej zaletą jest łatwość wykonania i zupełnie nieinwazyjny charakter. Do wad można zaliczyć to, że:

- krew w naczyniach przechodzących przez dłuższy odcinek badanej warstwy otrzymuje impuls wygaszający i oddaje mniej sygnału, przez to jest ciemniejsza,
- krew płynąca powoli jest niewidoczna w obrazie,
- świeże zakrzepy mogą oddawać dużo sygnału i w obrazie nie różnić się od krwi, przez co mogą zostać przeoczone.

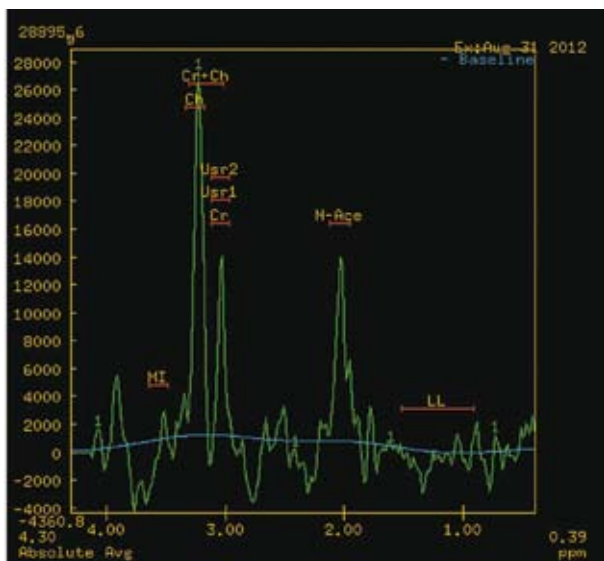
Spektroskopia MR

Spektroskopia rezonansu magnetycznego jest metodą badania związków chemicznych powstających w procesach metabolicznych zachodzących w tkankach żywych organizmów. Zauważono, że częstotliwość rezonansowa danego jądra atomowego jest w zauważalnym stopniu zmieniana przez otaczające je wiązania chemiczne.



Ryc. 20. Przekrój poprzeczny przez mózg z nałożonym badaniem MRS ujawniającym skład metabolitów.

Spektroskopia MR (ang. *Magnetic Resonance Spectroscopy* – MRS) wykorzystuje sygnały pochodzące od związków chemicznych zawierających nuklidy nie tylko ^1H , ale również ^{13}C , ^{15}N , ^{19}F , ^{23}Na i ^{31}P . Wynikiem badania spektroskopowego jest widmo



Ryc. 21. Widmo rezonansowe z wybranego woksela. (ryc. 20) ujawniające skład metabolitów.

rezonansowe. Na uzyskanym widmie można zidentyfikować sygnały pochodzące od wybranych związków chemicznych, tj. choliny, kreatyny, inozytolu, glukozy, N-acetyloasparagianu, alaniny. Spektroskopia rezonansu magnetycznego jest szczególnie przydatna w onkologii do oceny stopnia złośliwości nowotworów, szczególnie guzów mózgu.

Podziękowania

Pragnę wyrazić moją wdzięczność prof. dr hab. n. med. Monice Bekiesińskiej-Figatowskiej za życzliwe zainteresowanie i pożyteczne wskazówki.

■ Dr Paweł Pęczkowski. Zakład Diagnostyki Obrazowej, Instytut Matki i Dziecka w Warszawie. E-mail: pawel.peczkowski@imid.med.pl.

PARK NARODOWY SEMIEN (ETIOPIA)

Krzysztof R. Mazurski (Wrocław)

Etiopia, należąca do najuboższych krajów świata, usytuowana jest generalnie wysoko nad poziomem morza i obejmuje bardzo zróżnicowane krajobrazy. Tu przebiega w poprzek kraju Wielki Rów Wschodnioafrykański, potężne pęknięcie skorupy ziemskiej od Syrii w głąb Afryki, łącznie 6600 km. Wzdłuż niego doszło do licznych wylewów wulkanicznych, pokrywających stary cokół prekambryjski miąższą pokrywą bazaltową z wieloma stożkami. Proces ten, rozpoczęty w młodszej trzeciorzędzie trwa po dziś. Tę geologiczną historię widać po licznych górzystych regionach i urozmaiconym na ogół krajobrazie, szczególnie w części północno-zachodniej, w kierunku granicy z Erytreą i Sudanem Południowym. Tu właśnie wznoszą się góry Semien (z powodu trudności transkrypcji ich nazwy z obowiązującego języka amharskiego do alfabetu łacińskiego spotyka się również zapisy Simen, Siemen i inne). Góry te są jakby wyciosane i wyrzeźbione z olbrzymiej czapy

bazaltowej, stanowiącej prawdopodobnie szczytową część dawnego wulkanu tarczowego, który tu istniał przed 75 mln lat (górną kreda). Od północy i wschodu granicą tego regionu jest kolano jaru rzeki Takkaze. Na dopływach tej rzeki utworzyły się liczne wodospady, świadczące o żywych ruchach wznoszących kiedyś ten skalny masyw. Od zachodu i północno-zachodu wszechobecne są pionowe urwiska o kilkusetmetrowej wysokości. Największy jednak taki klif rozwinął się na północnej rubieży na długości 35 km. Ma on do 1500 m wysokości. Bardziej górzysta jest część północno-zachodnia, przeważnie powyżej 3000 m. Od południowo-wschodu podcina ją dolina rzeki Jinbar Wenz, za którą teren łagodnie podnosi się do stromych stoków części północno-wschodniej i wschodniej. Najwyższym szczytem jest Ras Daszan (4624 m), czwarty co do wysokości na Czarnym Kontynencie.

W następstwie procesów tektonicznych i erozyjnych wyodrębniły się liczne stoliwa o charakterze

gór-świadców, odznaczających się niemal pionowymi ścianami i mocno spłaszczonymi wierzchołkami. Noszą one lokalną nazwę *amba*. Rozpoznać w nich można niekiedy do kilkunastu pokładów lawy. Otoczone są one labiryntami jarów i wysokich progów, których pokonanie nie jest możliwe bez zastosowania technik wspinaczkowych. Semien rozciąga się też południkowo doliną rzeki Mayshasha. To nie jedyna atrakcja dla miłośników przyrody nieożywionej. W plejstocenie region był zlodowacony, w konsekwencji czego można dziś dostrzec w niektórych lejach źródłiskowych słabo wykształcone formy glacialne. Nieco niżej, nawet do wysokości 3800 m, spotyka się lepiej widoczne moreny. W związku z dość miękką w wielu miejscach warstwą zwietrzliny, zwłaszcza wytworzonej z tufów, oraz intensywnymi

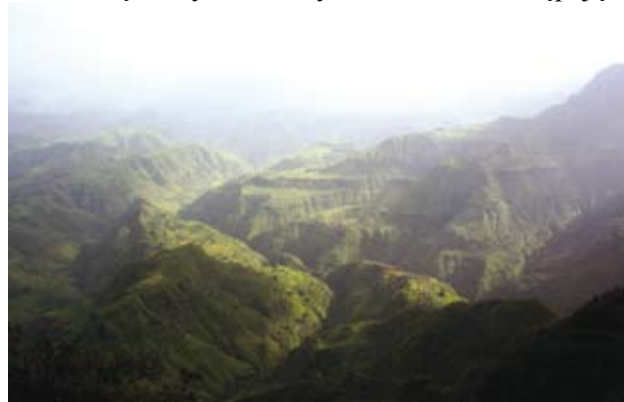


Ryc. 1. Dyrekcja PN Semien w Debark. Fot. K.R. Mazurski.

opadami w porze deszczowej (lipiec – wrzesień i luty – marzec, do 1550 mm rocznie) ruchy masowe na stokach są silne i powszechne.

Tak znaczne wyniesienie regionu przyczyniło się do wykształcenia kilku stref klimatyczno-roślinnych. Generalnie, szczególnie w wyższych partiach, flora należy gatunkowo do afroalpejskiego Centrum Różnorodności Roślinnej, a całość obszaru – do Global 200 Ecoregion WWF. Do wysokości 3000–3500 m jest to piętro ubogich lasów (zwane *dega*), zbudowanych w dużej mierze przez *Syzygium guineense*, drzewiasty jałowiec wschodnioafrykański *Juniperus procera* i olejowca afrykańskiego *Olea europaea subsp. africana* L. (Miller) – synonim *Olea africana*. Wiele z okazów jest girlandowato obwieszonych różnymi porostami *Usnea* ssp. Tu też licznie występuje *Hypericum revolutum* Vahl. W lepszych i niższych miejscach, zwłaszcza na glebach potufowych, funkcjonują pola i pastwiska, ale spotyka się też często murawy. Powyżej 3500 m dominują już górskie łąki, którym specyficzny wygląd nadaje lobelia olbrzymia *Lobelia rhynchopetala*, pierwiosnek żółty *Primula verticillata* o pochodzeniu palearktycznym (!) oraz cieszący

się dużym uznaniem ze względu na walory lecznicze wrzos drzewiasty *Erica arborea*, zwany też drzewem zdrowia. Tylko na Płaskowyżu Geech rośnie trawa kupkówka *Festuca gilbertiana*. Dość częste są młaki i tereny podmokłe, których flora wykazuje duże dostosowanie kseromorficzne do trudnych górskich warunków. Jeszcze wyżej rozciąga się strefa skalistych wierzchołków, gdzie w zasadzie jedynymi roślinami są mchy z rodziny *Grimmiaceae*, ustępujące



Ryc. 2. Wnętrze Płaskowyżu Geech. Fot. K.R. Mazurski.

nawet zupełnie powyżej 4000 m. Tu teren pokrywa często szron i szadź, śnieg wprawdzie nie pada, ale gradobicia są częste.

Przepiękne i unikatowe walory krajobrazowe oraz cenna przyroda ożywiona, a przede wszystkim chęć ocalenia koziorożca (obecnie wielkość jego populacji szacuje się na około 500 sztuk z tendencją rosnącą) sprawiły, że zasadniczą, zachodnią część przedstawianych gór – rozległego Płaskowyżu Geech, o powierzchni 13 600 ha na wysokości 1900–4430 m objęto w 1969 r. ochroną w formie Parku Narodowego Semien, który od 1997 r. podlega władzom prowincji Amharan i aktualnie zajmuje 25 000 ha. Należy on do biogeograficznej prowincji Wyżyna Etiopska (3.18.12), na północo-wschód od Debark, gdzie niedawno powstał skromny, ale nowoczesny ośrodek administracyjno-edukacyjny z biurem, pomieszczeniami na zajęcia itp. obiektami. Tu płaci się za wstęp, wynajmuje przewodnika (nieobowiązkowo) i bierze *scouta* – uzbrojonego strażnika (obowiązkowo). Prace na rzecz powstania parku sfinansował austriacki *Integrated Development Project*, który objął też skromną, początkową infrastrukturę turystyczną. Składa się na nią kilka obozowisk namiotowych i *Camp Sankaber* na wysokości 3200 m. Na ten ostatni składają się dwa murowane, parterowe budyneczki noclegowe – każdy na kilkanaście łóżek, i obiekty zaplecza: toaleta, kuchnia, obsługi obozu. Cały Park przecina równoleżnikowo, skręcając następnie ku południowschodowi, jedyna, mocno wyboista droga, trudno przejezdna miejscami po deszczach. Chroniony obszar rozciąga

się na około 20 km w układzie południowachód – północowschód, osiągając w najszerszym miejscu około 9 km, a najwęższym – 2 km. W rozrzuconych, trudno dostępnych osadach mieszkało tu kilkanaście tysięcy ludzi, ale z powodu zagrożeń dla środowiska, jakie oni powodowali – wycinka lasów, zaorywanie

destrukcja przyrody spowodowała wpisanie go w 1996 r. na Listę Zagrożonego Światowego Dziedzictwa. Teren ten zresztą był w latach 1983–1999 zamknięty dla obcych z powodu toczącej się w pobliżu wojny z Erytreą, co powodowało brak kontroli wewnątrz Parku, jednego z dziesięciu obecnie w Etiopii.



Ryc. 3. Urwiska Płaskowyzu Geech. Fot. K.R. Mazurski.

stoków, niekontrolowane wypasy – wysiedlono większość mieszkańców, przy dużych ich oporach. Dziś ludność miejscowa liczy jeszcze kilka tysięcy osób wskutek powrotu części z nich i przyrostu demograficznego na poziomie 2%. Pociąga to za sobą także stały wzrost pogłowia zwierząt hodowlanych. Wartość przyrodnicza tego regionu została szybko dostrzeżona

W Semien, w tym przede wszystkim na terenie chronionym, występuje wiele endemicznych i innych rzadkich gatunków flory i fauny. Z tej ostatniej najbardziej znane są dżelady *Theropithecus gelada* (R.), jeden z tutejszych gatunków pawiana z rodziny makaków *Cercopithecidae*, jedyny zaś trawożerny. Jego duże niekiedy stada żyją głównie w części zachodniej



Ryc. 4. Fragment przepaściстых labiryntów. Fot. K.R. Mazurski.

przez UNESCO, które wciągnęło Park Siemien jako jeden z pierwszych takich obiektów w 1978 r. na Listę Miejsc Światowego Dziedzictwa. Wspomniana jednak



Ryc. 5. Świadek żywotności procesów geomorfologicznych. Fot. K.R. Mazurski.

parku i jako niezbyt płochliwe chętnie podglądane są przez turystów. Ich charakterystyczną cechą jest

czerwona plama, pojawiająca się na tułowiu jako sygnał gotowości do kopulacji. Spośród wielu innych gatunków zwierząt należy wymienić trudnego do spostrzeżenia ginącego wilka etiopskiego *Canis simensis*



Ryc. 6. Najwyższy wodospad – 500 m, z wysokości 3200 m. Fot. K.R. Mazurski.

simensis, zwanego też kaberu i czerwonego szakala (po angielsku nawet *Simen fox*). Wskutek zmniejszania się powierzchni siedlisk trawiastych i ekspansji rolniczej człowieka jego populacja, związana głównie z terenami południowymi Parku i jego obrzeżem,



Ryc. 7. Barwny akcent w ubogich murawach. Fot. K.R. Mazurski.



Ryc. 8. Gotowość dżelady. Fot. K.R. Mazurski.

spadła do około 200 sztuk. Pojedyncze okazy spotyka się nawet do wysokości 4500 m. Tam też można, mając szczęście, zobaczyć także endemicznego koziorożca abisyńskiego *Capra ibex walia*, którego stada osiąga-



Ryc. 9. Koziorożec abisyński. Źródło: www.simiens.com/images/Website-Walia.

ją 15–20 sztuk, przede wszystkim w części północno-wschodniej i wschodniej. W niższych stanowiskach bytują takie drapieżniki, jak leopard *Panthera pardus*, hiena *Crocota crocuta*, złoty szakal *Canis aureus* czy zagrożony wyginięciem wskutek traktowania go jako szkodnika karakal, czyli ryś stepowy *Lynx caracal* lub synonimiczny *Caracal caracal*. Spośród ponad



Ryc. 10. Wszechobecne porosty. Fot. K.R. Mazurski.

stu trzydziestu gatunków ptactwa zaobserwowanych w PN Semien aż szesnaście to endemity, a ornitofauna Parku zalicza się do światowych Obszarów Ptactwa Endemicznego. Warto wspomnieć ibisa *Bostrychia carunculata* i drozda abisyńskiego *Parophasma galinieri*. Podziw budzi orłosep brodaty *Gypaëtus barbatulus*, którego skrzydła osiągały rozpiętość nawet 3 m.

Nie ulega wątpliwości, że Park Narodowy Semien jest arcyciekawym i budzi coraz większe zainteresowanie

nie tylko naukowców, ale i turystów. Ich liczba wzrosła do 7000 rocznie i stale się zwiększa, w dużej mierze dzięki Polakom. Wielkie wyzwanie stanowi ukształtowanie ruchu turystycznego i wspomagającej go infrastruktury na takim poziomie, by nie zagrażało to środowisku. Ważne jest więc rozwijanie na tym terenie absolutnie miękkiej turystyki.

ZŁOTY JUBILEUSZ KRNAP

Krzysztof R. Mazurski (Wrocław)

KRNAP to Krkonošský národní park, chroniący południową część najwyższego pasma sudeckiego, jakim są Karkonosze. Góry to osobliwe, wyróżniające się zarówno oryginalną przyrodą nieożywioną, jak i ożywioną. Zajmują one 650 km², z czego zaledwie 28% leży w Polsce. Ich zasadniczą część tworzy wyniesiona ponad 1000 m nad dnem Kotliny Jeleniogórskiej, rozdzielona tektonicznymi pęknięciami kopuła monzonitowego, różowawego granitu, który tworzy tzw. kaszę zwietrzelinową. Stworzył on



Ryc. 1. Przykład dezintegracji (wietrzenia mechanicznego) granitu karkonoskiego. Fot. Krzysztof R. Mazurski.

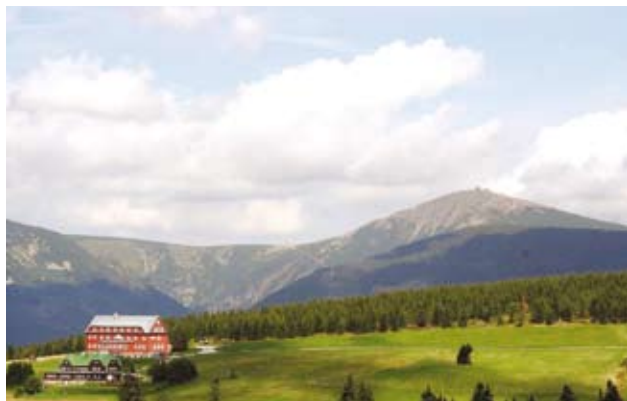
w dwóch fazach rozległą intruzję w górnym karbonie (300 mln lat), której przeobrażona okrywa została później zniszczona. Zachowały się jej dwa skrajne fragmenty – zachodni i wschodni (ze Śnieżką, 1602 m), które dzięki odporności na wietrzenie budujących je hornfelsów, sterczą nad lekko sfalowaną wierzchowiną grzbietową. To niezwykle przypadek geologiczno-morfologiczny, że starsze skały wznoszą się nad młodszymi. Schyłek plejstocenu przyniósł lokalne zlodowacenia, które pozostawiły po sobie nader wyraziste formy w postaci kotłów polodowcowych. Większe i wyraźniejsze są po polskiej stronie, ale po

czeskiej podziwiać można ich więcej, jak Obří důl, Studniční jamy czy Kotelní jamy.

Wyniesienie nad poziom morza oraz znaczne wysunięcie górotworu na północ sprawiło ukształtowanie się klimatyczno-roślinnych pięter – sub-alpejskie (1250–1450 m) i częściowo alpejskie – ze średnimi temperaturami rocznymi 0,9 °C, wyżej jeszcze mniej. Obszar ten stał się miejscem powstania uniikatowego w górach średnich Europy środowiska. Jest to relikwit glacialny o warunkach siedliskowych podobnych do współczesnej tundry euroazjatyckiej – najbliższej w Górach Skandynawskich (1000 km). Pokrywa śnieżna zalega tu do 180 dni, co sprzyja procesom mrozowym (wietrzenie mechaniczne i segregacja gruzu skalnego kształtująca grunty strukturalne, powstawanie teras krioplanacyjnych itd.). Ta karkonoska tundra obejmuje 16 km² w trzech strefach: porostowej (najwyższej), trawiastej i ziołoroślowej, z przetrwałymi w nich licznymi gatunkami plejstocenскими – szczególnie w kotłach, jak maliną moroszką, wierzbą lapońską, turzycą tęgą; niektóre z nich przekształciły się w endemity, jak skalnica bazaltowa, jarzab sudecki czy karkonoski podgatunek świerzbownicy polnej. Bytują w niej także pewne gatunki bezkręgowców (owady, pająki) i kręgowców np. drozd obrożny i nornik bury.

Zachowane formacje skał przeobrażonych, szczególnie rozległe po czeskiej stronie, stały się przedmiotem zainteresowania górników ze względu na występujące w nich rudy metali oraz kamienie szlachetne i ozdobne, które już prawdopodobnie od XII w. przyciągały z Walonii poszukiwaczy „skarbów” oraz ich następców, zwanych Walończykami. Górnictwo i szklarstwo szczególnie intensywnie eksploatowały miejscowe zasoby, pozostawiając rozległe niekiedy polany, zajmowane następnie przez osadnictwo i pasterstwo, kształtujące tzw. budziarstwo – sezonową

lub stałą hodowlę górską, na potrzeby której karczowano nawet znaczne połacie kosodrzewiny. Wiele z tych bud zastąpionych zostało większymi obiektami, znaczna ich część zaczęła pod koniec XVIII w. gościć turystów. W rezultacie Karkonosze, zwłaszcza ich czeska część, to nie tylko bogactwo cennej przyrody, ale i obszar przenikania się walorów przyrodniczych i kulturowych.



Ryc. 2. Obří důl i Śnieżka z Černej hory. Fot. Krzysztof R. Mazurski.

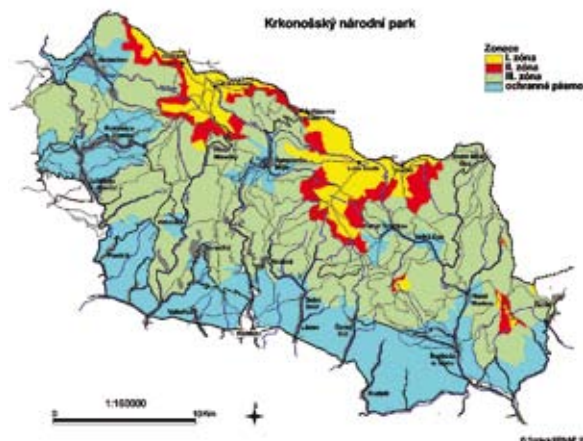
Dewastacja lasów sprawiła, że one pierwsze stały się przedmiotem ochrony przez wprowadzanie przez właścicieli ziemskich zakazu wypasu w lasach, unowocześnianie metod gospodarowania czy ograniczanie wyrębu, w czym szczególnie wyróżniały się dobra Harrachów, położone w zachodnich Karkonoszach. Zagrożenie spotęgował też od połowy XVIII w. rozwój ziołarstwa, którego przedstawiciele głęboko penetrowali nawet kotły. Doszła do tego wzmożona turystyka, dla której zaczęto budować specjalne ścieżki i obiekty, a w XX w. wyciągi narciarskie. Coraz więcej gatunków roślin – szczególnie kwiatowych, chętnie zrywanych przez turystów, ulegało zagrożeniu,



Ryc. 3. Śląski Grzbiet między Małym Szyszakiem a Śmielcem – z niespalonym jeszcze schroniskiem Petrovka. Fot. Krzysztof R. Mazurski.

jak pierwiosnka maleńka, przetacznik stokrotkowy czy skalnica naprzeciwlistna. Wyginęły też większe zwierzęta, w tym sporo ryb, głównie wskutek połowań, oraz zmiany siedlisk i ich antropogenicznego

zanieczyszczenia, np. niedźwiedź w 1726 r. po południowej stronie i 1804 r. po północnej, wilk w 1761 r. po północnej stronie i do 1864 r. po południowej, ryś około 1800 r. lub wcześniej, orzeł przedni w 1864 r., żbik w 1896 r. czy głuszec w 2001 r.

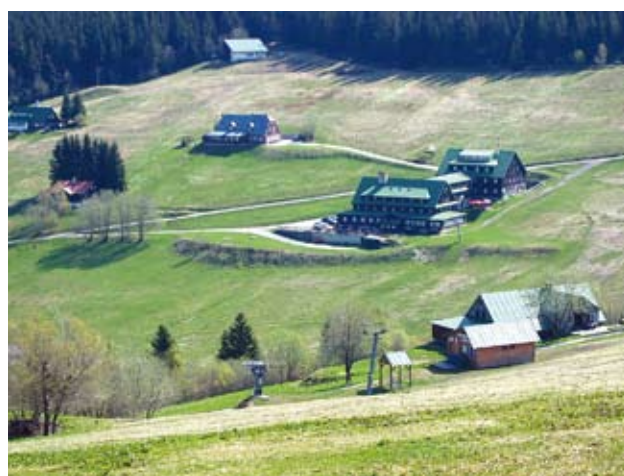


Ryc. 4. Mapa KRNAP. Strona internetowa KRNAP.



Ryc. 5. Logo KRNAP. Strona internetowa KRNAP.

Jednak to florystyczne osobliwości Karkonoszy, obserwowane także w piętrach regłowych, spowodowały wydanie 16.03.1904 r. w Pradze rozporządzenia o ochronie karkonoskiej roślinności. Tegoż roku hr. Jan Harrach ustanowił pierwszy rezerwat w Łabskiej dolinie na powierzchni 60 ha, zaś w trzy lata później znany miejscowy propagator turystyki i ochrony przyrody Jan Buchar założył ogródek botaniczny przy Martinovej boudzie.



Ryc. 6. Žižkova bouda – przykład transformacji zespołu bud w obiekty rekreacyjne. Fot. Krzysztof R. Mazurski.

Od początku też władze nowopowstałej Czechosłowacji wprowadzały podobne przepisy, aczkolwiek ignorowane przez niemieckich mieszkańców Karkonoszy w poczuciu ograniczania im wolności. Było to więc ciągle za mało, by chronić przyrodę, stąd w 1922 r. Franciszek Schuster, profesor botaniki z praskiego Uniwersytetu Karola, przedłożył bardzo nowoczesny projekt utworzenia parku narodowego, który objąłby i sąsiednie Góry Izerskie. Skończyło się jednak tylko na utworzeniu w 1931 r. rezerwatu „Kotelské rokle” (190 ha). Poważnym ciosem okazała się budowa szosy na Przełęcz Karkonoską, która nadal przyciąga tłumy Czechów z wielkim, ciągle rozbudowywanym schroniskiem. Powstrzymano natomiast podobną inicjatywę na grzbiecie Krkonoša, m.in. dzięki zasłużonemu konserwatorowi przyrody Jindřichowi Ambrožowi z Jilemnic. Zagrożenie ze strony hitlerowskich Niemiec przyniosło powstanie ciągu betonowych bunkrów, nawet wysoko pod grzbietem, a wojna przekształciła Karkonosze w tereny ćwiczebne i doświadczalne dla Wehrmachtu.



Ryc. 7. Hotel nad Łabskim Kotle – od lat nieczynny. Fot. Krzysztof R. Mazurski.

Już w 1946 r. pojawiło się memorandum praskich przyrodników (równoległe do polskiego) w sprawie utworzenia dużego parku narodowego, ale zamiast tego wznowiono górnictwo – w poszukiwaniu przede wszystkim rud uranowych (Obří důl, Medvědí i inne miejsca). Nadto w latach 1947–1949 skonstruowano kolejkę z Pecy na Śnieżkę. To m.in. dzięki niej bywa dziś na szczycie w pełni sezonu do 10 tys. osób! Przyrodnicy nie składali jednak broni, doprowadzając do powstania w 1952 r. ośmiu rezerwatów na powierzchni 8000 ha, jak Obří důl czy Kotelní jamy. Nową szansę stworzyła wreszcie w 1956 r. ustawa o ochronie przyrody. Park narodowy powołano jednak dopiero 17.05.1963 r.

KRNAP chroni obecnie 36 327 ha (dla porównania – polski Karkonoski Park Narodowy ma 5580 ha), z tego strefa I (odpowiednik polskiej ścisłej ochrony)

zajmuje 4503 ha, czyli 12,4%, zaś otulina – ustanowiona w 1991 r., dodatkowo 18 642 ha. Dyrekcja ma siedzibę w uroczym miasteczku Vrchlabí, gdzie też w zamku mieści się ciekawe muzeum, a w starym, drewnianym domku – centralny parkowy punkt informacyjny. Osiem dalszych takich punktów znajduje się w większych miejscowościach o znaczeniu turystycznym. Ciekawą inicjatywą było urządzenie Karkonoskiego Ośrodka Edukacji Ekologicznej (Krkonošské středisko ekologické výchovy) w wykupionej w 1976 r. Rýchorské boudzie (Rýchory to najbardziej wschodnia część czeskich Karkonoszy). Działa przy nim Klub Rýchorák i Klub Instruktorów. Edukacja i upowszechnianie wiedzy o tym arcyciekawym regionie służą od 1977 r. liczne seminaria i konferencje, w tym od 1992 r. współorganizowane przemennie z KPN na temat geoeologicznych problemów Karkonoszy, przyciągające coraz liczniejsze grono badaczy. Od 1964 r. ukazuje się znakomity rocznik naukowy „Opera Corcontica” (Prace Karkonoskie), po trzech latach oddano do użytku pierwszą ścieżkę dydaktyczną, ukazała się też „Encyklopedia Corcontica”.



Ryc. 8. Kozi Grzbiet od strony południowo-zachodniej. Fot. Krzysztof R. Mazurski.

Park prowadzi różnorodne działania, także w formie ochrony czynnej, jak prace nad odbudową drzewostanów po ich katastrofie w latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych w reglu górnym, delimitacja (określenie granic) siedlisk trawiastych pod kątem dalszego ich użytkowania czy wzmocnianie populacji zagrożonych roślin. Musi też walczyć ze skutkami naturalnych, katastrofalnych wydarzeń, jak przykładowo, z wielkim wiatrołomem w 1966 r. na 420 ha, czy ze skutkami nawałnych deszczów (niszczenie koryt potoków, ścieżek turystycznych) w 1977 i 1997 r. Do tego dochodzi ciągle silna presja ze strony inwestorów budownictwa rekreacyjnego czy hydroelektrowni. Jeszcze w 1974 r. powołany został w celu racjonalizacji działań samodzielny Urząd Głównego Architekta dla Obszaru Karkonoszy, który w 1991 r. ponownie

włączono do Dyrekcji KRNAP. Ma ona wsparcie w postaci Komitetu Pomocniczego i powoływana przez dyrektora Radę Naukową (Vědecká rada).

Pozytywna ocena współpracy z polskim partnerem i jedność przyrody Karkonoszy sprawiła, że w 1992 r. UNESCO uznała oba parki jako Bilateralny

Światowy Rezerwat Biosfery Człowiek i Środowisko (M&B). Współpraca ponadgraniczna między nimi stale się rozszerza i pogłębia dla dobra karkonoskiego środowiska przyrodniczego i wszystkich jego mieszkańców.

Z OSTATNIEJ CHWILI... NAGRODA NOBLA 2012 Z FIZJOLOGII LUB MEDYCYNY

Józef Dulak (Kraków)

Na tę nagrodę zanosilo się już od kilku lat. Często wstępem do nagrody Nobla jest bowiem przyznanie nagrody Laskera – amerykańskiego wyróżnienia, które właśnie John Gurdon z Uniwersytetu w Cambridge i Shinya Yamanaka z Uniwersytetu w Kioto otrzymali w roku 2009. Właściwie od wtedy można było już spodziewać się, że niedługo otrzymają nagrodę Nobla. Profesor John Gurdon został wyróżniony 50 lat po badaniach, które stały się niewątpliwie podstawą odkryć będących dziełem japońskiego uczonego. Nagrodzenie profesora Shinya Yamanaki – w bardzo krótkim czasie, po 6 latach od pierwszych doświadczeń, które pokazały możliwość reprogramowania komórek somatycznych, czyli komórek naszego organizmu do bardzo pierwotnych komórek macierzystych – może nieco zastanawiać. Ale tylko pozornie. W 2006 roku Yamanaka wraz ze swoimi współpracownikami reprogramował komórki mysie, w roku 2007 komórki ludzkie. Uzyskał w ten sposób komórki macierzyste, które nazwał iPSC (ang. *induced pluripotent stem cells*). Metoda, którą opracował Yamanaka została potwierdzona, zweryfikowana przez tysiące laboratoriów na świecie, a więc mamy tutaj do czynienia z czymś, co jest rzeczywiście pewne, z czymś, co działa. Nagroda Nobla więc nie może dziwić, jest jak najbardziej zasłużona.

Metody zastosowane przez Gurdon i Yamanakę wydają się odmienne, ale ich zasada jest bardzo podobna. Chodzi o to, żeby genom zróżnicowanej komórki cofnąć do bardzo wczesnego etapu. Gurdon uzyskał to w ten sposób, że do pozbawionej jądra komórkowej komórki jajowej żaby wprowadził jądro komórkowe z jelita kijanki, czyli jądro komórki już zróżnicowanej, komórki nabłonka jelita. Specyficzne środowisko komórki jajowej, czynniki które znajdują się w cytoplazmie komórki jajowej sprawiły, że genom jądra komórkowego z jelita wrócił do wczesnego stanu – takiego, który pozwolił na podział tej komórki jajowej i rozwój w kijankę (ryc. 1). Zdolność

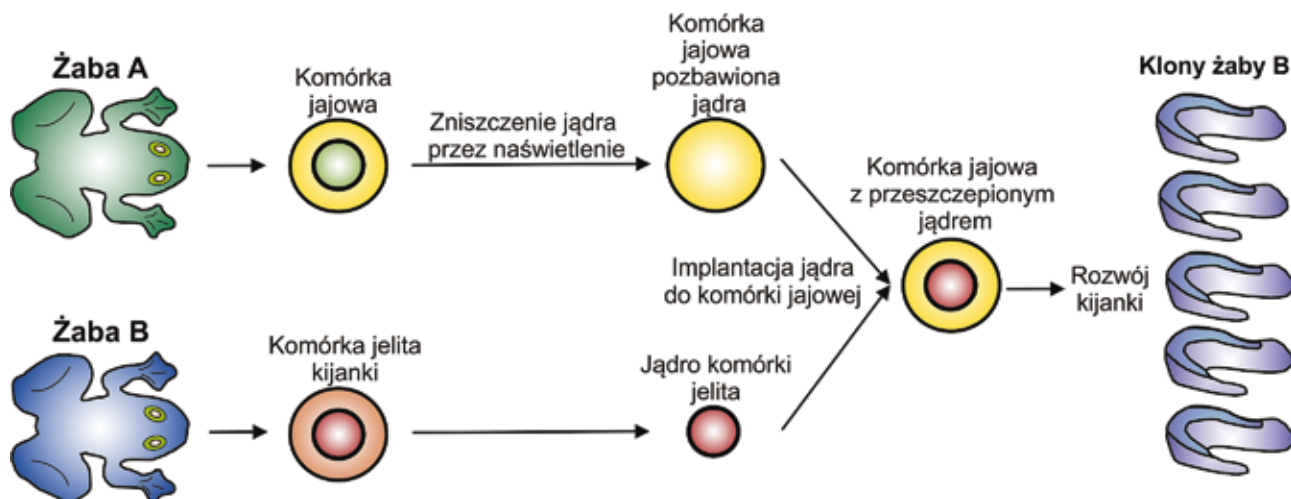
do reprogramowania jąder komórek somatycznych przez środowisko komórki jajowej została później potwierdzona m.in. poprzez otrzymanie owieczki Dolly oraz innych klonów ssaków.

Metoda, którą opracował Shinya Yamanaka jest właściwie pod względem zasady bardzo podobna. W tych badaniach także chodziło o to, aby genom komórki zróżnicowanej cofnąć do stanu pierwotnego, do takiego momentu, kiedy będzie mogła ona dzięki zastosowaniu różnych czynników przybrać postać komórki macierzystej. Sposób Yamanaki polega na wprowadzeniu do komórki zróżnicowanej czterech genów kodujących czynniki transkrypcyjne, czyli białka regulujące ekspresję wielu różnych genów (ryc. 2). Są to geny, które oczywiście Yamanaka musiał wcześniej zidentyfikować, znaleźć pośród wielu innych. Te czynniki – Oct-4, Sox-2, Klf-4 oraz c-myc – obecnie są określane jako tzw. koktajl Yamanaki. Dzięki przywróconej aktywności tych genów, które w naszych dorosłych komórkach są nieczynne, zróżnicowane komórki mogą się cofnąć do wcześniejszego stadium odpowiadającego embrionalnym komórkom macierzystym (ryc. 3). Doświadczenia Yamanaki są często przeciwstawiane badaniom nad zarodkowymi komórkami macierzystymi. Należy jednak pamiętać, że właśnie budzące wśród niektórych wątpliwości badania nad zarodkowymi komórkami macierzystymi stały się niewątpliwie podstawą tego, co udało się osiągnąć tegorocznemu laureatowi. Nie byłoby metody reprogramowania dorosłych komórek somatycznych, metody, która nie budzi oporów etycznych, bez badania zarodkowych komórek macierzystych. Przecistawianie badań nad zarodkowymi komórkami macierzystymi komórkom iPS jest więc nieporozumieniem, choć niewątpliwie obecnie badania i wykorzystanie iPS nie wywołują takich kontrowersji etycznych jak zarodkowe komórki macierzyste.

Najbliższe praktycznemu zastosowaniu są takie doświadczenia, w których iPSC używane są jako

narzędzie do badania i testowania leków. Jak wiadomo, aby jakaś substancja mogła być uznana za lek, musi być potwierdzona nie tylko jej skuteczność działania w określonej chorobie, ale również bezpieczeństwo.

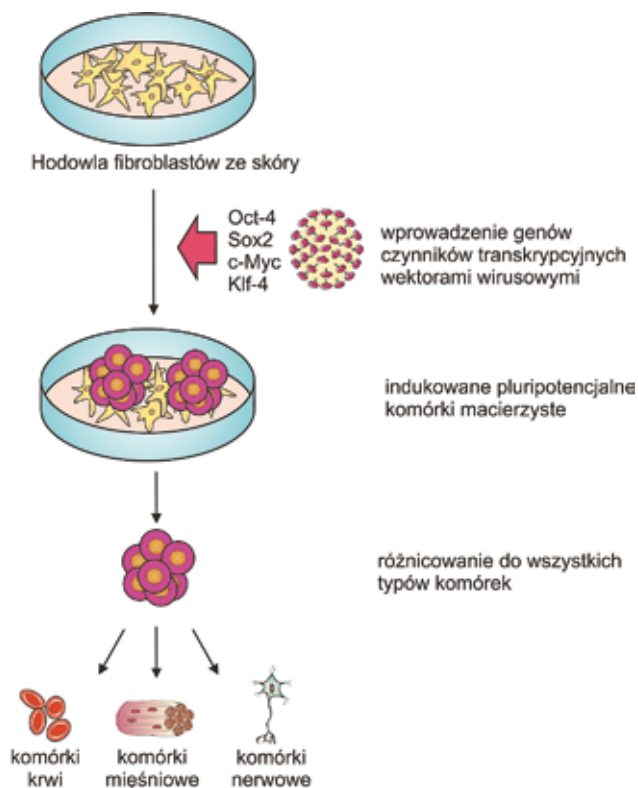
kierunku. Drugi obszar zastosowania indukowanych komórek pluripotencjalnych, to ich wykorzystanie do poznawania mechanizmów chorób, do modelowania ich przebiegu, np. choroby Parkinsona czy stwardnie-



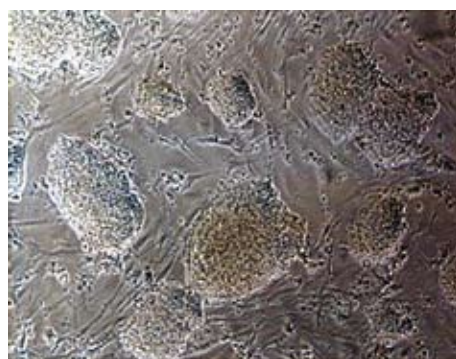
Ryc. 1. Schemat doświadczeń Johna B. Gurдона – autor: Krzysztof Szade.

Dzięki metodzie Yamanaki możemy komórki skóry reprogramować do iPS-ów, a następnie takie komórki pluripotencjalne zróżnicować – np. do kardiomiocytów, czyli komórek serca – i takie kardiomiocyty, w tym także ludzkie, wykorzystywać do badania toksyczności leków. To jest niewątpliwie obecnie największe pole zainteresowania dużych firm farmaceutycznych, które prowadzą intensywne badania w tym

nia zanikowego bocznego. Dzięki opracowanej przez Yamanakę technice można pobrać od pacjentów komórki skóry, reprogramować je do iPS, a następnie je zróżnicować do komórek nerwowych i badać, porównywać, jak się zachowują komórki nerwowe pacjentów w porównaniu z komórkami zdrowego człowieka. W wielu chorobach udało się tego typu doświadczenia przeprowadzić, uzyskano iPSC np. od pacjentów z dystrofią mięśniową, mukowiscydozą, czy innymi chorobami.



Ryc. 2. Metoda uzyskiwania indukowanych pluripotencjalnych komórek macierzystych (iPSC) – autor: Krzysztof Szade.



Ryc. 3. Kolonie iPSC otrzymane z fibroblastów (komórek skóry) myszy. Fot. Jacek Stępniewski.

Trzeci obszar zastosowania komórek macierzystych, który intuicyjnie nasuwa się jako pierwszy, ale wydaje się jednak dość odległy w realizacji, to wykorzystanie iPSC-ów w medycynie regeneracyjnej, czyli do naprawy narządów np. uszkodzonego mięśnia sercowego. Pozostaje jednak kilka istotnych problemów technicznych do rozwiązania. Z jednej strony iPSC-y dzięki temu, że mogą być uzyskane od każdego pacjenta – mogą być stosowane u tego

samego pacjenta – czyli znika problem niezgodności genetycznej komórek macierzystych i pacjenta. Ale zarówno metoda reprogramowania, jaką się obecnie najczęściej stosuje, jak i sam fakt, że iPSC mają rzeczywiście właściwości pluripotencjalne, stwarza pewne ryzyko efektów niepożądanych, ubocznych. Niezróżnicowane, embrionalne komórki macierzyste, czy też niezróżnicowane iPSC, jeżeli znajdą się w organizmie człowieka czy zwierzęcia doświadczalnego mogą utworzyć nowotwór. Jest to obecnie największy problem jeśli chodzi o możliwość wykorzystania tych komórek w medycynie regeneracyjnej. Musimy oczywiście pamiętać o tym, że nikt nie planuje stosowania niezróżnicowanych komórek embrionalnych czy niezróżnicowanych iPSC-ów w medycynie regeneracyjnej. Nikt nie będzie wstrzykiwał do serca niezróżnicowanych komórek macierzystych – a jeśli już, to jedynie zróżnicowane kardiomiocyty. Niemniej oczywiście problemy techniczne istnieją, gdyż np. istnieje pewne ryzyko pozostałości nie w pełni zróżnicowanych komórek. Dlatego, z podanych powyżej powodów można przypuszczać, że zastosowanie

iPSC w medycynie regeneracyjnej będzie dopiero kolejnym etapem, chociaż Japończycy już planują w niedługim czasie wykorzystanie IPS-ów do terapii postępującej ślepoty. Oczywiście – należy ponownie podkreślić – nie chodzi o podawanie do oka iPSC-ów, tylko stosowanie np. komórek barwnikowych, które będą uzyskiwane z takich iPSC-ów.

Tegoroczna nagroda Nobla cieszy, bo przypadła osobom, które niewątpliwie na nią zasłużyły. Przyszła została zarówno za wielkie osiągnięcie w dziedzinie badań podstawowych, jakim były doświadczenia i odkrycia Sir Johna Gurdon, jak i za genialne zastosowanie wiedzy do celów, które mają niewątpliwie aspekt praktyczny. Można mieć nadzieję, że za kilka-kilkanaście lat metoda opracowana przez Shinya Yamanakę znajdzie duże zastosowanie w medycynie.

Artykuł opracowany na podstawie wypowiedzi autora dla Grzegorza Jasińskiego ze stacji RMF – <http://www.rmfm24.pl/audio/audio,aId,847102>

Prof. Józef Dulak jest Kierownikiem Zakładu Biotechnologii Medycznej Wydziału Biochemii, Biofizyki i Biotechnologii Uniwersytetu Jagiellońskiego. E-mail: jozef.dulak@uj.edu.pl.

KOLCZASTA SPIŻARNIA

Wielu z nas słyszało o ciekawej rodzinie ptaków jakimi są dzierzby. Obejmuje ona ok. 30 gatunków i występuje głównie w Europie, Azji i w Afryce. Brak ich w Australii i Ameryce Południowej.



Ryc. 1. Samiec dzierzby gąsiorka na czatach. Fot. M. Olszowska.

W Polsce gniazdują cztery gatunki dzierzby: dzierzba gąsiorek, dzierzba czarnoczelna, srokość i dzierzba rudogłowa. Sporadycznie zalatują, ale nie gniazdują – dzierzba pustynna i dzierzba śródziemnomorska. Łacińska nazwa rodzajowa *Lanius* znaczy rzeźnik i takie właśnie są dzierzby – choć nie należą do ptaków drapieżnych, są drapieżne. Polują aktywnie na owady i drobne kręgowce z wyjątkiem ryb. Wyróżniają się przy tym unikalną cechą. Swoje ofiary nabijają

na kolce, ciernie, ostre gałązki drzew czy krzewów lub też inne ostre elementy. Pomaga im to we fragmentacji schwytanej ofiary, a ponadto jest rodzajem spiżarni. Dzierzby tworzą swoje spiżarnie w niewielkiej odległości od miejsca pobytu, co umożliwia im zjedzenie pokarmu w późniejszym terminie.



Ryc. 3. Świeża zdobycz – nornik bursy. Fot. M. Guzik.

Najpospolitszą naszą dzierzbą jest dzierzba gąsiorek (*Lanius collurio* L.). Nazwa jej pochodzi od wydawanego głosu tzw. gęgania, choć głosy wydawane przez samca są dość różnorodne.

Gatunek ten występuje na terenie całego kraju jednak najliczniej na Pomorzu zachodnim i w dolinie Odry. W górach osiąga wysokość ok. 1000 m n.p.m.

Preferuje siedliska otwarte, nasłonecznione z ciernistymi krzewami, ale równie chętnie występuje w zaroślach, w krzewach, na miedzach śródpolnych oraz nieużytkach.



Ryc. 2. Nornik bury w spizarni gąsiorka i ... mrówek. Fot. M. Guzik.

Ubarwienie samca dzierzby gąsiorka jest bardzo charakterystyczne, a najbardziej widoczną cechą jest czarna pręga ciągnąca się przez oko i rdzawy grzbiet. Charakterystyczną cechą jest również spionizowana pozycja w czasie siedzenia na czatach. Często siada w wyeksponowanych miejscach, na krzewach i niskich drzewach, a także na drutach telegraficznych.

(ryc. 1). W takiej pozycji wypatruje swoje ofiary. Poluje nie tylko gdy jest głodny. Ma instynkt łowcy i stara się złowić każdą zauważoną ofiarę. Małe ofiary zjada od razu, natomiast większe, albo ich nadmiar nabija na kolce krzewów lub druty.

Na taką spizarnię dzierzby – prawdopodobnie gąsiorka, bowiem samca obserwowaliśmy kilka minut wcześniej, trafiliśmy niedawno, w czasie pobytu w terenie, w okolicy Sławkowa (woj. Śląskie). Na dwóch krzewach ognika szkarłatnego (*Pyracantha coccinea* M. Roem) zauważyliśmy nabite na kolce osobniki pospolitego gryzonia – nornika burego (*Microtus agrestis* L.). Jednego z nich odnalazły już mrówki (ryc. 2). Musiał być więc złowiony przez dzierzbę kilka dni wcześniej. Drugi nabity gryzoń był świeży, co wskazuje na to, że został złapany stosunkowo niedawno (ryc. 3). Nornik bury prowadzi głównie zmierzchowo-nocny tryb życia i jest ssakiem płochliwym, rzadko przebywającym w miejscach odsłoniętych. Złowienie go przez dzierzbę gąsiorka dobrze świadczy o sprycie ptaka i jego instynkcie łowczym.

Anna Gał, Marek Guzik

NIEZWYKŁY PRZYPADEK GNIEŹDZENIA SIĘ KOPCIUSZKA *PHOENICURUS OCHRUIROS* W WARUNKACH SYNANTROPIJNYCH

Kopciuszek *Phoenicurus ochruros* (GM) należy do licznych gatunków gnieźdzących się w Polsce, często w osiedlach ludzkich. Gatunek ten charakteryzuje się dużą plastycznością w doborze miejsc na gniazdo. Gnieździ się często we wnękach, w zagłębieniach murów, pod okapami czy pod dachami. Czasem gniazda bywają budowane w półotwartych budynkach (np. szopach). Wybór takich miejsc gniazdowych ewidentnie prowadzi do bliskiej symbiozy z człowiekiem. Zdarzają się umiejscowienia gniazd np. na różnych pojazdach np. samochodach czy naczepach. W dniu 30 lipca 1997 r. w Brzączowicach (woj. małopolskie) stwierdzono gnieźdzenie się tego gatunku w wylocie (tunelu) napędu strugowodnego motorówki stojącej na drewnianych stojakach ok. 1 m nad ziemią pod wiatą gospodarstwa rybackiego na brzegu Zbiornika Dobczyckiego. Para ta z sukcesem wyprowadziła 4 młode. Zupełnie nietypowe miejsce gnieźdzenia się kopciuszka stwierdzono w Krakowie w 2012 r., gdzie w połowie lipca znaleziono gniazdo w pokoju biurowym na IV p. w budynku Wydziału Farmaceutycznego Collegium Medicum UJ (N 50°00.670'; E 19°59.685'). Budynek otoczony jest kępami drzew, zaroślami i obszarami trawiastymi. Kopciuszki często gnieźdzą się wśród zabudowań

o ile występują tam kępy zieleni i trawniki stanowiące tereny żerowiskowe. Okno pokoju, w którym samica zbudowała gniazdo, ma wystawę południowo-wschodnią. Gniazdo znajdowało się ok. 3 m od okna i zostało zbudowane w doniczce stojącej na półce ok. 2 m nad podłogą w środku rosnącej rośliny z rodzaju *Phyllocactus* (ryc. 1). Było ono typowe, zbudowane z łodyg traw z obfitą wyściółką z piór. Nad gniazdem znajdowała się kolejna półka. Ptak wlatywał do pokoju przez stale uchylony lufcik okna. Ciekawe jest to, że gniazdo było budowane, mimo że pokój nie był opuszczony, ale stale użytkowany przynajmniej przez 1 osobę w godzinach od ok. 8.00 do ok. 16.00. Termin budowy gniazda wskazuje na późny drugi lęg w sezonie. Po zbudowaniu gniazda samica złożyła 4 jaja, które wysiadywała w obecności przebywających ludzi. Przy zbliżeniu się człowieka na odległość ok. 1 m odlatywała, ale nie porzucała lęgu, lecz wracała i dalej podejmowała wysiadywanie jaj. W dniu 25 lipca 2012 r. wykluły się z 4 młode, które były karmione przez obydwój rodziców. Zaprzestano wtedy korzystania z pokoju, żeby nie płoszyć ptaków. Niestety nie udało się szczęśliwie zakończyć tego lęgu. Młode ptaki zostały znalezione martwe w bezpośredniej okolicy gniazda w dniu 13 sierpnia 2012 r.

Prawdopodobną przyczyną śmierci był intensywny hałas spowodowany pracami remontowymi bezpośrednio przy budynku (układanie bruku) z użyciem piły do cięcia betonu i maszyny do ubijania bruku, który mógł płoszyć dorosłe ptaki karmiące młode,



Ryc. 1. Gniazdo kopciuszka *Phoenicurus ochruros* w doniczce w pokoju.
Fot. Robert Gwiazda.

a także powodować stres u młodych. W związku z tym, że prace nie były prowadzone w sobotę i niedzielę, młode kopciuszki znalezione martwe w poniedziałek 13 sierpnia, prawdopodobnie zginęły wcześniej, tj. w piątek 10 sierpnia. Wskazywała na to również obecność czerwi muchówek w ciele martwych ptaków. Ciekawe, że rok wcześniej była podobna próba założenia gniazda w tym budynku w pokoju dokładnie piętro niżej (tam jednak usuwano znoszony materiał i nie dopuszczono do budowy gniazda). Przykład ten pokazuje niezwykłą plastyczność siedliskową kopciuszka i duże zdolności adaptacyjne w doborze miejsc lęgowych, które czasami mogą się jednak okazać śmiertelną pułapką ekologiczną.

Kinga Salat, Jadwiga Witalis – Wydział Farmaceutyczny Collegium Medicum UJ, Kraków
Robert Gwiazda – Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków

INNY NA SWÓJ SPOSÓB...

Pięknej odmiany korkowej wiązu polnego *Ulmus campestris* var. *suberosa* nie sposób nie zauważyć. Wzrok przyciągają grube odstające narośla korkowe na gałązkach i kora brunatnoszara z długimi głębokimi bruzdami (ryc.1). Kilkanaście krzewów tej ciekawej rośliny zaobserwowałam na nasłonecznionej, wysokiej skarpie (ekspozycja południowa) nad jeziorem Juksty niedaleko Mrągowa na Mazurach. Wiąz polny to drzewo dorastające do wysokości trzydziestu metrów, kiedyś sadzone w parkach, ale również wykorzystywane do utrwalaenia obuwających się zboczy. Samoistne



Ryc. 1. Na gałązkach wiązu korkowego widoczne są grube korkowe narośla. Fot. M. Olszowska.

jego występowanie świadczy o żyzności gleb. W czasach wielkiego głodu mączkę z drewna wiązu używano do wypieku chleba. Obecnie ten gatunek występuje rzadko, gdyż niszczone jest przez pasożytniczego grzyba *Ophiostoma ulmi*.

Odmiana korkowa wiązu polnego posiada wąską koronę i konary dość krótkie, mocne, odstające prawie

poziomo lub nieco zwisające. To kserofitowy krzew, który właściwościami ekologicznymi zbliżony jest do wiązu polnego. Może jednak rosnąć w bardziej surowych warunkach i na bardziej suchych stanowiskach. Liście wiązu korkowego są mniejsze niż w gatunku, szorstkie, bardziej wydłużone, z wyciągniętym wierzchołkiem i klinową nasadą na dłuższym i cieńszym ogonku (ryc. 2), pod spodem gwiazdkowato owłosione w kątach nerwów. Mniej-



Ryc. 2. Liście wiązu korkowego są szorstkie z wyciągniętym wierzchołkiem. Fot. M. Olszowska.

sza powierzchnia liści chroni krzew przed nadmierną utratą wody, a gruby korek pomaga przetrwać zimowe chłody. Dzięki tej odmienności wiąz korkowy zapewnił sobie doskonałe przystosowanie do trudnych warunków życia.

Maria Olszowska, Mrągowo

WSZECHŚWIAT PRZED 100 LATY

105 Lat nosorożca ze Staruni

Wykopalisko w Staruni

W końcu roku 1907 w jednym z szybów wosku ziemnego w Staruni we wschodniej Galicji wykopano szczątki mamuta i nosorożca, które obudziły wielkie zainteresowanie nie tylko w kraju lecz także za granicą. Zajęci w szybie robotnicy mniemali w pierwszej chwili, jak opisuje prof. Łomnicki w *Kosmosie* z roku 1908, że trafili na ścierwo wołu z ogromnymi rogami, za które uważano zęby mamuta. Wydobyte części tego zwierzęcia wyrzucano zrazu na hałdę, nieprzywiązując do faktu żadnego ważniejszego znaczenia. Kości już w samym szybie podczas wydobywania pogruchotano kilofem, a z poszarpanych kawałków skóry robotnicy powykrawali co lepsze części na swój użytek. W kilka dni dopiero maszynista tameczny zwrócił uwagę zarządu kopalni, że szczątki te należą do jakiegoś zwierzęcia przedpotopowego, prawdopodobnie do mamuta. Na tej podstawie kierownik techniczny kopalni w celu dalszej ochrony tego szczególnie wykopaliska, zawiadomił starostwo w Bohorodczanach, jakoteż profesorów geologii uniwersytetu krakowskiego i lwowskiego, tudzież politechniki lwowskiej. Równocześnie zarząd muzeum im. Dzieduszyckich we Lwowie zwrócił się do dyrektora kopalni w celu nabycia tych szczątków dla swoich zbiorów.

Dalej czytamy w sprawozdaniu prof. Łomnickiego, że namiestnictwo poleciło wstrzymać pogłębianie wspomnianego szybu aż do przybycia komisji, wydelegowanej do rozpatrzenia wykopaliska, a zarazem aż do dalszego zarządzenia nakazało zatrzymać je w kraju. W tym celu starostwo wyznaczyło straż z posterunku żandarmerii w Sołotwinie do czuwania nad tem wykopaliskiem, które złożono w osobnym budynku. Dnia 18 października zjechała do Staruni komisja, złożona z delegatów Akademii Umiejętności w Krakowie, z grona krajowego konserwatorów zabytków archeologicznych, z kustosa muzeum im. Dzieduszyckich i komisarza starostwa, i przekonała się naocznie o wielkiem znaczeniu wykopaliska dla nauki.

Z rozporządzenia starostwa wstrzymane od kilkunastu dni pogłębianie szybu podjęto na nowo i odtąd uważano starannie na pozostałe jeszcze inne szczątki mamuta, oderwane od całości, których atoli niewiele już znajdowano. Głównie zaś zwrócono uwagę na ily wyrzucane z szybu, w których znaleziono bardzo bogatą i wybornie zachowaną, równoczesną mamutowi, florę drzewną, złożoną z mnóstwa liści i owoców: dębu, wiązu, klonu, jesionu i t. d., tudzież kłaczów i łodyg roślin bagiennych, wraz z odłamami pni, gałęzi i korzeni, jakoteż faunę dyluwialną, złożoną przeważnie z owadów i mięczaków tak lądowych jak wodnych. Prócz szczątków, należących do mamuta, trafiano także na szczątki drobnych kręgowców.

Dnia 6 listopada o świcie przybył dozorca kopalni z oświadczeniem, że na głębokości 13,6 m (prawie o 5 m poniżej poziomu, w którym znalazł się mamut) wykryto "drugiego mamuta", zachowanego równie ze skórą. W obecności inżyniera kopalni, Lebiezdika, prof. Łomnickiego i d-ra Wójcika z Krakowa wydobyto po kilugodzinnej pracy cielsko nowego zwierzęcia, składające się ze łba, lewej nogi przedniej i skóry z całego prawie

lewego boku ciała. Zwierzę to okazało się nosorożcem. W kilka godzin później znaleziono jeszcze dwa rogi, oderwane od głowy nosorożca.

Stan zachowania tego drugiego okazu był znacznie lepszy, niż pierwszego, ponieważ, wydobywając, starannie zważano na to, by go nie uszkodzić. Dalsze poszukiwania, przedsięwzięte w samym szybie jak i na hałdzie głównie z ramienia zarządu muzeum im. Dzieduszyckich nie przyniosły już żadnych ważniejszych zdobyczy.

Wszystkie wykopane okazy dyrektor kopalni, p. A. Kriegel, za przyzwoleniem właścicieli, którzy są Niemcami, ofiarował w darze muzeum im. Dzieduszyckich, gdzie opiekowano się nimi z wszelką starannością. Dodać tu należy, że skóra, mięśnie, ścięgna, jak wogóle wszystkie części miękkie zwierząt były nawskroś przepojone woskiem ziemnym i zupełnie miękkie i podatne. To też skutkiem tego przepojenia zachowały się w tak doskonałym stanie.

Wykopalisko to, przynajmniej co do zwierząt kręgowych, jest w swoim rodzaju jedyne na całym świecie, ponieważ nie znaleziono dotychczas zwierząt z częściami miękkimi, zakonserwowanych w wosku ziemnym. A szczególnie ważne znaczenie nadają mu jeszcze rośliny, owady i mięczaki, znalezione w tych samych pokładach, co i zwierzęta kręgowe, ponieważ z nich dopiero otrzymujemy pojęcie o środowisku, w którym te zwierzęta żyły.

Po rozpatrzeniu się w tak cennym materiale przystąpiono niezwłocznie do opracowania. Krótki spis mięczaków zamieścił prof. Łomnicki w *Kosmosie* z roku 1908. Z niego wynika, że są to w połowie formy lądowe, w połowie wodne, z których znowu bagienne mają przewagę. Wszystkie formy należą raczej do młodszego pleistocenu niż starszego. Tymczasową notatkę o szczątkach mamuta i nosorożca podał w biuletynie Akademii Umiejętności z roku 1911 dr. E. Niezabitowski. Z tych notatek dowiadujemy się, że z mamuta zachował się prawie cały kręgosłup z wyjątkiem 11 kręgów ogonowych, kilka połamanych żeber, część przednia czaszki z wystającymi w zupełności zachowanymi zębami, częściowo kości kończyny przedniej i tylnej i 320 cm długi płat skóry z uchem zewnętrznym. Włosów w skórze już nie było.

Z nosorożca zachowała się cała głowa z jednym okiem i uchem, lewa noga przednia i 250 cm długi płat skóry strony lewej ciała. Czaszka, wyluszczone z części miękkich, okazała się całkowitą. Skutkiem ciężaru ziemi, spoczywającej na czaszce, niektóre kości były złamane, ponieważ znajdowały się jednak w swoim właściwym miejscu, z łatwością dały się pozlepić. Najciekawszymi częściami tej czaszki są zęby, z których zachowały się prawie wszystkie już zużyte zęby mleczne i pod nimi wyrastające zęby trwałe. Czaszka należała więc do osobnika bardzo młodego i jest może najmłodszą ze wszystkich dotychczas znanych czaszek nosorożców kopalnych. Jak kompletnie zachowały się wszelkie części kostne, o tem świadczą kostki słuchowe (młoteczek, kowadełko i strzemiączko), które opisano poraz pierwszy u nosorożca kopalnego. Również dobrze i kompletnie zachowały się wszystkie kości kończyny, niebrak tam nawet tak drobnych i zazwyczaj ginących kostek, jak trzeschek (ossa sesamoidea).

Dla poznania zewnętrznego wyglądu nosorożca ważne znaczenie ma znalezienie dwu rogów. Istnienie ich wprawdzie przypuszczano, ponieważ w skórze głowy nosorożców, które znaleziono w Syberii, na nosie i na czole istnieją wyraźnie ogrodzone miejsca na rogi, lecz rogów, należących do tych głów, nie było. Wykopalisko staruńskie dało co do tego zupełną pewność, chociaż rogi nie zachowały się w zupełności, ponieważ złuszczyła się z nich warstwa powierzchowna rogu. Nowym szczegółem dotychczas nieznanym, jest kształt ucha zewnętrznego, który stanowi ważną cechę systematyczną, przynajmniej dla nosorożców współczesnych.

Wszystkie te tymczasowe notatki zainteresowały paleontologów zagranicznych do tego stopnia, że weszły już do literatury i podręczników i spowodowały nawet próby rekonstrukcji nosorożca staruńskiego. Co dotyczy wieku okazów, znalezionych w Staruni, to niema wątpliwości, że pochodzą z epoki dyluwialnej, brak jednak jeszcze pewności, czy żyły we wcześniejszym, czy późniejszym dyluwium.

Ostateczne wnioski co do flory i fauny jak i co do zewnętrznego wyglądu i budowy zwierząt będzie można dopiero wysnuć po ogłoszeniu drukiem całości wykopaliska. W tym celu zarząd muzeum im. Dzieduszyckich rozdał cały znaleziony materiał między badaczy, przeważnie specjalistów w poszczególnych działach, którzy pracę obecnie już ukończyli. Spodziewać się można, że z początkiem roku przyszłego ukaże się to dzieło zbiorowe dzięki ofiarności hrabiów Dzieduszyckich, którzy nie szczędzili trudu i środków, aby te na ziemiach polskich wykopane okazy w Polsce pozostały i polskimi siłami były opracowane i wydane.

Odnaalezienie ciał zwierząt z zachowanymi częściami miękkimi, jak skórą, mięśniami, ścięgnami i t. p. należy do bardzo wielkich rzadkości. Jest to możliwe tylko pod wpływem sprzyjających warunków zewnętrznych, które sprawiają, że części rozkładające się zazwyczaj bardzo łatwo, przetrwały tysiące i setki tysięcy lat. W wielu razach trudno sobie wytłumaczyć, jakim sposobem to było możliwe, jak np. zachowanie się skóry ichtyosaura, gada żyjącego stale w morzu, gdzie części miękkie ciał zwierzęcych w zwykłych warunkach szybko zostają zjedzone przez skorupiaki i inne drobne zwierzęta. A jednak udało się w nowszych czasach przynajmniej części skamieniałej skóry ichtyosaura wyprzebarwiać tak, że wiemy obecnie dokładnie, jaki był wygląd zewnętrzny owego gada mezozoicznego.

W ostatnich latach znaleziono nawet całe ciała innego gada mezozoicznego, mianowicie *Trachodona*. Zachowały się one jako mumie skamieniałe, w których wyraźnie może rozpoznać ścięgna i mięśnie, a przedewszystkiem skórę. Osborn, który te okazy dokładniej zbadał, sądzi, że ciała zachowały się skutkiem długotrwałej suszy. Ostatecznie zasypał je piasek, w którym zwolna skamieniały. Z późniejszych epok geologicznych znane są liczniejsze okazy, zachowane częściowo lub też w całości w mało dostępnych i przewiewnych jaskiniach, jak np. *Glossotherium* i *Onhippidium* w jaskini fiordu Ultima Speranza w Patagonii, albo też w zamrożonej ziemi Syberii. W ostatniej znaleziono kawałki skóry piżmowolu (*Ovibos moschatus*), suhaka (*Antilope saiga*), leminga (*Lemmus obensis*), najczęściej jednak szczątki mamuta i nosorożca włochatego. Z pierwszych znane są 22 okazy,

z których dwa są prawie całkowite, reszta tylko w szczątkach znaleziona. Z nosorożców znane są trzy, mianowicie kawałek skóry, znaleziony przez Czerskiego w jaskini Niższo-Udinskiej, jedna głowa i jedna noga, należące do nosorożca znalezionego nad rzeką Wilujem i głowa znaleziona nad Leną. Głowy te nieco uszkodzone i bez uszu zasuszone i w tym stanie przesłano do Petersburga. W tych przypadkach więc niska temperatura przyczyniła się do przechowania wszystkich tych okazów do dzisiejszych czasów.

Z niezwykłym i dotychczas zupełnie nowym sposobem konserwacji zwierząt spotykamy się w wykopaliskach w Staruni, gdzie wosk ziemny stał się środkiem znakomicie utrwalającym. W głowie nosorożca zachował się np. doskonale język, podniebienie, błona śluzowa jamy nosowej i krtani, a pod mikroskopem można rozpoznać wyraźnie rozmaite tkanki jak tkankę łączną, tłuszczową, nabłonki, mięśnie i nerwy. Utrzymały się one znacznie lepiej, niż tkanki mamuta z Berezówki. Jest to tem dziwniejsze, że w Kalifornii w analogicznych warunkach zachowały się tylko same kości. W pobliżu Los Angeles już oddawna znany jest stawek, który jest otoczony asfaltem. Rozmaite zwierzęta, jak woły, dążące do wody dla ugасzenia pragnienia, grzęzły w asfalcie i ginęły. W nowszych czasach geologowie amerykańscy przystąpili do zbadania tego stawku, przypuszczając, że temu samemu losowi, co dzisiaj, zwierzęta ulegały także i w dawniejszych epokach. Istotnie też wykopano wielką ilość kości ssawców i ptaków z czwartorzędu. Prócz myszy, królików i wiewiórek znalazły się kości wilków, niedźwiedzi, tygrysa (*Smilodon californicum*), lwa (*Felis atrox*), żubra (*Bison antiquus*), mamuta, przedstawiciela szczerbatych (*Paramylodon nebrascense*), koni (*Equus pacificus*) i wielbłądów. Wśród ptaków przeważają szkielety orłów (*Aquila chrysaetos*) w liczbie 33, dalej znaleziono żorawia (*Ardea herodias*), kruka, gęś kanadyjską (*Branta canadensis*) i pawia (*Pavo californicus*).

Wykopalisko jest niezmiernie ważne, bo wykazuje w Ameryce północnej faunę, dotychczas tam nieznaną, jak wielbłąda i pawia. Merriam, który badał tę faunę, podnosi jeszcze z naciskiem, że większość zwierząt roślinożernych była w młodym wieku i że uderzająco wielka ilość należy do zwierząt drapieżnych. Według niego niedoświadczone zwierzęta młode, dążące do wody, grzęzły w asfalcie i stały się ofiarami zwierząt drapieżnych, które również ginęły. Żadnych części miękkich nie znaleziono, lecz tylko szkielety, których poszczególne kości w wielu razach trzymały się jeszcze razem. Dlatego w Staruni zachowały się całe ciała, a w Kalifornii w bardzo podobnych warunkach tylko szkielety, narazie trudno sobie wytłumaczyć. Możliwe jest, że w owych czasach, gdy zwierzęta zginęły, klimat był w Staruni chłodniejszy, niż w Kalifornii, co przyczyniło się do lepszej konserwacji zwierząt, chociaż Łomnicki w swym krótkim sprawozdaniu twierdzi, że klimat był cieplejszy od dzisiejszego, ponieważ znaleziono same tylko drzewa liściaste, jak dąb, wiąz, jesion, klon i leszczynę, gdy tymczasem drzew iglastych niema ani śladu. Dowodzą tego także owady i mięczaki, wśród których badacz nasz nie znalazł ani jednej formy chłodniejszego klimatu. Według Łomnickiego był to więc cieplejszy okres międzylodowcowy, późnopleistoceni, znamienny panowaniem dębu.

Teren, na którym dokonano wykopaliska w Staruni, różni się nieco od tego, który zawierał szkielety w Kalifornii.

Szyb bowiem wosku ziemnego znajduje się na lewym zboczu potoku Łukawca. Otóż potok ten prawdopodobnie osadzał po obu brzegach namuły, z których wytworzyły się ily. Za każdym większym wezbraniem potoku woda rozlewała się, wytwarzając koło brzegów bagienka, osadzając równocześnie nowe warstwy żwiru i namuły. W tych właśnie ilach znalazła się charakterystyczna fauna mięczaków. W pasie bagnisk, towarzyszących Łukawcowi, wydobywała się nadto także miejscami ropa naftowa, tworząca zbiorniki naturalne. Także i w tych bagnach ropnych osadzały się od czasu do czasu namuły za każdym znaczniejszym wezbraniem potoku wraz z naniesionymi szczątkami roślin i zwierząt, które, przesiąknięte ropą i surowicą solną, dotrwały do dnia dzisiejszego. Nadto wpadały do tego bagniska zwabione, nocną zwłaszcza porą, lśnięciem jego zwierciadłem, różne owady, nawet tak wątłej budowy jak ćmy, z chrząszczów zaś głównie pływakowate. Ginięły one natychmiast w zabójczej topieli, podobnie jak to się działo w starszym plejstocenie w Boryslawiu. Tym też sposobem zatonięły w tem bagnie ropnem i większe zwierzęta, jak płazy i ptaki, które przypadkiem tu się dostały, jakoteż ssawce, szukające może wody do ugaszenia pragnienia. Tak też prawdopodobnie ugrzęzły mamut i nosorożec, niemogąc, mimo wysiłków, wydobyć się ze zdradliwej toni ropnej, w której skutkiem uduszenia się musiały nagle zginąć.

Temi słowami Łomnicki opisuje teren staruński. Dodać tu jeszcze należy, co wynikało już ze szczegółowego opracowania materiału, że teren nie mógł być gęsto zalesiony drzewami, że stanowił raczej rozległe łąki, na których rosły przeważnie tylko krzaki. Do tego wniosku prowadzi odnalezienie kości jelenia olbrzymiego, który z powodu znacznego rozpięcia swych rogów z konieczności musiał żyć w skąpo zadrzewionych okolicach, zazwyczaj bagiennych.

Istnienia większych zbiorników wodnych dowodzi żaba, która okazała się odmianą zwykłej żaby wodnej, znaną pod nazwą, śmieszki lub weseluchy, i która obecnie znajduje się przeważnie w większych jeziorach.

Kadłub ptaka bez piór, znaleziony obok mamuta, należy do grubodzioba pestkojada (*Coccothraustes* prawdopodobnie *vulgaris*), którego żołądek był wypełniony licznymi ułamkami pestek śliw.

Poza tem znaleziono jeszcze luźne kostki żaby trawnej, śmieszki i sowy, tudzież parę fragmentów żeber, tak niekorzystnie zachowanych, że oznaczenie ich stało się już niepewnem.

Jak wyżej zaznaczono, dokładny obraz całości wykopaliska otrzymamy dopiero po ogłoszeniu opracowanego materiału. Przypuścić należy, że to przyczyni się w wysokim stopniu do poznania dyluwialnych i innych zagadnień ogólniejszych, które łączą się ściśle z tem wykopaliskiem, jak np. sprawa rozsiedlenia geograficznego zwierząt i roślin, ich budowy, zmienności gatunków, klimatologii i t. p. Wszystkie wyżej wymienione okazy znaleziono w szybie, mającym mniej więcej 20 m głębokości, 2,4 m długości i 1,2 m szerokości. Dziwnym byłoby przypadkiem, gdyby te okazy skupiły się w wydobytych z szybu 57,6 m³ ziemi. Nie ulega wątpliwości, że ily w najbliższym sąsiedztwie zawierają jeszcze dalsze okazy, a między niemi drugą połowę ciała nosorożca. To też Towarzystwo im. Kopernika we Lwowie czyni starania, aby wyzyskać ten dla nauki niezmiernie ciekawy

zakątek. Podobno zebrano już pewien fundusz na dalsze poszukiwania. Niestety, wyloniły się przeszkody. Szyb po eksploatacji wosku ziemnego przeszedł od właścicieli dla nas przychylnych i bardzo liberalnych do rąk innych właścicieli, którzy narazie przynajmniej nie pozwalają na rozkopanie gruntu w sąsiedztwie szybu. Spodziewać się należy, że trudności te dadzą się usunąć. Czy jednak fundusz zebrany na dalsze poszukiwania nie okaże się zaszczupły, to wielkie pytanie. Życzyćby należało, aby za wzorem Amerykanów i u nas znaleźli się ludzie, którzyby przyczynili się do dokończenia tak pięknie rozpoczętej pracy dla sławy nauki polskiej.

H. Hoyer. Wykopalisko w Staruni. *Wszechświat* 1912, 31, 707 (20 X).

Wycieczka prezydenta do parku narodowego

Wiek nasz stworzył pojęcie "zabytku przyrody", a Amerykanie byli pierwszymi, którzy je na wielką skalę wprowadzili do praktyki. Z prawdziwym żalem, prawie ze strachem, dzisiejszy człowiek kulturalny, o ile mu nie zbrakło już zmysłu i zrozumienia wzniosłej piękności wolnej natury i ukochania jej tworów, uprzytomnił sobie jak bardzo właśnie te piękności pod naciskiem bez wytchnienia naprzód dążącej kultury cierpią, jak szybko giną we wszystko niwelującej teraźniejszości. Jeszcze w ostatniej chwili zastanawiano się nad tem, że prawidłowa kultura nie może istnieć bez naturalnej piękności i harmonii kosmosu i że zażarta pogoń za zyskiem nie zadowala wyłącznie człowieka, lecz konieczny jest także w pewnych granicach powrót do przyrody, która jedynie może uzdrowić dzisiejszego znerwowanego człowieka. W ten sposób ruch około zachowania pomników przyrody uzyskał przez sprzyjające okoliczności silną podstawę i uczynił wnet postępy pokaźne. Czcigodne olbrzymy leśne, rośliny rzadkie, dziwacznie ukształtowane skały, wymierające zwierzęta – wszystko to podpadło pod pojęcie pomnika przyrody i miało być odtąd troskliwie chronione, rozumnie ustrzeżone przed wyniszczeniem całkowitem, o ile to tylko będzie w mocy człowieka. U nas wprawdzie akcja w tym kierunku znajduje się ledwie in statu nascendi, ale praktyczni Amerykanie wyprzedzili Europę tak wielkiem i donośnem dziełem, że pozostanie ono w dziejach ich jednym z czynów najślawniejszych.

Już w 1872 roku na kongresie cały młodo-wulkaniczny obszar Yellowstone na wschodnim stoku gór Skalistych (między 44 a 45° półn. szer.) uznano za "park publiczny, dla przyjemności i korzyści narodu" po wszystkie czasy przeznaczony. Niemniej jak 13 000 km² zajmuje ten park olbrzymi; liczne gejzery, wulkany błotniste i gorące źródła, gigantyczne skały, góry olbrzymie, trawiaste równiny i głębokie przepaści obejmuje w swych granicach; tu znalazły jedyny przytułek ostatnie bawoły, których stada niegdyś tysiącami przebiegały prerie, tu pasą się bez przeszkody antylopy, jelenie i danielce, bobry budują swe chaty, rzeki zamieszkują niezliczone ryby. Służbę ochronną spełniają oddziały konnicy związkowej. Jak ostro przestrzega się tam praw ochrony, najlepszym tego dowodem okoliczność, że nawet prezydent Roosevelt w czasie pobytu swego w parku nie wystrzelił ani razu ze swej strzelby. W sympatycznej bowiem jego indywidualności tkwi niemało tego, co stanowi właściwość badacza

przyrody. I to właśnie była przyczyna, że tak sławny Nemrod, jak Roosevelt wyrzekł się przyjemności zapolowania, i poprzestał całkowicie na schwytaniu kapeluszem rzadkiego gatunku myszy, którą darował następnie muzeum Washingtonowskiemu. Znakomity pisarz J. Burroughs towarzyszył prezydentowi w wycieczce całej i zamknął wrażenia wspólne w niewielkiej książeczce, z której czerpiemy rzecz niniejszą.

Park Yellowstone znajduje się u gorących źródeł Mamutowych, gdzie poraż pierwszy poznano przyrodę właściwą parkowi – potężne, wybuchające źródła z słupami dymu i swoistymi wyziewami, które niemniej jak wrząca i parująca woda, tworzą obraz jakichś otchłani piekielnych. Tu już mamy do czynienia o tyle z rzadszym powietrzem, że za najmniejszym wysiłkiem stajemy bez tchu w piersiach. Gorące źródła Mamutowe wytworzyły sobie same wały potężne, które wznoszą się tam nad wioską na jednej stronie wzgórza, terasowato, ślimakowato i węzowato, przypominając pewnego rodzaju wytwór szklany, albo też rzadką rzeźbę z barwnego drogiego kamienia. Wygląda to całkiem nieziemsko i chociaż "Patelnia dyabelska", "Kałamarcz" i "Pieczary stygijskie" są niedaleko, to bardziej przychodzą nam na myśl niebieskie, niż podziemne regiony. Wizja murów z jaspisu i dachów z ametystu.

Na wierzchołek sam pięli się nasi dwaj turyści poprzez zwały żwirowe i strumienie wody gorącej i podziwiali na szczycie błękitny, niezwykle czysty, ale kipiący wrzątek. Woda ta w piękności i czystości swej wyglądała również nadziemsko, jak rzeźba olbrzymia, w którą została ujęta.

"Pieczary stygijskie" leżą jeszcze wyżej na górze a są to małe nisze w skale, albo otwory studzienne w ziemi u stóp wypełnione zabójczym bezwodnikiem węglowym. We wszystkich widzieli pióra ptaków. Prawdopodobnie wlatywały one do wnętrza, celem zdobycia pokarmu jakiegoś albo znalezienia schroniska i nie wracały już nigdy stamtąd. Widzieli tam zwłoki jaskółki purpurowej, leżącej na brzegu podobnego otworu; wetknięta do wnętrza pochodnia gasła w jednej chwili, jakby wrzucona do wody. Każda szczelina, każde wgłębienie jest w miniaturze Doliną Śmierci. Nieopodal stanęli u małego jeziora wrzącego. U zimnego końca jego pływała para kaczek dzikich. Skoro zbliżyli się do nich, skierowały się w stronę wody cieplejszej. Im dalej oddalały się, tern bardziej stawało im się gorąco i widzieć można było ich wzrastający niepokój. Nagle namyśliły się, jakby z błagającym wzrokiem zwróciły się do widzów, dając niejako do zrozumienia, że dalej już przedostać się nie mogą. Następnie uniosły się w powietrze i znikły z drugiej strony wzgórza. Gdyby przypłynęły do samego wrzątku, podróżni mieliby na obiad gotowane kaczki dzikie.

Wieczorem przy ognisku obozowym prezydent opowiadał swemu towarzyszowi spostrzeżenia, które poczynił w czasie samotnego krążenia po puszczy. Opowiadał np. o ptaku jakimś, którego widział i słyszał, ale który był zupełnie nieznany. Na podstawie opisu jego Burroughs wyraził przypuszczenie, że był to "pustelnik" – gatunek, który i on chciałby oglądać i słyszeć, tudzież porównać go ze znaną mu już odmianą zachodnio-indyjską. Na drugi dzień wyprawili się razem na miejsce, gdzie Roosevelt spotkał się dzień przedtem z ptakiem i wnet spostrzegli go na wierzchołku cedru małego. Konno podążali czas długi za nim, stając pod drzewem każdym, na którym

usadowił się śliczny śpiewak, bardzo niestety, płochliwy i żywy. W rezultacie poznano go bliżej i nawet zdołano porównać wygląd jego i zwyczaje do krewniaka zachodnio-indyjskiego.

Na tej wycieczce zetknęli się ze świstakami na skałach górskich. Przypadkiem natrafili także na płowe jelenie dzikie, które w zaroślach stały lub spoczywały. Czujnie wyciągnięte wielkie uszy były zawsze pierwszym, co naprzód w oczy wpadało. Zwierzęta kilkakrotnie pozwoliły zbliżyć się do siebie na metrów kilka, nieokazując żadnej obawy. Łopaciaste rogi łosia leżały rozsypane w wielkiej ilości w tej części parku, a kilkakrotnie podróżni natrafiali także na szkielety łosów, które śmiercią naturalną zginęły tu spokojnie.

Innym razem uwagę wycieczkowców zwrócił ciekawy głos, wychodzący z głębi lasu szpilkowego. Przypominał on głos, jaki wydaje chłopiec, dmący w szyjkę próżnej flaszki, a nieznany był całkowicie nikomu. Okoliczność, że w chwili nadsłuchiwania przeniósł się na inne miejsce, świadczyła dowodnie, iż jest to stworzenie latające. Postanowiono podejść je, spiesząc szybko do lasu, gdzie rzeczywiście zauważono ptaka na szczycie sosny olbrzymiej. Burroughs naśladował krzyk jego, na co ten odwrócił głowę do polujących nań; zaudał jednak wysoko siedział, by można było dokładniej go obejrzeć. Z pomocą lornetki wyjaśniło się, że była to sowa z gatunku pigmejów, nie o wiele większa od ptaka morskiego. Autor nasz powiada, że prezydent tak był zadowolony, jakby udało mu się upolować jakąś większą zwierzynę, ponieważ nie widział nigdy przedtem szczególnego tego ptaka.

Kanadyjskie sroki, albo „rabusie polni”, jak je często nazywają, odkryły wieczorem dnia tego obozowisko i ledwie kucharz począł wyrzucać odpadki żywności, rzuciły się na nie, unosząc ze sobą, by je skryć między gałęziami sosen. Przytem zbliżały się na 3 – 5 m., nieokazując zbytniego strachu, właściwego zresztą wszystkim innym z ich gatunku.

Kiedy dnia następnego towarzystwo całe jechało w dół doliny w stronę wodospadów Tawern, wyskoczyło nagle w oddaleniu kilkuset metrów stado stu lub więcej łosów. W stronę ich rzucił się na koniu prezydent, przywołując do siebie Burroughsa; po jakimś czasie udało się im tak je zapędzić na wierzchołek góry, że, niemając gdzie dalej uciekać, stanęły tam w całem okazałym swem stadzie, z głowami zwróconymi do prześladowców i z językami, zwisającymi od zmęczenia. Prezydent śmiał się jak młodzieniaszek. Widowisko przedstawiało dlań wartość niemalą. Będąc tak blisko ślicznych tych stworzeń, nie omieszkało dobrze je obejrzeć, poczem uwolniono od obłączenia. W okolicy tej narachowano w promieniu oka w ogóle jakich 3 000 łosi. Kiedy Burroughs opowiadał o tern później na zgromadzeniu wodzów indyjskich, nie chcieli w to wierzyć, powątpiewając w możliwość tego.

Na nowem obozowisku zwróciło uwagę podróżnych stado owiec górskich na trawę porosłej płaszczyźnie, ujętej w mur ze skał bazaltowych. Oddalone były na odległość dobrego strzału, ale nie obawiały się wcale sąsiedztwa ludzi, ani też wystraszyć się nie dały robotnikom, pracującym niedaleko nad drogą rządową. Zastanawiano się, czy owce mogłyby opuścić się w dół po prawie prostopadle do rzeki spadającym stoku, by dotrzeć do wody. Ogólnie utrzymywano, że jest to niemożliwe. Późno jednak wieczorem doniesiono, że owce schodzą

rzeczywiście na dół. Prezydent goił się właśnie, zrzucił surdut i owiął się ręcznikiem; połowa twarzy była zgołona, a druga dopiero namydlona. "Na Boga – krzyknął – muszę to widzieć. Golenie może poczekać, a owce nie zaczekają". Jak też stał, tak wyskoczył z namiotu, dążąc z lornetą na miejsce. Wspaniały był to widok, jak drobne te stworzenia w zgrabnych skokach opierały się na niewidocznych wprost występkach skał, strącając po drodze kamienie zwietszałe, szukając równowagi do następnego skoku, który zdawało się, mógł być ostatnim w życiu. Bez najmniejszej jednak szkody całe wielkie stado dotarło do celu, obserwowane pilnie przez Roosevelta.

W nocy słyszano hałas powracających owiec; rano spodziewano się znaleźć kilka trupów u dołu góry, ale tymczasem wszystkie bez wyjątku zwierzęta dostały się bez szkody na górę.

Za zbliżaniem się do obszaru gejzerów, z powodu wznoszących się tu i owdzie słupów dymu, odnosimy wrażenie, że znajdujemy się niedaleko jakiegoś centrum przemysłowego lub też węzła linii kolejowych. Kiedy jeszcze słyszymy do tego chrapanie "Roaring Mountain", to złudzenie jest jeszcze większe. Koło Norris znajduje się wielki otwór, gdzie para wybucha z przeraźliwą mocą z niedawno powstałej szczeliny. Dookoła utworzyły się z zamarzniętych wyziewów potężne zwały lodu, często kroć o fantastycznych kształtach. Nowość na obszarze gejzerów nuży jednak wkrótce. Para i woda gorąca jest zawsze w całym świecie parą i wodą, a tu różnią się od tego, co można u własnego widzieć ogniska, większymi jedynie rozmiarami. "Growler" jest wręcz kotłem herbaty w rozmiarach tylko potężniejszych, a "Old faithful" przypomina naczynie, którego pokrywa ma odlecieć, by zrobić miejsce gwałtownie wybuchającej zawartości. Wprawdzie wróć jeziora i dymiące strumienie nie są czymś zwykłym, ale mimo to ma się wrażenie, że dziwne te zjawiska nie znajdują się tu na swym miejscu i że przyroda pomyliła się w tym razie.

Prezydent liczył bardzo na to, że będzie mógł oglądać niedźwiedzie, które przychodzą w lecie żywić się do hotelu parkowego, jednak nie udało mu się to, ponieważ nie wyszły jeszcze ze swych barłogów zimowych. Widziano tylko ślad jeden, który nie prowadził jednak do hotelu.

Wszędzie, gdzie są gejzery, ziemia na znacznym obszarze jest wolna od śniegu. Widzieć można było tu nawet kwitnący kwiat dziki, wydający woń miłą.

Kiedy towarzystwo całe wracało w sianach do hotelu, Roosevelt wyskoczył nagle i przykrył miękkim swym kapeluszem myszkę, która przebiegała obok. Chciał ją zdobyć dla d-ra Meriamma na wypadek, gdyby miała być jakąś odmianą nieznaną. Gdy wieczorem wszyscy udali się na połów ryb, prezydent ściągnął z myszy skórę i spreparował ją tak doskonale, że lepiej nie potrafiłby nawet preparator zawodowy. To było jedyną „zdobyczą myśliwską”, którą wyniósł z parku. Pokazało się później, że nie była to wprawdzie nowa odmiana, lecz gatunek, o którego istnieniu w parku nie wiedziano dotychczas wcale.

W Norris podjęto wycieczkę, celem zaznajomienia się z licznymi w tych okolicach przebywającymi ptakami. W Castonie jedynym stworzeniem żyjącym, które dojrzeć zdołano, był siedzący na skale orzeł biały.

B. Janusz. Roosevelt w parku Yellowstone. *Wszechświat* 1912, 31, 729 (27 X).

Pogromca wrotków

W wodzie stojącej pomiędzy wodorostami *Cladophora* H. Sommerstoff znalazł nieznaną dotychczas, a przez sposób odżywiania się osobliwy grzyb, który nazwał *Zoophagus insidians*. Grzyb ten rośnie bądź samodzielnie, bądź też epifitycznie na wyżej wspomnianym wodoroscie, otaczając go długimi splotami; wiele cech świadczy wybitnie o przynależności jego do rzędu pleśniaków. Gdzieś niedługo na krótkich rozgałęzieniach nici opisywanego pleśniaka wiszą żywe lub martwe wrotki. O ile w chwili znalezienia grzyba wrotki są jeszcze żywe, wtedy można zaobserwować, że w ciągu jakiejś pół godziny poruszają jeszcze dolną część ciała aż wreszcie tracą ruchy. Zachodzi pytanie, w jaki sposób grzyb chwyta zwierzątka. Otóż wydaje się, że w danym przypadku pewne określone podrażnienie, spowodowane przez wrotki, wywołuje ze strony grzyba reakcję, polegającą na wydzielaniu kleistej lepkiej substancji. O tem, że chodzi tu o pewne ściśle określone podrażnienie, przekonywa nas już ta okoliczność, że np. wymoczki nie zawisają na rozgałęzieniach *Zoophagusa*. Jakiej wszelako natury jest owo podrażnienie, czy natury mechanicznej, czy też chemicznej, to dotychczas jeszcze nie zostało zbadano. Bądź co bądź jednak wiadomo, że podrażnienie to znajduje się w ścisłym związku z własnościami otworu gębowego zwierzęcia. Przebieg całego zjawiska normalnie bywa taki, że gdy wrotek natrafia otworem gębowym na koniuszeczek krótkiego rozgałęzienia nici grzyba i wskutek wydzielania przez tę odnogę lepkiej substancji na niej zawisa, wtedy koniec odnogi zaczyna szybko rosnąć, wrasta w ciało zwierzęcia i następnie tworzy ssawkę, załomocą której wchłania soki zwierzęcia.

j.b. (Borszeinowa). Grzyb mięsożerny. *Wszechświat* 1912, 31, 687 (6 X).

Drogie, smaczne i tuczące

Wiadomo powszechnie, że kawior jest pożywieniem nadzwyczaj łatwo i szybko strawnym, prócz tego jest bardzo pożywny. Najnowsze rozbiory wykazały, że kawior zawiera około 50% wody, 28% białka, 14% tłuszczów i prawie 8% soli, ma przeto większą zawartość tłuszczu, niż mięso, a co mu nadaje szczególną wartość, że zawiera także lecytynę, która ma tak wielkie znaczenie dla przemiany materii w organizmie. Kawior byłby przeto idealnym środkiem pożywienia, gdyby nie nadzwyczaj wysoka jego cena, z powodu której nawet ludzie średnio zamożni kawioru spożywać nie mogą. Cena kawioru niezawodnie z czasem będzie nawet większa, gdyż łowienie jesiotrów coraz bardziej się rozwija, a wszelkie próby sztucznej hodowli tych ryb zupełnie się nie powiodły. Równie pożywny jest kawior ze szczupaków, lecz dotąd jakoś nikt nie rozpoczął wyrabiania takiego kawioru dla handlu.

Dr. F. W. (Wilkosz). Pożywność kawioru. *Wszechświat* 1912, 31, 689 (6 X).

Ryby elektryczne

W roku przeszłym na zjeździe przyrodników i lekarzy w Karlsruhe prof. dr. Garten z Giessen wygłosił zajmujący wykład o rybach elektrycznych. Dr. Garten zaznaczył

przedewszystkiem, że potężne wytwarzanie elektryczności przez ryby elektryczne jest zjawiskiem nadzwyczajnem i jedynem w przyrodzie żywej. Już starożytni znali właściwość ryb elektrycznych żyjących w morzu Śródziemnem, szczególnie drętwicka, a ówczcześni lekarze wyzyskiwali tę elektryczność zwierzęcą w celach leczniczych; osobom cierpiącym na ból głowy przykładali ryby elektryczne do czoła – były to więc początki elektroterapii.

Wiele wiadomości nowszych o takich rybach zebrał Aleksander Humboldt w podróży swej do Ameryki południowej i podał je szczegółowo w wielkiem dziele zawierającym sprawozdanie opisowe i naukowe o podróży do Ameryki i Rossyi. Znalazł on w dorzeczu rzeki Orynoke, w bagnistych jeziorach, ogromne ilości węgorzy elektrycznych czyli trzęsawców (*Gymnotus electricus*), niektóre z nich dochodziły długości około 1¼ metra. Humboldt nie tylko szczegółowo opisał trzęsawce, lecz wykonywał z nimi różne doświadczenia. Aby uderzeniom elektryczności odjąć moc szkodenia, kazał wpędzić do jeziora konie i muły i pilnować je, aby z wody nie uciekły. Trzęsawce rzuciły się na nie z wielką zawziętością, i wyladowywały raz poraż swoje baterie elektryczne, w końcu jednak uległy w walce i poczęły się wynurzać nad brzeg jeziora.

Na człowieka pierwsze uderzenie ryby wywiera ogromny wpływ, czuje się wewnętrzne drżenie, trwające 2 – 3 sekundy, poczem następuje odrętwienie i cały dzień trwający dotkliwy ból w kolanach i stawach. Jeżeli węgorz bardzo już jest zmęczony i osłabiony, to wyladowaniem elektryczności sprawia jedynie dreszcz, który od miejsc dotkniętych elektrycznością rozchodzi się aż do łokci. Siła uderzeń jest jednaka, niezależnie od tego, do jakiej części ciała dotknie się rybą. W Gwajanie holenderskiej krajowcy używali trzęsawców do leczenia paraliżu.

Już Volta sprawdził, że organ elektryczny trzęsawca składa się z nagromadzonych pokładów płytek, uszeregowanych na sposób stosu Volty, atoli dopiero du Bois Reymond był pierwszym, który wyjaśnił fizjologicznie budowę i działanie elektryczne ryb elektrycznych.

Uderzenie prądu elektrycznego takiej ryby działa z ogromną chyżością i siłą, wynoszącą u trzęsawca do 300 volt. Du Bois Reymond wysłał w r. 1876 swego asystenta Karola Sachsa do Ameryki południowej dla ścisłych badań nad trzęsawcem. Przemoczony zupełnie podczas połowu, Sachs trzymał oburącz wielki okaz trzęsawca, tenże wyśliznął się i upadł mu na obie nogi. Natychmiast Sachs doznał przez całe ciało uderzenia tak silnego, że osłupiał jak żona Lota i przez kilkanaście sekund był całkiem bezwładny i porażony.

Prof. Garten podczas wykładu przedstawiał również wyjaśniające doświadczenia. W zbiorniku urządzonym odpowiednio znajdował się sum elektryczny (*Malapterus*), pochodzący z Nilu; ze zbiornikiem połączony był z jednej strony telefon, a z drugiej strony mięsień żabi, rozpięty w mechanizmie drążkowym. W chwili całkiem lekkiego dotknięcia suma pręcikiem szklanym, słychać było szelest w telefonie, a równocześnie zadrżał mięsień żabi. Jeżeli do zbiornika wpuszczono małe żaby, które przeszkadzały sumowi w pływaniu, następowały uderzenia elektryczne jedno po drugim, prąd elektryczny przechodził przez żaby, i pobudzał nerwy, mięśnie, a nawet mięsień sercowy. W ten sposób sum odstrasza inne zwierzęta, ubezwładnia je, a nawet zabija. Organ elektryczny różnych ryb ma różną

budowę i różny układ, wszędzie jednak przedstawia zgodność ze stosem Volty. Dawniej sądzono, że organ ten w całym świecie zwierzęcym przedstawia budowę całkiem szczególną, atoli nowsze badania embryologiczne wykazały, że jest tylko przeobrażeniem tkanek mięśniowych i nerwowych. Również wykazano, że prądy elektryczne ryb elektrycznych nie różnią się w istocie swej od nadzwyczaj słabych prądów elektrycznych, jakie u wszystkich zwierząt wytwarzają nerwy, mięśnie i gruczoły.

Do powyższych nadzwyczaj zajmujących wiadomości dodaję jeszcze jeden szczegół, wykryty przez Zygfrida Gardena. Sprawdził on, że źródło elektryczności ryb elektrycznych tkwi w nerwach, gdyż po przecięciu nerwów, prądy elektryczne nie występowały.

Dr. F. W. Ryby elektryczne. *Wszechświat* 1912, 31, 689 (6 X).

Trucizna w warzywach

Zawartość arszeniku w istotach organicznych znana jest dopiero od roku 1850. W tym czasie chemik Stein wykazał, że popiół kapusty, rzepy i ziemniaków zawiera dużo arszeniku. W roku 1851 znalazł 0,11 g arszeniku na 10 000 g popiołów płótna lnianego, 0,2 na 10 000 g popiołów słomy żytniej, 0,3 g na 10 000 popiołów wydziałin bydłowych. Od tej pory poszukiwania gorliwie prowadzono dalej i A. Gautier i G. Bertrand wykazali, że arszenik w normalnym stanie istnieje w człowieku i w zwierzęciu, w których stanowi część składową protoplazmy komórkowej zarówno, chociaż w innym stosunku, jak azot, węgiel, fosfor i t. d. Przyjęto ogólnie, że źródłem tego arszeniku jest pożywienie. P. Jardin i A. Astruc przeprowadzili w tym celu niedawno szereg badań nad pożywieniem roślinnym ludzi.

Największą zawartość arszeniku (mg na 100 g popiołu) wykazały migdały 25, fasola czerwona 25, sałata 23, trufle 20, bób 20, seler 20.

H.G. (Grotowska) *Arszenik w naszym pożywieniu. Wszechświat* 1912, 31, 687 (6 X).

Środowiska dobre i złe

Gdy szerszym wzrokiem ogarniemy przyrodę, ujrzymy piękny, czarujący obraz. Świat organiczny, niezwykle bujnie rozkwitły na ziemi, nasze uwagę zajmie przedewszystkiem. Rozrósł on się potężnie, bo wszędzie, gdzie znalazł odpowiednie warunki, wszędzie je wyzyskał.

Na naszej ziemi różne panują warunki. Czynniki fizyko-chemiczne odmiennie działają w różnych miejscowościach, grupują się odpowiednio, wzajemnie się wklajają, tworząc różne środowiska mniej lub więcej sprzyjające rozwojowi istot żyjących. Życie stopniowo zdobywa poszczególne placówki, poszczególne środowiska i w zależności od czynników, w nich działających, przybiera kształt swoisty. Wytwarzają się pewnego rodzaju zbiorowiska biologiczne, zamieszkujące odpowiednie środowiska, czyli zgrupowania mniej lub więcej stałe poszczególnych czynników fizyko-chemicznych.

Środowisko – ten kompleks warunków, w którym życie się odbywa – jest pojęciem biologicznym. Musi to być ten tylko kompleks, który życie umożliwia.

Na pozór się zdaje, że wszystkie miejsca na kuli ziemskiej są zamieszkałe przez organizmy. Tak jednak nie

jest. Życie tam tylko rozwinąć się może, gdzie znajdzie niezbędny dla siebie kompleks czynników. W przeciwnym razie ginie. Znamy w przyrodzie liczne zgrupowania czynników, liczne środowiska, których warunki nie-możliwem czynią istnienie w nich życia. Morze Martwe, kratery wulkanów czynnych, gejzery, różne wody i ziemie zatrute substancjami chemicznymi, dolina śmierci na Jawie, psia grot pod Neapolem, głębiny Morza Czarnego – oto kilka ważniejszych przykładów.

Środowiska pozbawione choć jednego z niezbędnych dla życia czynników są martwe.

Kratery zabijają organizmy swą wysoką temperaturą, trującymi gazami; gejzery gotującą się wodą; Morze Martwe zbytnią ilością soli trujących; dolina śmierci na Jawie dwutlenkiem węgla; głębiny Morza Czarnego trującym dla życia siarkowodorem; inne środowiska są zatrutowane innymi substancjami chemicznymi, choć dodać należy, że liczne wody, bądź kwaśne, bądź alkaliczne mogą posiadać swą charakterystyczną, zresztą silnie przerzedzoną faunę.

"Wszędzie jednak – mówi H. de Varigny – gdzie życie może istnieć, wszędzie się sadowi"

Kazimierz Demel. *Zwierzę i środowisko. Wszechświat 1912*, 31, 695 (13 X).

Inteligencja ryb

W biologii dzisiejszej przeważa zdanie, że czynności zwierząt niższych są czysto odruchowe, że nie dowodzą ani pamięci, ani też spożytkowania dawniejszych doświadczeń, i że są jedynie odpowiedzią, oddziaływaniem, na poprzednie, bezpośrednie bodźce, czy podrażnienia.

Czy ryby można uważać za zwierzęta odruchowe? – bez wątplenia nie, gdyż mają one zdolność nauczania się czegoś, jakkolwiek zdolność ta nie jest wielka. I tak, ryby przyzwyczajają się do miejsca, w którym otrzymują paszę, pamiętają czas, kiedy im paszę podają i o tym czasie krążą koło żerowiska, czekając poniekąd na podanie żywności.

Ryby można nawet do pewnego stopnia oswoić i obłaskawić. Udało się to dr. Rudolfowi Fastenrathowi w Herisan, w kantonie appenzelskim w Szwajcarii. Przebywając nad jeziorem Lugano, kąpał się w lazience i zauważył, że różne ryby, nawet większe, podpływały do lazienki, jednak, zobaczywszy człowieka, szybko napowrót uciekały. Fastenrath, wzięwszy w każdą rękę po kawałku chleba, zanurzał się w wodzie po szyję i jaknajspokojniej stał lub siedział przez czas dłuższy. Czynność tę powtarzał codziennie, o ile tylko na to temperatura wody pozwalała. Ryby tak się oswoiły, że z wolna odważały się podpływać i poczynają jeść chleb w wodzie rozmoczony, który Fastenrath trzymał w rękach. Z czasem cała gromada tak się oswoiła, że skoro tylko Fastenrath wszedł do wody z chlebem, przypląwała natychmiast, jadła chleb i nie odstraszały jej ruchy rąk i nóg żywiciela, lub zanurzanie różnych przedmiotów w wodzie.

Spostrzeżenia te i doświadczenia Fastenrath ogłosił w roku 1905 w różnych czasopiśmie, jako dowód, że ryby posiadają pamięć i pewien stopień inteligencji.

Przechodząc teraz do pytania: czy ryba zna wody, w których mieszka? – przytoczę spostrzeżenia własne, Aleksandra Gostkowskiego, d-ra W. Franza, dyrektora zakładu neurologicznego we Frankfurcie nad Menem, Br. Diessnera ichtyologa i in.

Rzeka Biała, wpadająca do Dunajca poniżej Tarnowa, miała dno nierówne, płytkie, a w niem zagłębienia rozrzucone w korycie na znaczniejszej nieraz od siebie odległości. Na zimę ryby w płytkiej wodzie pozostać nie mogły, gdyżby zmarzły. O tem wiedziały dobrze ryby w Białej przebywające, to też na zimę ściągały z całego płytkiego koryta do tych zagłębień, gdzie miały nie tylko głębszą wodę i zabezpieczenie od zamarznięcia, lecz również i spokój, gdyż w zagłębieniach ruch wody był minimalny. Kiedy lód pokrył rzekę, można było widzieć ryby, jak skupione obok siebie, spokojnie spoczywały na dnie, robiąc tylko nieznaczne ruchy płetwami. Skoro tylko lody puściły i wody przybyło, ryby opuszczały swoje leże zimowe, oczywiście niewszystkie, gdyż złodzieje wyszukiwali zagłębienia i stamtąd, porobiwszy przeręble w lodzie, ryby, jak z kotła wybierali sakami.

Toż samo spostrzeżenie zrobił Aleksander Gostkowski na wodach Skawy i Soły.

Obecnie koryto Białej jest zregulowane i wyprostowane, znikły więc zagłębienia, pogłębiło się całe koryto, a ryby gdziekolwiek znaleźć mogą schronienie na zimę.

Według d-ra Franza karp jest rybą najinteligentniejszą i najlepiej orientuje się w wodzie, w której mieszka. Karp, przybywszy do wody płytkiej, w razie jakiego niebezpieczeństwa umyka do głębi tą samą drogą, którą przybył. Wyszukując tarliska, karpie wysyłają podobno na zwiady kilku towarzyszy, którzy wodę przeszukują i badają i dopiero, znalazłszy odpowiednie miejsce, sprowadzają resztę towarzystwa. Jeżeli się zamknie przesmyki i przejścia, wiodące z płytkich tarlisk do głębin, karpie, czując niebezpieczeństwo, próbują kolejno wszystkich wyjść, a przekonawszy się, że wszystkie są zamknięte, tracą głowy i w zamieszaniu bez planu pędzą tam i napowrót, bezradnie i strwożone.

Nawet wewnątrz zastawionych sieci karpie orientują się o tyle, że za drugim spędem znacznie mniej ryb wpada do zastawionych sieci.

Starsze karpie orientują się w swej wodzie lepiej, niż młodsze.

U świnki i jazia spostrzeżono również dosyć rozwinięty zmysł orientacyjny.

Ryby drapieżne zwykle obierają sobie jedno ulubione miejsce, w którym czyhają na zdobycz.

Szczupaki, pstrągi, lipienie, jazgarze i głowacice odnajdowały swe pierwotne miejsce pobytu, przebywszy drogę odległą nawet do dwu km.

Jeżeli jednak jakiekolwiek wypadki zmuszą rybę do porzucenia swego pierwotnego stanowiska, to wyszukuje sobie nowe i do dawnego nie wraca.

Br. Diessner złowił w rzece Aue w Hessen-Nassau 6-cio funtowego pstrąga w miejscu, gdzie kanał drenowy doprowadzał do rzeki czystą i zimną wodę, w której pstrągi chętnie przebywały. Pstrąga tego, przyczepiwszy mu do płetwy grzbietowej kółko z drutu srebrnego, wpuścił napowrót o 1/2 km poniżej do Auy. Po 3-ch miesiącach pstrąg powrócił do swego pierwotnego miejsca pobytu, gdzie go też złowiono, i już więcej do wody nie wpuszczono. Później Diessner wykonał próby podobne z kilkunastu pstrągami i wszystkie po upływie dłuższego, lub krótszego czasu, wracały na pierwotne stanowisko. Z okoliczności próbom towarzyszącym Diessner wyprowadza wniosek, że ryba nie tylko odnajduje swoje pierwsze stanowisko, lecz go wprost szuka tak długo, aż je znajdzie,

podobnie jak zwierzyna odszukuje przejścia i ścieżki swoje. Pod tym względem pstrąg odznacza się delikatnym zmysłem, szczególnie w razie odszukiwania tarlisk.

Kapitanowie parowców rybackich oddawna zrobili spostrzeżenie, że po burzy można złowić największe ryby na skrajach wód płytszych, przez burzę zmaconych. W czasie burzy ryby uciekają ze swych kryjówek, być może wypędzone ruchem wody aż do dna sięgającym, być może, że w płytszych miejscach po burzy obfitsze znajdują pożywienie, a może wskutek doświadczenia, że w czasie burzy nie mają strachu przed sieciami. Wszystko jedno zresztą, co je do tego skłania, widocznie jednak znają wodę, jeżeli w miejscach płytszych szukają schronienia przed burzą.

Na jeziorze Szybenem w powiecie kossowskim w. Galicyi ustawiono silny jaz do spiętrzenia wody, która po otwarciu jazu wpada z ogromną siłą do Czeremoszu, podnosząc stan wrody conajmniej o metr i spławia drzewo na brzegach Czeremoszu złożone. Woda wypadająca z Szybenego w chwili otwarcia jazu sprawia ogromny huk, równający się strzałowi armatniemu, a gwałtowny prąd porwał żyjące w Czeremoszu pstrągi, rzucił je o przybrzeżne skały i większą część zabijał. Tak było w początkach założenia jazu, później jednak pstrągi tak się obeznały z groźbą ich życiu niebezpieczeństwem, że gdy tylko posłyszają huk wypadającej wody, kryją się pod przybrzeżne kamienie i w jamy, i robią to tak szybko, że obecnie rzadko kiedy jaki pstrąg zostanie zabity. Spostrzeżenie to uczynił mieszkający w pobliżu właściciel dóbr Worochta p. Alfred Miltsowits.

W wędrówkach, powtarzających się stale, ryby korzystają ze znajomości miejsca i wody. I tak w pojezierzach, jeżeli dwa jeziora, jedno płytsze, drugie głębsze, połączone są kanałem, ryby przebywają w jeziorze płytszym latem, a w głębszym zimą. W jesieni i na wiosnę przepływają z jednego do drugiego, nie obawiają się żadnych trudności, a miejscami, jeżeli potrzeba, płyną nawet na płask. Jeżeli kanał zostanie zamknięty szluzą, to w jesieni ryby różnej wielkości i gatunku kręcą się uporczywie koło szluzu, szukając znanej sobie drogi.

Ryby szczególnie starsze czują również zaraz odpływanie i ubytek wody i uciekają natychmiast do głębszych miejsc, które widocznie poprzednio poznały.

Spostrzeżenia tutaj przytoczone, a stanowiące małą zaledwie część zebranych dotąd doświadczeń i spostrzeżeń, wykazują niewątpliwie, że ryba zna wodę, w których żyje i znajomość tę spożytkowuje w swych czynnościach życiowych. Trudne do wyjaśnienia i zrozumienia są dalekie wędrówki lososi i węgorzy na tarło. Łosoś, jak wiadomo, wychodzi na tarło z morza do rzek i podąża pod wodę aż do źródlowisk rzek górskich. Ciśnienie wody płynącej jest tutaj bodźcem, na który ryba oddziaływa odruchowo ciąglem posuwaniem się w górę wody, aż do miejsca, które jej się nadaje na tarlisko. Możliwe jednak jest, że i w tej wędrówce losoś kieruje się znajomością wody, przez doświadczenie nabytą. Węgorz dąży na tarło z rzek do morza i to do miejsc głębokich, mających jaknajśłonią wodę. Zawartość soli w wodzie morskiej zwiększa się w miarę odległości od ujścia rzeki do morza, dlatego też może, to zwiększanie się słoności wody stanowi bodziec, na który węgorze oddziaływają odruchowo, płynąc dalej w kierunku, z którego pochodzi bardziej słona woda.

I tutaj jednak jest rzeczą możliwą, że węgorze w tak dalekiej wędrówce wyzyskują nabytą znajomość obszarów morskich. Jeżeli bowiem lososie i węgorze opanowują w wędrówkach swych tak wielkie obszary, to nie potrzebują pamiętać drobnych szczegółów, wystarczy im nabycie ogólnego poglądu na wielkie przestrzenie, które zamierzają przebyć.

Szybki i wielki rozwój nauk przyrodniczych uzasadnia nadzieję, że tak te, jak i inne dalekie wędrówki ryb w krótkim czasie przestaną być trudną do rozwiązania zagadką.

Dr. F. W. (Wilkoś) Czy ryba zna wodę, w których mieszka? *Wszechświat* 1912, 31, 699 (13 X).

Dlaczego ćmy latają w nocy?

Wiadomo wszystkim, że liczno owady nocne tłumnie zlatują się do światła. Okazują ono, jak mówimy, fototropizm dodatni. Oddawna jednak razila zoologów pozorna sprzeczność, jaką w tem zjawisku spostrzegamy. Te same owady, które w nocy odznaczają się fototropizmem dodatnim, dzień przepędzają w stanie snu, ukryte, a więc, zdawałoby się, w dzień mają fototropizm odjemny. Sprzeczność tę stara się wyjaśnić F. Picard. Podobnie jak i dzienne, motyle nocne odznaczają się tylko fototropizmem dodatnim, lecz jeżeli prowadzą czynne życie w nocy, to jedynie dlatego, że niezbędnym jego warunkiem jest wilgoć, która panuje w nocy. Ona tylko warunkuje ich życie czynne. Owady nocne – to "hygrofile", nadzwyczaj czule na brak wilgoci w atmosferze. Ponieważ te warunki w dzień nie zdarzają się najczęściej, więc następstwem ich braku swoisty stan przytłumienia procesów, beczynność, mniej lub więcej równoznaczna ze zjawiskiem snu. Dowodzi tego ten fakt, że często spotkać można typowe owady nocne latające podczas dni dżdżystych, a więc kiedy atmosfera obfituje w wilgoć.

K. D. (Demel). Z biologii owadów nocnych. *Wszechświat* 1912, 31, 769 (10 XI).

Pijawki jako matki

Pospolite w naszych słodkich wodach drobne pijawki z rodziny Clepsinidae okazują ciekawą własność biologiczną. Na spodniej stronie swego płaskiego ciała przyczepiają one jajka; gdy po pewnym czasie z jajek wylęgają się młode, przysysają się na tern samem miejscu do ciała matki i pozostają tutaj nieraz bardzo długo; można znaleźć tak przyssane osobniki dosięgające długością swą do 1/3 długości zwierzęcia dorosłego. Stosuje się to do gatunków *Clepsine hoteroclita*, *Cl. bioculata*, *Hemicleipsis tessellata*, *H. marginata*, *Glossiphonia heteroclita* i *Gl. bioculata*. U niektórych z nich jak *Cl. bioculata* i *Cl. heteroclita* młode przyczepione są bardzo silnie; przekrój przez miejsce przyczepu wyjaśnia nam tego przyczynę; okazuje się, że na skórze pijawki macierzystej tworzą się sfaldowania nabłonka, odpowiadające dokładnie fałdom na przyssawce młodej. Przyczepienie nieraz jest tak silne, że odrywająca się młoda uszkadza nabłonek matki. Jeżeli w akwaryum poodrywamy młode, to pływają one w wodzie dopóty, aż znajdą znowu starą *Clepsine*; wciskają się wtedy pod brzuszną stronę jej ciała i przysysają. Nieraz można spotkać pod jedną

starą *Clepsine* liczne młode (do 35 u *H. marginata*) różnej wielkości; trzeba przypuścić, że niewszystkie są jej własnym potomstwem i że niektóre przywędrowały z zewnątrz. Na przekrojach przez nabłonek macierzysty w miejscu przyczepu można widzieć w jego komórkach liczne wodniczki, których niema gdzieindziej; wskazuje to, że w komórkach tych zachodzą pewne specjalne procesy, być może prowadzące do odżywiania młodych.

H. R-be. (Raabe). Ochrona młodych u pijawek. Wszechświat 1912, 31, 801 (24 XI).

Powrót z wojennej wyprawy

H. Prell opisuje ciekawy pochód wojenny *M. foetens*, który obserwował w Afryce wschodniej w okolicach Njussi. Mrówki wracały widocznie z wyprawy przeciw termitom, gdyż każda z robotnic niosła w szczękach po jednym albo po kilku zabitych wrogów: jedne po 3–4 robotnice *Termes bellicosus*, inne 1–2 żołnierzy, z których każdy był niemal dwa razy cięższy od mrówki. Kolumna szła zbitymi szeregami, po 10–20 osobników w szeregu; na przodzie i na końcu miała po kilka mrówek bez ciężarów; długość jej dochodziła do 1½ m, szerokość do 10 cm; liczba uczestników wynosiła około 1000. Najcharakterystyczniejszą rzeczą było, że mrówki, idąc, wydawały głośnie dźwięki; ciekawość to było tak silne, że słysząc je było dokładnie nawet z odległości 1–2 metrów. Prawdopodobnie mrówki w taki sposób nawoływały się i utrzymywały porządek w pochodzie; być może jednak, że był to sposób na odstraszenie wrogów. Organ strydulacyjny u *Megaloponera f.* znajduje się na grzbietowej stronie czwartego pierścienia odwłokowego; owad wydobywa dźwięki kurcząc i wyprostowując odwłok trzymany poziomo albo trochę zgięty ku dołowi; podczas tego czwarty pierścień wsuwa się pod tergity trzeciego i zawadza aparatem dźwiękowym o jego brzeg; brzeg ten jest zgrubiały i odgrywa rolę listewki trącej. Mrówki szły w pełnym porządku, niezatrzymując się. Nie zmieniły też ani kierunku, ani szybkości pochodu, gdy obserwujący je badacz chwycił kilkadziesiąt z nich zapomocą szczypek; jedynie sąsiadki zabranych pospieszyły naprzód, zaniepokojone widocznie, a na miejscu, gdzie się wytworzyła luka w kolumnach, zebrały się mrówki bez ciężarów, jakgdyby w celu obrony. Gdy *P.* puścił znowu wybrano niewolnicę, te uformowały szeregi, wystawiły straż na czele i na końcu kolumn i ruszyły w tę samą stronę, co poprzednio.

H. R-be. (Raabe). Pochód wojenny mrówek Megaloponera foetens. Wszechświat 1912, 31, 801 (24 XI).

Stan "śmierci pozornej" u krabów.

Liczne kraby (*Brachiura*) mają zdolność przybierania w pewnych warunkach postaci martwych. Zjawisko to może być wywołane przez podniety różnych rodzajów, fizyczne i chemiczne. Podczas takiego stanu krab pozostaje w tem samym położeniu, w jakim zastała go działająca podnieta; czasami jedynie skurczą odnóża. Długość czasu, podczas którego zwierzę może trwać w stanie "śmierci pozornej", bywa różna dla różnych krabów. Te gatunki, które umieją przytem przystosowywać się do otoczenia, pozostają bez ruchu dłużej, od 10 m. do 30 m., inne znacznie krócej, od 5 m. do 10 m. Do pierwszych

należą: *Eripia*, *Lambrus*, *Lupa*; do drugich: *Carcinus*, *Portunus*, *Pachygrapsus* i inne. Ma też znaczenie sposób życia: nagie gatunki, żyjące na wybrzeżach, jak np. *Eripia*, najdłużej umieją zachowywać stan rzezonny; te, które zagrzebują się w piasku, znacznie krócej (np. *Ilia*, *Callappa* i inne) i najkrócej - żyjące w symbiozie (*Dromia*). Długość trwania zależy też od charakteru podniety; bardzo silna podnieta wywołuje zazwyczaj ucieczkę zwierzęcia, słaba działa hamująco. Optimum temperatury, w której stan ten występuje, jest 15°C; w ogólności łatwiej zachodzi w temperaturze wyższej. Zwierzęta większe dłużej trwają w "śmierci pozornej". Jeżeli podnieta powtarza się, wywołuje to początkowo przedłużenie stanu pseudomartwoty, po pewnym czasie jednak, wpływ jej się urywa. Żadnego znaczenia nie mają: charakter gruntu, otoczenia, naświetlenia, rodzaj niebezpieczeństw.

H. R-be. (Raabe). Stan "śmierci pozornej" u krabów. Wszechświat 1912, 31, 817 (24 XI).

Dziwne rzeczy dzieją się z emigrantami w USA

Od dłuższego już czasu głuche wieści głosiły, że na ziemi amerykańskiej odbywa się ważny w swoich następstwach i dla rozwoju dalszych badań antropologicznych mogący mieć epokowe znaczenie proces zanikania dawnych i tworzenia się nowych cech rasowych. Co pewien czas mówiono o odkryciu nieznanych pierwszej faktów, mających nibyto stwierdzać, że uchodzące dotychczas za najmniej zmienne właściwości rasowe człowieka, już w ciągu jednego pokolenia mogą uleść bardzo znacznej zmianie. Podobne pogłoski zwracały na się baczną uwagę antropologów europejskich, bo sprawdzenie się ich byłoby równoznaczne z obaleniem wszystkich głoszonych teorii o stałości typów rasowych, wogóle musiałoby to spowodować całkowitą przemianę w poglądach dzisiejszej antropografii. Nic dziwnego, że niedawno wydana rozprawa prof. Boasa, rozpatrująca tę sprawę, została przyjęta z niezwykle wielkim zainteresowaniem, jakiego dostępuje tylko niewiele książek. Boas podaje tutaj związane sprawozdanie, ilustrowane licznymi tablicami pomiarów, ze swoich badań przeprowadzonych nad wychodźcami europejskimi, obecnie zamieszkującymi Nowy Jork. Mają one stwierdzać, że między przybyszami, urodzonymi jeszcze w kraju rodzinnym a ich dziećmi, przybyłymi na świat już na ziemi amerykańskiej, zauważyć się dają wybitne różnice, dowodzące, że pobyt rodziców chociażby przez krótki czas wśród zmienionych warunków życia pozostawia wybitny wpływ na fizycznych właściwościach ich potomków. Z teni rezultatami rozprawy d-ra Boasa chcielibyśmy zapoznać i czytelników *Wszechświata*, bo mają one nie tylko lokalne, ale i ogólnie naukowe znaczenie. By jednak nie wdawać się tutaj w szczegóły, podamy jedynie najważniejsze wyniki.

Dr. Boas przeprowadził swoje badania nad wzrostem, ciężarem ciała, długością i szerokością głowy, szerokością twarzy i barwą włosów. Jedynie w barwie włosów niemożna było zauważyć żadnej różnicy między nowo przybyłymi z Europy emigrantami a dziećmi dawniejszych wychodźców tej samej narodowości, urodzonymi już w Ameryce. Natomiast indeks czaszkowy, uchodzący za najstałą cechę rasową, pod wpływem nowych warunków życiowych uległ bardzo silnej zmianie. Między dziećmi pochodzenia jeszcze europejskiego a już

amerykańskiego zachodzi w indeksie czaszkowym bardzo znaczna różnica, która zdaje się zdążać do nadania narodom długogłowym cech bardziej krótkogłowych i naodwrot, stara się więc je w ten sposób rasowo do siebie zbliżyć i stworzyć jeden odrębny, amerykański typ rasowy. Specjalnie zastanawiający jest tutaj fakt, że do tego według d-ra Boasa potrzeba tylko bardzo krótkiego czasu, tak krótkiego, że zdaje się to niemal nieprawdopodobnem, by w ciągu ledwie kilkunastu lat nowe warunki przyrodzone, chociażby najbardziej odmienne, zdołały wywrzeć tak silny wpływ na fizyczne właściwości danej grupy ludzi. Dr. Boas obstaje jednak – niedopuszczając nawet najdrobniejszych zastrzeżeń, przy prawdziwości swoich twierdzeń, a na dowód ich słuszności przytacza niemniej ciekawe badania, mające udowodnić najniewierniejszym, że nawet sama mniejsza lub większa długość pobytu rodziców w Ameryce wpływa bardzo znacznie na zmianę, słabszą lub silniejszą, antropologicznych cech ich dzieci. Dla przykładu liczb kilka: Wskaźnik czaszkowy 5–12 letnich chłopców urodzonych na Sycylii wynosi 79,5; u synów emigrantek sycylijskich mniej niż dziesięć lat przebywających w Ameryce zwiększa się on do 80,9, dłużej zaś niż dziesięć lat tamże osiadłych aż do 81,8. Analogicznie ma się rzecz z chłopcami żydowskimi z tą różnicą, że u nich dłuższy czas przebywania matek w Ameryce wpływa nie na zwiększenie lecz na zmniejszenie wskaźnika czaszkowego. U chłopców żydowskich urodzonych w Europie wynosi on 84,6, u synów zaś matek mniej niż dziesięć lat na ziemi amerykańskiej osiadłych 82,4, a dłużej tamże przebywających 82,3.

Podobnie jak na zmianę wskaźnika czaszkowego, tak i na zmianę wzrostu przedstawiciele poszczególnych narodów pobyt w Ameryce wpływa bardzo znacznie. Wzrost Żydów w Ameryce silnie się zwiększa, bo gdy u urodzonych w Europie co najmniej 20-letnich mężczyzn wynosi on tylko 164,2 cm, to na ziemi amerykańskiej dochodzi do 167,2 cm; odpowiednie liczby dla Żydówek wynoszą 155 i 158,4 cm. Podobnie zwiększa się w Ameryce wysokość Węgrów i Słowaków (o 5,9 cm), Polaków (o 4,2 cm) i Czechów I (o 2,9 cm). Natomiast na Sycylijszyków pobyt na ziemi amerykańskiej wpływa wprost przeciwnie, bo powoduje obniżenie się wzrostu.

W końcu, bez wdawania się w jakiegokolwiek szczegóły, zaznaczę, że i szerokość twarzy zmienia się u dzieci emigrantów europejskich, przybyłych na świat już w Ameryce. Zwiększa się ona u Sycylijszyków, zmniejsza zaś u Żydów, Czechów, Słowaków, Polaków i Węgrów. Jak widzimy z przytoczonych wyżej danych, pobyt w Ameryce wywiera bardzo znaczny wpływ na charakterystykę fizyczną danej ludności. Badania, podobne do przeprowadzonych przez d-ra Boasa, mogą mieć wielkie znaczenie dla wyrobienia się naszych poglądów, dotyczących stałości ras ludzkich. Gdyby dalsze pomiary wykazały prawdziwość wniosków wspomnianego uczonego, to cała dotychczasowa nauka o rasach musiałaby uleść zupełnej rekonstrukcji. Dotychczas jednak na to się nie zanosí. Twierdzenia Boasa, że już kilkuletni pobyt w Ameryce może zupełnie zmienić cechy rasowe poszczególnych narodów, dążąc do zniwelowania wszelkich różnic między nimi i stworzenia jednolitej, odrębnej rasy amerykańskiej, że zmianę tę są w stanie wywołać jedynie właściwości fizyczne kontynentu amerykańskiego, różne od europejskich, bezwarunkowo nie

zostały jeszcze dotychczas odpowiednio umotywowane. Same bowiem badania d-ra Boasa nasuwają co do tego bardzo wiele wątpliwości. Przedewszystkiem ten uczone nie zaznaczył, czy mierzone przez niego dzieci należały do rodziców tej samej narodowości. Gdyby tak nie było, to wszystkie, zanotowane w rozprawie d-ra Boasa zmiany cech rasowych można by sprowadzić do najzwyczajszego prawa mieszania się pierwiastków rasowych, od dawna już znanego. Trudno bowiem przypuścić, by te same warunki przyrodzone wywierały wprost przeciwny wpływ na właściwości fizyczne poszczególnych narodów. Jak zaś widzieliśmy wyżej, badania Boasa doprowadzają do tego wniosku. Pobyt w Ameryce powoduje u jednych narodów wydłużenie, u innych rozszerzenie czaszki. Na pytanie jaka tego przyczyna – badacz nasz nie odpowiada.

W badaniach d-ra Boasa zastanawiające są jedynie zmiany, dotyczące wskaźnika czaszkowego i szerokości twarzy. Zwiększenie się wzrostu można bowiem zupełnie naturalnie wytłumaczyć lepszymi warunkami życia, w jakich się znalazły poszczególne jednostki. Wiadomo bowiem, że rodzaj żywności lepszy lub gorszy wpływa bardzo znacznie na powiększenie lub zmniejszenie się wzrostu.

Z tego, cośmy wyżej powiedzieli, widać więc, że rozprawa d-ra Boasa nie jest w stanie obalić dotychczasowych praw o stałości ras ludzkich. Pogłoski o szybkim tworzeniu się nowej rasy amerykańskiej były jak zwykle tak i teraz przesadzane. Udowodnione w Europie prawo stałości cech rasowych znajduje dobre umotywowanie nawet na samym kontynencie amerykańskim. Sprowadzeni tamże kilkaset lat temu Negrowie zachowali dotychczas wszystkie swe odrębności rasowe. Wobec tego faktu błędna wszystkie, głoszone przez Boasa, wnioski i z całą stanowczością stwierdzić możemy, że badania uczonych amerykańskich nie zdołają obalić poznanego w Europie prawa stałości ras ludzkich. Antropografia będzie się rozwijała dalej w raz obranym kierunku, jakieś katastrofalne przemiany w niej nie zajdą już W.G. (Grzebieniak). Słów kilka o stałości ras ludzkich. *Wszechświat* 1912, 31, 825 (8 XII).

WIDZIANE Z OKNA

Maria Olszowska (Mrągowo)

Żyjemy w przestrzeni, którą dzielimy z innymi organizmami. Najczęściej poznajemy je w plenerze. Nie zawsze jednak na przyrodnicze wycieczki mamy czas i sprzyjające warunki pogodowe. Natomiast zawsze możemy stosować „wariant zastępczy” – prowadzić obserwacje przyrodnicze z okien własnego mieszkania, które stanie się naszą czatownią. Nie należy zakładać z góry, że wszystkie organizmy z otoczenia dobrze znamy, bo skład gatunkowy fauny zmienia się wskutek migracji zwierząt na przestrze-



Ryc. 1. Szpaki pojawiają się wczesną wiosną. Fot. M. Olszowska.

ni roku. Może się więc okazać, że zaobserwujemy dużo więcej organizmów, nie ruszając się z domu niż zobaczymy na najdłuższej i najdalszej wyprawie. Otoczenie mojego mieszkania na podmiejskim osiedlu mazurskiego miasteczka Mrągowo sprzyja takim obserwacjom. Mam w bezpośrednim sąsiedz-



Ryc. 2. Kwiczół to najpiękniej ubarwiony ptak z rodziny drozdowatych. Fot. M. Olszowska.

two dwa ekosystemy: las oraz łąkę, które są w moim polu widzenia. Tuż za osiedlem rozciągają się otwarte

tereny pól uprawnych. Prowadziłam „okienne” obserwacje przez cały rok i byłam mile zaskoczona. Do prowadzenia takich obserwacji wystarczy uzbroić się w cierpliwość, być bardziej uważnym i co w tym wypadku najważniejsze... częściej patrzeć przez okna. Zaobserwowałam wiele znanych zwierząt synantropijnych, przebywających blisko siedlisk człowieka oraz synurbijnych, które przystosowały się do życia w miastach. W moim polu widzenia pojawiały się także zwierzęta żyjące na skraju lasu, na przyleśnej łące oraz te, które potrzebują jako zaplecza otwartych przestrzeni. Większość tych zwierząt każdy potrafi bez trudu zidentyfikować. Wiewiórki, które harcują po leśnych krzewach, dziecięły kujące swoimi dziobami w korę leśnych drzew czy smukłe sarny pasące się na łące w letni, spokojny poranek. Kicającego zająca szaraka, spacerującego jeża europejskiego i biegające truchcikiem pliszki siwe, poruszające dłu-



Ryc. 3. Drozd śpiewak i kowalik zgodnie poszukują pokarmu. Fot. M. Olszowska.

gimi sterówkami w górę i w dół. W ciągu całego roku na osiedlu słychać było hałaśliwe kawki, gawrony, wrony, sroki, gołębie, sikory i mewy śmieszki. Cieszy mnie bardzo obecność ćwierkających pięknych wróbli domowych i mazurków. Na kwitnących łąkowych roślinach wiosną i latem zawsze ucztuje wiele kolorowych motyli. Część z nich odwiedzała latem mój ukwiecony balkon lub wlatywała do mieszkania przez otwarte okna. Najczęściej były to rusalka pawik i rusalka pokrzywnik. Oba gatunki występują w mojej okolicy bardzo licznie, bowiem na skraju lasu rośnie dużo pokrzyw, które są pokarmem ich gąsienic. W ciągu lata i jesieni rozbrzmiewały koncertowe „pobrzękiwania” szarańczaków. Jednak szczególną uwagę zwracałam na ptaki, ich fenotypowe cechy

oraz zachowania. Były to widowiskowe spektakle. Tylko podziwiać...

Największe ożywienie panuje za oknami w czasie wiosny. Nieustannie trwają koncerty na wiele ptasich głosów. Szczególnie piękne są poranne wokalne popisy. „Śpiewają” ptaki osiadłe, jak i te, które przylatują do nas z innych rejonów świata, nieomylnie punktualne. W kolejności zaprogramowanej przez naturę.



Ryc. 4. Kos to jeden z gatunków synurbijnych. Fot. M. Olszowska.

Zazwyczaj już w marcu na osiedlu pojawiają się pierwsze szpaki zwyczajne (*Sturnus vulgaris*). Rozlegają się ich klekotania, flety i gwizdy. Szpaki są ptakami mimetycznymi, potrafią naśladować głosy innych ptaków. To pięknie ubarwione czarne ptaki z metalicznym, tęczowym połyskiem, fioletowym na głowie, zielonkawym na grzbiecie oraz z białymi



Ryc. 5. Dymówka w locie. Fot. M. Olszowska.

„perłkami” na brzuchu (ryc. 1). Gniazdują na moim osiedlu. Gdy młode zostaną już odchowane, ptaki przenoszą się do pobliskich ogródków działkowych, gdzie udowadniają, że są wielkimi amatorami czereśni i wiśni. Na osiedle już nie wracają. Pod koniec marca na łące pod lasem lądowały ptaki z rodziny drozdowatych: kwiczoł (*Turdus pilaris*) i drozd śpiewak (*Turdus philomelos*). Kwiczoł to przepięknie ubarwiony ptak przelotowy. Ma popielatą głowę i kuper, kasztanowy grzbiet i czarno-brązowy ogon (ryc. 2). Nazwa kwiczoła wywodzi się od wydawanych przez niego skrzypiących i kwiczących dźwięków. Ptak ten zaciekle broni jaj i młodych przed drapieżnikami,

opryskując napastnika swoimi odchodami. Pięknie koncertujący drozd śpiewak posiada wierzch ciała brązowy, kuper i pokrywy nadogonowe oliwkowe, ogon i wierzch głowy pomarańczowobrązowe zaś spód ciała kremowy z gęstymi brązowymi plamkami. Przylatywał często i razem z kowalikiem żerował pod lasem (ryc. 3). Dorosły śpiewak jest smakoszem ślimaków, których muszle rozłupuje na wybranym na stałe kamieniu. Gatunkiem synurbijnym z tej samej rodziny jest kos (*Turdus merula*). Największe zagęszczenie tego gatunku spotyka się w miastach oraz na terenach podmiejskich. Samiec wiosną jest czarny z wyróżniającym się żółtym dziobem z czarnym końcem. Dziób pełni funkcje sygnalizacyjne pomiędzy osobnikami tego samego gatunku. Podobnego koloru jest jego obrączka oczna (ryc. 4). Zazwyczaj przebywa na ziemi, w razie zagrożenia siada na drzewie. Pod koniec kwietnia na osiedlu śmigają już jaskółki oknówki (*Delichon urbica*), a nieco później jaskółki dymówki (*Hirundo rustica*). Oknówki mają kilka gniazd ulepionych w kątach na zewnątrz budynków, zaś dymówki nie gniazdują na moim osiedlu, ale czę-



Ryc. 6. Dzwoniec zwyczajny posiada stożkowaty dziób do wydłubywania nasion. Fot. M. Olszowska.

sto przelatują między blokami. Oba gatunki są bardzo łatwe do odróżnienia. Dymówka to ptak granatowo-czarny o ceglastym czole i podgardlu, kremowobiałym spodzie ciała oraz rozwidlonym ogonie (ryc. 5). Oknówka zaś posiada biały kuper kontrastujący z resztą ciemnego ciała. Pod lasem zaobserwowałam dzwonce zwyczajne (*Carduelis chloris*), kiedy wyszukiwały w trawie różne nasiona. Ptaki te zaliczane są do rodziny łuszczaków. Upierzenie wierzchu ich ciała jest oliwkowozielone a na spodzie zielono-żółte. Ogon mają krótki, rozwidlony, czarny na końcu a żółty u nasady. Rzuci się w oczy ich mocny, stożkowaty dziób służący do wydłubywania nasion i skrzydła z szerokim, żółtym obrzeżeniem (ryc. 6). Innym ptakiem z rodziny łuszczaków, który odwiedzał moje osiedle, była makolągwa (*Carduelis cannabina*). Widywałam najczęściej samce siedzące na szczytach drzewa. W szacie godowej samiec posiada czerwone czoło i pierś oraz szarą głowę i szyję. Grzbiet

ciemnoszary, a spód ciała jasny z ciemniejszymi smugami (ryc. 7). Makolągwy są zatwardziałymi ziarnojadami. Zajadają głównie nasiona roślin zielnych. Tylko pisklęta otrzymują „mięsną wkładkę” w postaci owadów o delikatnej budowie, łatwych do strawienia. W maju przylatują jerzyki (*Apus apus*) i latają z ogromną szybkością (ryc. 8). Swój przylot oznajmniają charakterystycznym przenikliwym, świszczącym piskiem. Jerzyki swoim wyglądem przypominają jaskółki, choć wcale nie są z nimi spokrewnione. Ubarwienie ich ciała jest brązowoczarne, matowe z granatowym poły-



Ryc. 7. Samiec makolągwy trwa na swoim stanowisku obserwacyjnym. Fot. M. Olszowska.

skiem na grzbiecie, jedynie podgardle jest jaśniejsze. Posiadają bardzo długie i ostro zakończone skrzydła o sierpowatym kształcie. Ich ogon jest krótki, rozwidlony. Jerzyki pędzą życie w locie, z rzadka czepiając się muru. Obserwując tych fenomenalnych ptasich lotników, szybko odczuwa się zmęczenie oczu, które z trudem nadążają za ich lotem. Ptaki nie lądują na ziemi. Chcąc ugasić pragnienie, latają tuż nad lustrem wody, na przykład w kałuży, tylko muskając ją dziobem. W czasie karmienia młodych z masy upolowanych owadów robią bryłkę, którą przechowują w swoim wolu. W tym samym czasie na skraju lasu słysząc



Ryc. 8. Jerzyki latają z ogromną szybkością. Fot. M. Olszowska.

było godowy śpiew trznadli zwyczajnych (*Emberiza citrinella*). Samiec posiada piękną szatę godową. Głowę złoto-żółtą z szaro-brązowymi podłużnymi kreskami na wierzchu i plamkami na policzku. Spód

ciała jest żółty z brunatnym kreskowaniem, a wierzch rdzawobrazowy z ciemnymi plamkami. Ptak jest łatwy do obserwowania i rozpoznania (ryc. 9). Także w maju zaczynają wyspiewywać samce pleszki zwyczajnej (*Phoenicurus phoenicurus*). Śpiewają na zmianę raz trznadle, raz pleszki. Przyjemnie słyszeć taki wokal. W czasie śpiewanej arii samiec pleszki zwykle siadał na najwyższych gałęziach drzew w lesie lub na antenie telewizyjnej. Wabił samicę nie tylko swym wspaniałym śpiewem, ale również niebanalnym upierzeniem. Część twarzowa głowy i gardło jedynie u samca są czarne, a czoło i brwi białe. Wierzch głowy i grzbiet są niebieskoszare. Pierś i boki rude, brzuch biały, zaś pokrywy podogonowe nieco pomarańczowe. Kuper, pokrywy nadogonowe i ogon rdzawoczerwone (ryc. 10). Gdy ptak przysiadł, energicznie potrząsa rdzawymi sterówkami. Spokrewniony z pleszką jest kopciuszek zwyczajny (*Phoenicurus ochrouros*) należący do muchołówek. Jest to ptak o małej wybredności w doborze pokarmu. W mia-



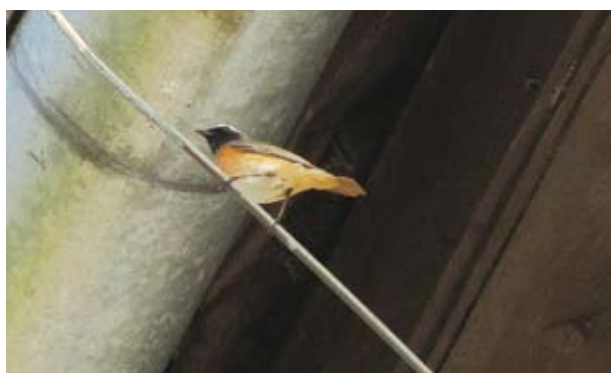
Ryc. 9. Trznadel często wysiadywał na złamanej gałęzi sosny. Fot. M. Olszowska.

stach może znaleźć różnorodny pokarm (ryc. 11). Jest bardzo ruchliwy, na dłużej niż kilkanaście sekund nie zagrzewa miejsca. Dorosły samiec jest ciemniej ubarwiony od samicy, ale obie płcie posiadają dobrze widoczny rdzawy ogon. Fascynujący jest dialog młodziutkiego kopciuszka z matką, który miałam okazję podsłuchiwać. Na owocostanach ostów, łopianów lub innych chwastach łąkowych zaobserwowałam młode szczygły (*Carduelis carduelis*) (ryc. 12). W przeciwieństwie do osobników dorosłych nie posiadają w okolicy dzioba czerwono-czarno-białego rysunku. Wszystkie osobniki tego gatunku charakteryzuje jasnobrązowy wierzch ciała i skrzydła z dużą żółtą plamą. Ciekawym przystosowaniem tych ptaków do żerowania na „kłujących” chwastach są ich długie nogi.

W sierpniu rozpoczynają się już odloty niektórych ptaków. Oznacza to początek jesieni. W pierwszej kolejności odlatują szpaki i jerzyki, pod koniec września

osiedle opuszczają jaskółki, pliszki siwe, makolągwy, potem pleszki, kopciuszki, drozdy śpiewaki. Któregoś dnia ptaki znikają niepostrzeżenie. Przyczyna wtedy ptasi harmider. Koncerty jednak trwają nadal, bo koncertują ptaki osiadłe oraz te z ptaków przelotowych, które przygotowały się do spędzenia z nami trudnego okresu zimowego.

Zima na Mazury przychodzi wcześniej. Zwiastują ją nagle przymrozki. Bywa, że biało robi się już w drugiej połowie października. Większość zwierząt zimową porą jest schowana w swoich kryjówkach. Tylko nieliczne bywają aktywne o tej porze roku i pojawiły się w moim polu widzenia. Do wnętrza okiennej od strony lasu przybiłam gałąź i na niej wieszałam pokarmowe kule tłuszczowo-nasienne. Ciekawa



Ryc. 10. Samiec pleszki zwyczajnej w swoim niebanalnym upierzeniu. Fot. M. Olszowska.

byłam, czy ptaki, zjadające się takimi smakołykami przylecą aż tak blisko. I przyleciały. Uwijały się przy kuli na przemian kowaliki i różne gatunki sikor. Gdy obserwuje się te ptaki, wydaje się, że są zajęte tylko konsumpcją, jednak cały czas patrolują okolicę. Ruchliwe bogatki (*Parus major*) i modraszki (*Parus caeruleus*) reagowały natychmiastową ucieczką z gałęzi, gdy zauważyły najmniejszy ruch we wnętrzu mieszkania. Kowaliki zwyczajne (bargiele) (*Sitta europaea*) okazały się być mniej płochliwe. Pospolita sikora bogatka ma głowę czarną z białymi policzkami. Brzuch żółty z czarnym pasem przez środek. Kowalik posiada krępą sylwetkę ze stosunkowo dużą głową, krótkim ogonem i mocnym, dłutowatym dziobem podobnym do dzioba dzięciołów, choć ten gatunek nie jest z dzięciołami spokrewniony. Wierzchołek jego ciała jest szaroniebieski, policzki i podbródek są białe, przez oko przechodzi czarny pasek sięgający do karku, spód ciała rdzawo-pomarańczowy. Bogatka i kowalik potrafiły zgodnie wydziobywać nasiona z tej samej kuli pokarmowej (ryc. 13). Zaś sikora modra (modraszka) nie siadała na gałęzi, gdy była na niej bogatka lub kowalik. Wracła, gdy gałąź była pusta i dopiero wtedy zabierała się do jedzenia. Brzuch modraszki jest żółty z niewielką czarną plamą. Grzbiet

ciemnozielony z niebieskimi akcentami. Głowa biała z kilkoma czarnymi paskami oraz niebieską „czapeczką”. Mniejsze ptaki są przeganiane z kuli przez sójki zwyczajne (*Garrulus glandarius*), zachowujące się przy tym bardzo nieelegancko. Potrafią, przelatując koło gałęzi, nagle zerwać z niej kulę pokarmową i szybko odlecieć. Te sprytne, duże ptaki są najpiękniejszymi z krukowatych. Rozpoznawalne są z daleka po wielce oryginalnym połączeniu ciemnej i jasnej czerwono-brązowej barwy z niebiesko-czarnym prążkowanym skrzydełkiem. Dzięcioł duży (*Dendrocopos major*), choć widziałam go często na skraju lasu, nie zaryzykował posiłku blisko okna.

W mojej okolicy bytuje znacznie więcej gatunków ptaków. Przedstawiłam tylko te, które zaobserwowałam, bo znalazły się w moim polu widzenia akurat w takim momencie, gdy patrzyłam przez okno i mogłam wykonać zdjęcie. Na skraju lasu nie zaobserwowałam pięknych gilów ani jemioluszek, choć zimą te ptaki goszczą w Polsce. W lesie chętnie skubią owoce jemioli, jarzębiny, głogu i bzu czarnego, stanowiące ich przysmak. Liczne zielone kule jemioli z białymi owocami na różnych gatunkach drzew to powszechny widok na Mazurach. Te obficie zaopatrzone „stołówki” przygotowała dla ptaków zapobiegliwa natura.

Wiele gatunków ptaków chętnie przebywa w otoczeniu ludzkich siedlisk, bo znajduje tu odpowiednie dla siebie warunki do żerowania i odbycia godów. Jednak ludzka dbałość o otoczenie budynków, zbiera-



Ryc. 11. Kopciuszek to typowy mieszczuch. Na zdjęciu młody osobnik na dachu. Fot. M. Olszowska.

nie śmieci, koszenie trawników, znacząco zmniejsza im szanse na znalezienie w tym miejscu zawsze wystarczającej ilości pokarmu. Ptaki, które przebywają z nami, radzą sobie bardzo dobrze. Czego nie znajdują wokół domów, znajdą w pobliskim lesie albo na łące, bo ekosystemy te stanowią ostoję i bazę pokarmową nie tylko dla ptaków, ale także dla wielu innych zwierząt tak kręgowych jak i bezkręgowych.

Ptaki obserwowane z okna nie są przez nas niepokojone i zachowują się w sposób dla siebie naturalny.

Każda obserwacja jest inna i stanowi piękny spektakl przyrody, za który nie musimy płacić. Nieważne, że jesteśmy stałymi widzami, bo natura wyposażyla nas we wspaniałą umiejętność, jaką jest dostrzeganie piękna w szarej codzienności. A właśnie zwierzęta nadają krajobrazowi zza okna czegoś szczególnego



Ryc. 12. Młody szczygieł żerujący na chwastach. Fot. M. Olszowska.



Ryc. 13. Bogotka i kowlak uzupełniają kalorie tuż za szybą. Fot. M. Olszowska.

współmieszkańców. Wtedy będziemy mogli uczestniczyć w takich widowiskach nie jeden raz. Przyroda za szacunek odwdzięczy się każdemu z nas w duchowej walucie...

i zarazem pozytywnego. Warto zadbać o swoje otoczenie tak, aby było przyjazne także dla zwierzęcych

Mgr Maria Olszowska jest emerytowaną nauczycielką biologii w Mrągowie. E-mail: marjolsz@interia.pl.

VII MIĘDZYNARODOWE SYMPOZJUM EKOLOGII ŁOSIA

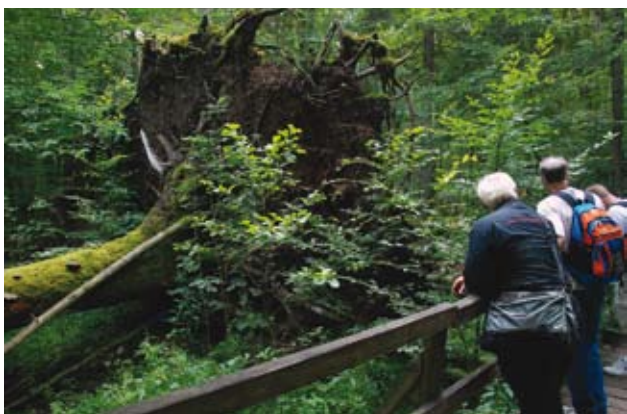
W dniach 5–10 sierpnia 2012 r. w Białowieży odbyło się VII Międzynarodowe Sympozjum Ekologii Łosia, którego głównym organizatorem był Instytut Biologii Ssaków Polskiej Akademii Nauk, a współorganizatorami Komitet Zoologii PAN, Uniwersytet w Białymstoku, Białowiecki Park Narodowy i Biebrzański Park Narodowy. Spotkanie to było prawdziwie międzynarodowe: łącznie brało w nim udział prawie 180 osób z 12 krajów (m.in. Szwecji, Norwegii, Finlandii, Rosji, Kanady i Stanów Zjednoczonych), w tym z tak odległych od Polski rejonów półkuli północnej jak Alaska i Jakucja. Uczestnikami konferencji w głównej mierze byli naukowcy zajmujący się ekologią łośa, pracownicy służby leśnej, parków narodowych, studenci, a także przyrodnicy, w tym przedstawiciele organizacji pozarządowych zainteresowani tematyką Sympozjum. Temat przewodni Konferencji brzmiał „Łoś w zmieniającym się środowisku”.

Historia odbywających się co cztery lata Międzynarodowych Sympozjów Ekologii Łosia ma już prawie 40 lat. Pierwsze z tych prestiżowych spotkań odbyło się w 1973 roku w Quebecu w Kanadzie. Kolejne były organizowane w Szwecji, Związku Radzieckim (Republice Komi) Stanach Zjednoczonych, Norwegii i Rosji. Podczas ostatniej konferencji w Jakucku

(wschodnia Syberia, Rosja), Komitet Organizacyjny zaproponował, aby kolejne sympozjum w 2012 r. po raz pierwszy odbyło się w Europie Środkowej. Najlepszym kandydatem na organizatora okazał się Instytut Biologii Ssaków w Białowieży (IBS PAN), który posiada wieloletnie doświadczenie w organizowaniu międzynarodowych szkoleń i konferencji dotyczących bioróżnorodności i różnych aspektów ekologii ssaków. Poza tym Puszcza Białowiecka – najbardziej pierwotny, nizinny las Europy, w którym położony jest instytut – stanowiła doskonałą scenę do prowadzenia dyskusji na temat lokalnych i globalnych czynników, wpływających na populację łośa na świecie.

Część naukową Sympozjum otworzył niezmiernie interesujący wykład plenarny profesora Adriana Listera z Muzeum Historii Naturalnej w Londynie dotyczący historii ewolucji i rozprzestrzenienia się łośa na półkuli północnej w ciągu ostatnich kilkudziesięciu tysięcy lat. Drugi wykład plenarny został wygłoszony przez prof. Krisa Hundertmarka z University of Alaska w Fairbanks i dotyczył potencjalnego wpływu zmian klimatu na populację łośa w Ameryce Północnej. Kolejne dwa wykłady plenarne były poświęcone ekologicznym relacjom drapieżnik – ofiara. Pierwszy z nich wygłoszony przez

profesora Terry'ego Bowyera z Idaho State University w USA dotyczył problemów związanych z wykorzystywaniem współczynnika określającego liczbę drapieżników przypadających na jedną ofiarę. Wskaźnik ten jest stosowany m.in. do szacowania presji, jaką wywierają drapieżniki na populację swoich ofiar lub do szacowania limitującego liczebność roślinożerców ograniczonej zasobności środowiska (ang. *top-down or bottom-up effects*). Profesorka Bogumiła Jędrzejewska z Instytutu Biologii Ssaków PAN zaprezentowała natomiast wyniki meta-analizy danych literaturowych dotyczących relacji łoś – niedźwiedź w całej Holarktyce. Ostatni dzień obrad poświęcony był zagadnieniom dotyczącym gospodarowania



Ryc. 1. Uczestnicy Sympozjum mieli okazję zapoznać się z unikatową przyrodą północno-wschodniej Polski: wycieczka do Białowieskiego Parku Narodowego. Fot. Archiwum IBS PAN.

populacjami łośi na świecie. Profesor Mirosław Ratkiewicz z Uniwersytetu w Białymstoku przedstawił historię populacji łośi w Polsce oraz założenia strategii (której jest jednym z współautorów) gospodarowania populacją tego gatunku w naszym kraju. Na temat wykorzystania osiągnięć nowoczesnej nauki do minimalizowania konfliktów między zwolennikami obecności łośi w lasach a leśnikami mówiła Profesor Christina Skarpe z Hedmark University College. Założenia nowatorskiej gospodarki populacją łośi w Szwecji przedstawił dr Jonas Kindberg ze Swedish University of Agricultural Sciences. O trudnej sytuacji populacji łośi w Rosji mówił profesor Leonid Baskin oraz dr Taras Sipko z Instytutu Ekologii i Ewolucji Rosyjskiej Akademii Nauk. Ostatni dzień obrad zakończyły prezentacje dotyczące populacji łośi oraz różnorodności biologicznej w Dolinie Biebrzy, które przedstawił dr Karol Zub z Instytutu Biologii Ssaków PAN oraz nadleśniczy Nadleśnictwa Knyszyn dr Edward Komenda. Wykłady te były wprowadzeniem do wycieczki do Biebrzańskiego Parku Narodowego, która odbyła się ostatniego dnia Sympozjum.

W sumie, w części naukowej przedstawiono 41 doniesień ustnych, które podzielono na 5 odrębnych

sesji tematycznych, oraz 35 doniesień plakatowych prezentowanych w trakcie sesji posterowej. Naukowcy i leśnicy z Polski przedstawili 7 prezentacji ustnych oraz 8 prezentacji posterowych. Tematyka wystąpień i dyskusji dotyczyła m.in.: genetyki populacji, zmian demograficznych, wybiórczości pokarmowej i siedliskowej łośi, migracji i dyspersji oraz powiązań ekologicznych między łośiem a środowiskiem jego życia.



Ryc. 2. Jedną z atrakcji Sympozjum była wycieczka do Biebrzańskiego Parku Narodowego, gdzie występuje największa populacja łośi w Polsce. Fot. Archiwum IBS PAN.

Poza udziałem w obradach i wycieczką nad Biebrzę uczestnicy odwiedzili Białowieski Park Narodowy, Muzeum Przyrodniczo-Leśne BPN czy Rezerwat Pokazowy Żubrow, co pozwoliło im zapoznać się z unikatową przyrodą północno-wschodniej Polski. Orga-



Ryc. 3. W Sympozjum, którego głównym organizatorem był Instytut Biologii Ssaków PAN, wzięło udział 180 osób z 12 krajów. Fot. Archiwum IBS PAN.

nizatorzy zadbali również, żeby goście mieli okazję spróbować specjałów lokalnej kuchni oraz posłuchać regionalnej muzyki w trakcie zabawy przy ognisku oraz wystawnej kolacji bankietowej.

Konferencja ta z pewnością na długo zagości w pamięci wszystkich uczestników Sympozjum. Spotkanie było wspaniałym forum wymiany wiedzy i doświadczeń między przedstawicielami nauki,

leśnikami, osobami podejmującymi decyzje administracyjne dotyczące gospodarowania populacjami łosi, a także organizacjami pozarządowymi. Mamy nadzieję, że wyniki prezentowanych badań znajdą praktyczne zastosowanie w strategiach zarządzania populacjami łosi, w tym w łagodzeniu konfliktów między obecnością łosi w lasach a gospodarką leśną, a także przeciwdziałaniu rosnącej liczbie kolizji drogowych z udziałem tych zwierząt. Sympozjum umożliwiło też prezentację wyników badań naukowych

prowadzonych przez polskich naukowców na arenie międzynarodowej, nawiązywanie współpracy badawczej oraz promowanie polskiej nauki, kultury i zasobów przyrodniczych. Kolejne, VIII Sympozjum Ekologii Łosia prawdopodobnie odbędzie się w 2016 r. w Kanadzie. Wielu z tegorocznych uczestników czeka już na to spotkanie z niecierpliwością.

Joanna Gerc, Magdalena Niedziałkowska

W STULECIE ŚMIERCI WIELKIEGO UCZONEGO PRZYRODNIKA

Włodzimierz Korohoda (Kraków)

Streszczenie wykładu wygłoszonego przez prof. Włodzimierza Korohodę w auli Collegium Novum UJ w dniu 25 stycznia 2012, w ramach Koncertów Uniwersyteckich, po występie pani Magdaleny DiBlasi – flet i Jacka Kociubana – wiolonczela, publikowane w wersji elektronicznej w czasopiśmie Polskiej Akademii Umiejętności „Pauza”.



Ryc. 1. Edward Strasburger (1844–1912).

W 2012 roku mija sto lat od śmierci wielkiego przyrodnika, Polaka, profesora Edwarda Strasburgera. Jego badania przyniosły wyniki o podstawowym znaczeniu dla współczesnej biologii i medycyny. Podręczniki, które przygotował i redagował do dzisiaj są uaktualniane, wznawiane i tłumaczone na wiele języków. Jego uczniowie i współpracownicy z Polski i innych krajów swoimi badaniami zdobyli międzynarodową sławę.

Zasługi Edwarda Strasburgera dla nauki zostały wcześniej docenione przez naukę światową. Otrzymał wiele doktoratów honorowych poza Polską, w Getyndze, Oxfordzie, Chicago, Brukseli. Był członkiem Krakowskiego Towarzystwa Naukowego i Akademii Umiejętności od jej powstania w 1873 roku, a także członkiem Royal Society w Londynie, Akademii Nauk w Berlinie, w Monachium, w Paryżu, National Academy of Science w USA, w Rzymie oraz Akademii Belgijskiej, Holenderskiej, Duńskiej i Norweskiej.

Losy jego życia są podobne pod wieloma względami do losów współczesnych nam naszych kolegów, współpracowników i uczniów, którzy pracują poza Polską jako profesorowie zagranicznych uniwersytetów. Znani i cenieni w świecie, w Polsce są zapomniani i pomijani. Autorzy osiągnięć w humanistyce są tradycyjnie w Polsce szerzej znani i cieszą się większym uznaniem niż przedstawiciele techniki i nauk przyrodniczych.

Jedyna, stosunkowo obszerna biografia profesora Edwarda Strasburgera w języku polskim została opublikowana 75 lat temu. Już wówczas jej autor, profesor Bolesław Hryniewiecki (1875–1963), ubolewał, że w literaturze polskiej o życiu i dziełach Strasburgera są zaledwie krótkie wzmianki. Nazwisko Edwarda Strasburgera wspominane jest w Polsce jako autora podręcznika botaniki i znane jest stosunkowo wąskiemu gronu botaników. Natomiast poza Polską, w Niemczech, Anglii, w Stanach Zjednoczonych do dzisiaj zasługi Edwarda Strasburgera dla nauki są szeroko znane. Organizowane są sympozja i konferencje naukowe poświęcone pamięci Edwarda Strasburgera. W 1994 r. zorganizowano w Jenie sympozjum w 150. rocznicę urodzin Edwarda Strasburgera. W Niemczech zaznacza się, że chociaż przez 41 lat Edward

Strasburger był profesorem niemieckich uniwersytetów w Jenie i w Bonn, to uważał się za Polaka. Natomiast w Stanach Zjednoczonych przedstawiany jest teraz wyłącznie jako wielki uczyony niemiecki.

Edward Strasburger urodził się w 1844 roku w Warszawie. Jego dziadek Jan pochodził z Saksonii i przyjechał do Warszawy w XVIII wieku, za panowania Augusta III Sasa. Był protoplastą polskiej gałęzi rodu Strasburgerów. Ród ten dał Polsce wielu wybitnych przedstawicieli inteligencji: uczonych, dyplomatów, wojskowych, poetów, a ostatnio i aktora. Już sam Jan Strasburger szybko się spolonizował. Miał dwu synów. Starszy Aleksander był inspektorem i kuratorem szkół warszawskich. Młodszy, Edward Bogumił, był właścicielem dobrze prosperującej cukierni. Najstarszym jego synem był Edward, później wielki uczyony. Młodszy brat Leon Henryk był uczestnikiem powstania styczniowego. Zapewne niektórzy z nas pamiętają jego wnuczki: profesor historii UJ Zofię Budkową i profesor UJ i Wyższej Szkoły Rolniczej Anielę Kozłowską, zajmującą się wirusami roślinnymi.

Późniejszy profesor Edward Strasburger ukończył gimnazjum w Warszawie. Tam nauczycielem jego był Jerzy Alexandrowicz, późniejszy profesor Uniwersytetu Warszawskiego, noszącego wówczas nazwę Warszawskiej Szkoły Głównej. Zainteresował on młodego Edwarda botaniką. Gdy po ukończeniu gimnazjum ojciec wysłał go do Paryża dla nauki języka i zawodu cukiernika, młody Edward zapisał się na Sorbonę. Uczęszczał tam przez rok na wykłady z filozofii i przyrody. Po powrocie do Warszawy rozpoczął studia przyrodnicze na Uniwersytecie Warszawskim i jako student pomagał profesorowi Jerzemu Alexandrowiczowi. Ten wcześniej docenił zdolności Edwarda. Podczas powstania styczniowego ojciec Edwarda i profesor Alexandrowicz bojąc się, aby Edward nie przystąpił do powstania w ślad za bratem i narzeczoną siostry, wysłali go do Jeny na dalsze studia. Tam stał się ulubieńcem słynnych profesorów Ernsta Haeckla, darwinisty i współtwórcy embriologii i N. Pringsheima, współtwórcy fizjologii roślin. Po uzyskaniu w Jenie doktoratu młody Edward Strasburger powrócił do Warszawy i podjął pracę jako asystent profesora botaniki Jerzego Alexandrowicza. Mając zaledwie 23 lata ukończył rozprawę habilitacyjną o powstawaniu aparatów szparkowych w igłach sosny. W latach 1867–1869 wykładał histologię i anatomię roślin jako docent na Uniwersytecie Warszawskim. Zadziwiają dzisiaj swoją aktualnością tytuły jego wykładów: Pojęcie komórki. Błonna komórki. Sposób powstawania, skład chemiczny i budowa molekularna. Powstawanie nowych komórek.

W 1869 roku car rozwiązał polski Uniwersytet Warszawski i tylko niewielu Polaków rozpoczęło pracę w nowo powstałej szkole wyższej z językiem rosyjskim jako wykładowym. W tej sytuacji młody Edward Strasburger przystąpił do konkursu o stanowisko profesora w Katedrze Botaniki na Uniwersytecie w Jenie, zwolnionej przez Pringsheima, który wyjechał do Berlina. Dzięki poparciu profesorów Heckla i Pringsheima został wybrany spośród 16 kandydatów i objął stanowisko profesora nadzwyczajnego i kierownika słynnej Katedry Botaniki. Katedrą wcześniej kierowali botanik Mateusz Schleiden, współtwórca w latach 1838–1839 teorii komórkowej budowy organizmów, a po nim wspomniany już Pringsheim.

Zostawszy profesorem w 1870 roku poślubił młodszą o 3 lata koleżankę z Warszawy, Aleksandrę Julię Wertheim, córkę bogatego przemysłowca. Już rok później, w 1871 roku Edward Strasburger mając 25 lat został profesorem zwyczajnym. W Jenie pozostał do 1880 roku, kiedy to przeniósł się do Bonn. W Bonn pracował jako profesor, dziekan i rektor do śmierci w 1912 roku. Instytut Botaniki i mieszkanie dla profesora Strasburgera zlokalizowano w przejętym przez Uniwersytet w Bonn dawnym pałacu biskupim Popellsdorfer Schloss. Od czasów Edwarda Strasburgera wykłady z nauki o komórce w Bonn są wspólne dla studentów biologii i medycyny. Jeszcze w latach 70. i 80. ubiegłego wieku spotykałem w Bonn profesorów tamtejszego uniwersytetu o polskich nazwiskach, których dziadków sprowadził z Polski do Bonn profesor Strasburger. Ponad 30 lat temu miałem zaszczyt wykladać w sali wykładowej, która mieściła ponad 300 studentów i koledzy z Uniwersytetu w Bonn podkreślali, że salę tę zorganizował Polak, który był tam rektorem, profesor Edward Strasburger.

W biologii bardzo często najważniejsze odkrycia naukowe są wynikiem badań prowadzonych na rozmaitych organizmach. W ostatnich 30 latach bardzo wiele odkryć wyróżnionych nagrodą Nobla z medycyny dokonano prowadząc prace na drożdżach, muchach, motylach, ślimakach, nicieniach, głowonogach i rybach. Tak było i w wieku XIX. Edward Strasburger badał rośliny: mchy, paprocie, drzewa iglaste. Wyniki jego stworzyły podstawy dla rozwoju biologii komórki, genetyki, współczesnej medycyny regeneracyjnej. Pracując w Jenie przyjaźnił się z fizykami, optykami, z profesorem Abe i konstruktorem mikroskopów, założycielem znanej dzisiaj na całym świecie wytwórni mikroskopów, Karolem Zeissem. Dzięki temu miał do dyspozycji najlepsze mikroskopy i aparaty pomocne do rysowania spod mikroskopu.

Przedmiotem zainteresowania Edwarda Strasburgera były jądra komórkowe. Pierwszy nauczył się barwić struktury jądra komórkowego i obserwować je podczas podziału komórki. Wykazał, że struktury jądra nie są każdorazowo tworzone od nowa w podzielonych komórkach potomnych, jak to nauczali jego mistrzowie, ale ulegają złożonym podziałom. Terminy wprowadzone przez niego do nauki do opisu badanych procesów i struktur komórki weszły do niemal wszystkich języków. To profesor Strasburger wprowadził takie terminy jak: mitozę, mejozę, kariokinezę, chromosom, kariotyp, haploidalna i diploidalna liczba chromosomów, przemiana pokoleń u mchów i paprotników.

Jeszcze za życia Strasburgera Morgan badając chromosomy muszki owocowej w 1904 roku zlokalizował w chromosomach wyznaczniki cech, czyli geny, i zaczął się rozwój genetyki. Pół wieku później Caspersson wykazał, że w chromosomach obecny jest kwas deoksyrybonukleinowy (DNA). Strukturę DNA określili Watson i Crick w 1953 roku proponując model podwójnej helisy. To dzięki chromosomom i tak precyzyjnym podziałom jądra i chromosomów jak to opisał Strasburger możliwe jest, że z jednej komórki – zapłodnionej komórki jajowej zwanej zygotą, w wyniku jej podziałów i różnicowania komórek potomnych rozwijają się złożone organizmy, jakimi jesteśmy. To w chromosomach zygoty zawarta jest informacja, jaki ma się z niej rozwinąć organizm.

Podział jądra komórek salamandry, jego fazy nazwane przez Strasburgera: profaza, metafaza, anafaza i telofaza, pięknie narysował pastelami w 1904 roku Stanisław Wyspiański. Obraz ten znajduje się obecnie w Muzeum UJ w Collegium Maius.

Sam Strasburger obserwował pod mikroskopem i rysował dzielące się komórki i ich chromosomy. Dopiero w latach 1953–1954 udało się zarejestrować po raz pierwszy na filmie podział jądra komórkowego i zachowanie się chromosomów w żywych, dzielących się komórkach. Dokonał tego w Krakowie młody wówczas dr Andrzej Bajer ze swoją żoną Jadwigą Molè-Bajer. Profesor Andrzej Bajer od 1963 roku pracuje w USA. Jego oryginalny film z 1953 roku przeniesiony w Szwecji w 2010 roku przez profesora Heneena na zapis cyfrowy na płycie DVD otrzymał od Niego w ubiegłym roku.

Na zakończenie chciałbym podkreślić związki profesora Edwarda Strasburgera z Polską i jego uczniami i kolegami. Gdy młody Edward Strasburgerjechał

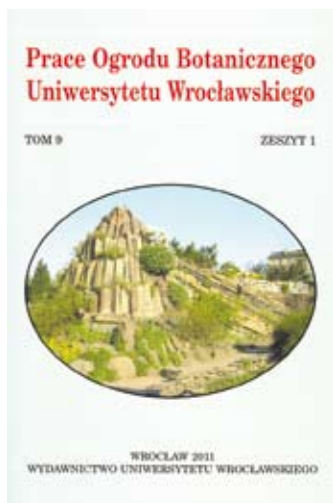
w 1870 roku do Jeny podążyli za nim niektórzy jego uczniowie. Między nimi byli późniejsi znani profesorowie UJ Emil Godlewski (1847–1930) i Józef Rostafiński (1850–1928), a później pracował pod jego kierunkiem uczeń Rostafińskiego, Marian Raciborski (1963–1917) i wielu innych. W pracowni profesora Edwarda Strasburgera zdobywali wiedzę późniejsi słynni profesorowie uczelni amerykańskich, między innymi i Overton, autor pierwszego modelu molekularnej budowy błon plazmatycznych.

Edward Strasburger był nie tylko uczonym badaczem i mistrzem dla bezpośrednich uczniów, ale także popularyzatorem nauki i autorem podręczników. I na tym polu był pionierem. W 1894 roku wydał wraz z trzema innymi profesorami podręcznik: „Lehrbuch der Botanik für Hochschulen”. Dzisiaj normą jest, że podręczniki są opracowywane przez kilku autorów. Wtedy było to nowością. Podręcznik ten uaktualniany i tłumaczony na wiele języków wznawiany jest do dzisiaj. Zmieniają się pokolenia jego współautorów, ale nazwisko Strasburgera pozostaje.

Obok publikowania prac badawczych po niemiecku, ale także angielsku i francusku, profesor Edward Strasburger ogłaszał po polsku wiele artykułów popularno-naukowych. Zamieszczał je w takich czasopiśmie jak *Wszechświat*, *Tygodnik Lekarski*, *Biblioteka Warszawska*, *Roczniki Akademii Umiejętności* i inne. Korespondował do końca życia po polsku z rodziną, kolegami i uczniami. Po polsku pisał pamiętniki cytując Mickiewicza i innych polskich autorów. Przyjeżdżał do Krakowa i Zakopanego. Syn profesora Edwarda Strasburgera wykształcony w Niemczech Julian (1871–1934) był neurologiem, profesorem medycyny we Wrocławiu.

Tak jak w przypadku profesora Edwarda Strasburgera i dzisiaj wielu Polaków zostaje profesorami uczelni zagranicznych. Ich dzieci, wykształcone poza Polską zwykle tam pozostają. Odwiedzają Polskę jako kraj rodziców i dziadków. Wielu było i jest słynnych w świecie uczonych przyrodników pochodzących z Polski, podkreślających swoje polskie pochodzenie, którzy w Polsce są zapominani i pomijani.

Magdalena Mularczyk, **Historia Ogrodu Botanicznego Uniwersytetu Wrocławskiego, część 2: 1945–2010.** „Prace Ogrodu Botanicznego Uniwersytetu Wrocławskiego”, tom 9, zeszyt 1, Wrocław 2011, Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego.



Ogród Botaniczny we Wrocławiu powstał w 1811 roku i obecnie obchodzi dwóchsetlecie swego istnienia. Rozwijał się doskonale aż do oblężenia miasta podczas drugiej wojny światowej. Skupiał wielu znanych uczonych, z których najwybitniejszym był paleontolog Heinrich Robert Göppert (1800–1884). Wykształcił sporo lekarzy i botaników o europejskiej sławie. Wystarczy wymienić Ferdinanda Cohna (1828–1898), założyciela Instytutu Fizjologii Roślin w naszym mieście, oraz Adolfa Englera (1844–1930), twórcę nowego systemu świata roślin i dyrektora Ogrodu w latach 1884–1889.

Göppert poświęcił Ogrodowi 56 lat życia, a stanowisko dyrektora piastował przez 32 lata. Dzięki niepożytej energii stworzył nowoczesną jak na tamte czasy placówkę. U schyłku jego ziemskiego trwania Ogród posiadał około 12 tysięcy gatunków i odmian, większość europejskich storczyków, 100 palm, 40 sagowców i pandanów. Profesor pasjonował się dendrologią i od 1843 roku prowadził kronikę najstarszych drzew Śląska. Szczególnie jednak interesowała go paleobotanika, której ofiarował całe życie. Badania szczątków wymarłych roślin napotykały na poważne trudności, bo zachowały się one przeważnie w postaci zdeformowanych odcisków. Celem rekonstrukcji całości należało porównać poszczególne części między sobą i ze współczesnymi gatunkami. Metody porównawcze Göpperta odznaczały się wielką precyzją i pozwoliły mu już w 1836 roku wydać dzieło pt. *Die fossilen Farnkräuter*, opatrzone 44 tablicami. Natomiast jego praca *Monographie der fossilen Coniferen* (Lejda 1850) została nagrodzona przez

holenderskie Towarzystwo Naukowe w Haarlem. Istotną wartość stanowiły też liczne prace Göpperta dotyczące formacji węgla kamiennego. Wystarczy wspomnieć, że jego atlas, złożony z 29 kart, wyróżniono złotym medalem na Wystawie Światowej w Paryżu w 1867 roku. Zaslugą uczonego był również sporządzony w 1856 roku profil geologiczny wyobrażający układ warstw skalnych w Wałbrzyskim Zagłębiu Węglowym. Obok zgrupowano skamieniałe pnie, odciski i odlewy sygilarii, kalamitów, lepidodendronów i araukarii. Bilans osiągnięć Heinricha Roberta Göpperta jest ogromny i godny podziwu. Opublikował ponad 500 prac z dziedziny przyrodoznawstwa, botaniki, paleontologii i medycyny. Współpracował z wieloma akademiami, towarzystwami naukowymi i ogrodami botanicznymi na świecie.

Zdumiewa nas fakt, że w ciągu całego istnienia Ogrodu aż do schyłku XX stulecia nie ukazała się jakakolwiek wyczerpująca praca poświęcona jego historii. Dotyczy to zarówno piśmiennictwa niemieckiego, jak i polskiego. Trochę informacji zachowało się w opisach (Beschreibung), raportach (Bericht) i przewodnikach (Führer), a nieco więcej wiadomości zebrał w 1911 roku systematyk i fitogeograf niemiecki Ferdinand Pax. W swej publikacji upamiętniającej stulecie istnienia Uniwersytetu Wrocławskiego opisał dzieje Katedry Botaniki, Ogrodu i Muzeum Botanicznego.

U nas przez długie lata historię Ogrodu pomijano milczeniem i unikano przedstawiania wkładu niemieckich profesjonalistów. Zmiana na lepsze nastąpiła w 1995 roku, gdy w wyniku starań dyrektora Ogrodu, prof. dr. hab. Tomasza Jana Nowaka wznowiono „Prace Ogrodu Botanicznego Uniwersytetu Wrocławskiego”. Należy zaznaczyć, że pierwszy zeszyt pierwszego tomu „Prac” ukazał się w 1892 roku, a jego redaktorem był profesor Karl Prantl, dyrektor Ogrodu w latach 1889–1893. Tak więc po stuletniej przerwie trafił do rąk polskiego czytelnika tom 2, zeszyt 1 „Prac”, w którym na początku zamieszczono reprint zeszytu 1 tomu 1, obejmującego 166 stron. Zawiera on między innymi systematykę paproci opracowaną przez Karla Prantla, porównawcze badania budowy drewna niektórych roślin w obrębie zrosłopłatkowych pióra Wernera Pomreckego oraz Karla Meza – badanie rozmieszczenia geograficznego amerykańskich tropikalnych roślin z rodziny *Lauraceae*. Znajdujemy tam ponadto świetnie zredagowany artykuł Magdaleny Mularczyk o Heinrichu Robercie Göppercie. Również zeszyt 1 tomu 3 (1996) jest wartościowy, gdyż zawiera między innymi jeden z najstarszych (1820) istniejących katalogów nasion wrocławskiego Ogrodu. Opublikowany w dwa lata później zeszyt 1

tomu 4 obejmuje wyłącznie dzieło Magdaleny Mularczyk pt. *Historia Ogrodu Botanicznego Uniwersytetu Wrocławskiego, część 1: 1811–1945*. Zostało tak dobrze opracowane, że przyniosło jej zasłużoną renomę. Niezwykle pracowita, sumienna i dociekliwa pani doktor nie zadowolili się tym sukcesem i nie spoczęła na laurach. Nawiązała kontakty z naszymi zachodnimi sąsiadami, ich botaników i miłośników roślin przyjmuje we Wrocławiu i poznaje również niemieckie ogrody. W dalszym ciągu współredaguje czasopismo „Ogród Wita”, w którym zamieszcza swoje artykuły o najbardziej zasłużonych dla naszego Ogrodu niemieckich profesjonalistach. Ponadto dzięki dobrej znajomości języka niemieckiego (wyjątek w Ogrodzie, gdzie dominuje język angielski) i nie-spożytej energii znalazła jeszcze czas, aby przetłumaczyć na język polski bardzo obszerną (357 stron) *Historię botaniki* Karla Mägdefraua (8 lutego 1907 – 1 lutego 1999), profesora w Strasburgu, Monachium i Tybindze.

Publikacja, którą raczyła nas w swej niewysłowionej łaskawości obecnie obdarować, to bilans ostatniego sześćdziesięciolecia egzystencji tej ważnej placówki, wysuwającej się na czoło polskich ogrodów botanicznych. Składa się z trzynastu znacznie rozbudowanych rozdziałów, ułożonych w porządku chronologicznym i problemowym. W pierwszym omówiono główne źródła wykorzystanych materiałów, w drugim historię Ogrodu do lat 80., w trzecim sprawy kadrowe łącznie z wyszczególnieniem osób najbardziej zasłużonych, w czwartym sytuację finansową, w piątym rozwój kolekcji roślin, a w szóstym historię działów Ogrodu. W rozdziale siódmym przedstawiono działalność naukową kadry placówki, w ósmym osiągnięcia dydaktyczne i oświatowe, w dziewiątym zaś współpracę z ośrodkami botanicznymi w kraju i za granicą. Rozdział dziesiąty obejmuje wykaz organizowanych imprez dla szerokiej rzeszy publiczności, jedenasty przybliży nam sylwetki znamienitych gości, dwunasty to kalendarium najważniejszych wydarzeń, w trzynastym zaś uwidoczniono nazwiska osób zatrudnionych w Ogrodzie od czasu jego powstania. Uwzględniono też pracowników Arboretum w Wojsławicach, które już ponad 20 lat jest filią Ogrodu Botanicznego Uniwersytetu Wrocławskiego.

Przygotowując drugą część historii Ogrodu, autorka przez wiele lat systematycznie gromadziła wszystkie dostępne źródła. Dzięki przestudiowaniu wydanego po wojnie w Niemczech pod redakcją Horsta Gleissa dzieła *Breslauer Apokalypse* oraz pracy Friedricha Griegera *Wie Breslau fiel* mogła uwypuklić rolę Ogrodu podczas oblężenia miasta. Dowiadujemy się między innymi, że na jego terenie rozmieszczono

działa przeciwlotnicze i 50 bunkrów wypełnionych materiałami wybuchowymi. Największe straty powstały w kwietniu 1945 roku, gdy eksplodowała nagromadzona amunicja. Natomiast pierwsze wrażenia z oględzin obiektu po kapitulacji zaczerpnęła z relacji profesora Stanisława Kulczyńskiego, przywódcy Grupy Naukowo-Kulturalnej, która 9 i 10 maja 1945 roku dotarła do stolicy Dolnego Śląska celem organizowania polskiego uniwersytetu. W swej pracy dr Mularczyk wykorzystała ponadto przewodniki po Ogrodzie oraz cenne informacje zawarte w miesięczniku „Ogród Wita”, istniejącym od 2006 roku. Znajdują się tam między innymi artykuły o poszczególnych działach Ogrodu i o najważniejszych kolekcjach roślinnych. Sporo wiadomości uzyskała z rozmów z najstarszymi pracownikami, a przytoczone zapiski dr hab. Zofii Gumińskiej unaocznily niezwykle precyzyjnie trudy odbudowy placówki. Najlepiej poznana działalność Ogrodu pochodzi z lat 1994–2010 dzięki sporządzanym przez autorkę protokołom z cotygodniowych odpraw kadry kierowniczej.

Dzieło zostało tak fachowo i interesująco zredagowane, że zadowoli najbardziej wybrednych odbiorców. Po raz pierwszy otrzymaliśmy pełny obraz niestrudzonych wysiłków garstki entuzjastów i zapaleńców, którzy w potwornie zniszczonym mieście, żyjąc w nędzy, rozpoczęli z pełną determinacją rekonstrukcję obiektu leżącego w gruzach. Wystarczy przypomnieć, że 50% drzew unicestwiono, a w zdevastowanych szklarniach wyginęły wszystkie rośliny. Brak niezbędnych materiałów, odpowiednich funduszy oraz ludzi do pracy wydawał się przeszkodą nie do pokonania. Dominowała jednak chęć wskrzeszenia tej oazy, nie tak dawno pełnej splendoru i nieprzemijającej gracji, jak też udostępnienia jej stroskanemu społeczeństwu, żyjącemu jeszcze koszmarem przeżyć okupacyjnych. Autorka doskonale zobrazowała poszczególne etapy odbudowy zapoczątkowanej usunięciem przez wojsko groźnych akcesoriów wojennych. Restauracja tej zasłużonej placówki musiała jednak trwać długo, gdyż ogromne potrzeby miasta uniemożliwiała jej priorytetowe traktowanie. Na uwagę zasługują ponadto wyczerpujące opisy osiągnięć dokonywanych we wszystkich działach Ogrodu, a zwłaszcza zdobywanie nowych roślin z różnych źródeł krajowych i zagranicznych. Również działalność naukową, dydaktyczną i oświatową, łącznie z wyszczególnieniem publikacji, prac doktorskich i habilitacji pracowników Ogrodu Botanicznego, przedstawiono należycie. Spis literatury obejmuje 115 tytułów, wyselekcjonowanych rzeczowo i umiejętnie. Oprócz tego publikacje doskonale ożywiają świetnie dobrane ilustracje w tekście (15) oraz w dołączonym

bogatym albumie – 312 zdjęć, wśród których są między innymi niemieckie fotografie archiwalne. Dzięki nim możemy prześledzić wygląd obiektu od dawnych czasów. Szczególnie napawa nas dumą polski wkład powojenny, uwidoczniiony na zdjęciach w najbardziej sugestywnej postaci.

Adam Wajrak. 2012. **Przewodnik prawdziwych tropicieli – LATO**. ss. 155. Wydanie II. Drukarnia Perfekt. Warszawa.



Mamy czas wakacji. Każdy z nas spędza je w inny sposób, w różnych miejscach na świecie i w Polsce. Gdziekolwiek jesteśmy, na naszym podwórku, za płotem czy też setki bądź tysiące kilometrów od domu, czy tego chcemy czy nie kontaktujemy się z otaczającą nas przyrodą. To właśnie latem tak trudno dostrzec, wypatrzyć pewne zwierzęta czy rośliny. Dlatego też na te najcieplejszą w naszym klimacie porę roku Adam Wajrak proponuje „Przewodnik prawdziwych tropicieli – LATO”.

Adam Wajrak jest przyrodnikiem i dziennikarzem „Gazety Wyborczej”. Już od dziecka zajmuje się wnikliwym i dokładnym obserwowaniem przyrody. Czytając „Przewodnik...” wyczuwa się pasję i zaangażowanie Autora, które mają na celu nawet największego laika wprowadzić w świat przyrody. Opisywane przez Wajraka rady i wskazówki jak podejść trudno dostępne zwierzę, zwracając przy tym uwagę na jego psychikę, są technikami wypracowanymi i sprawdzonymi w terenie przez samego Autora. Warto wspomnieć, iż książka ta jest jedną z czterech składających się na cały cykl. Pozostałe „Przewodniki prawdziwych tropicieli” zostały napisane pod kątem trzech pozostałych pór roku: WIOSNY, JESIENI i ZIMY.

Książka ta jest podzielona na siedem rozdziałów, które tematycznie zostały poświęcone głównie zwierzętom występującym od południa Polski (1 rozdział: „Tatry”) po północ (6 rozdział: „Nadmorskie

W sumie monografia dr Mularczyk jest godnym zwieńczeniem obchodzonej obecnie dwusetnej rocznicy założenia Ogrodu Botanicznego we Wrocławiu i dlatego należy ją upowszechnić.

dr Roman Karczmarszuk

plaże”). W ostatnim rozdziale czytelnik może się dowiedzieć, iż nawet w ruchliwym i gwałtownym mieście można spotkać dzikie mini zoo (7 rozdział: „Lato w mieście”). W poszczególnych rozdziałach zostały w bardzo przystępny sposób przedstawione informacje o biologii, ekologii i etologii zwierząt. Z tychże właściwości danego gatunku wynikają sposoby poszukiwania charakterystycznej dla danego regionu fauny, np. pelzaczy, susłów, chomików, węży i in.

Wajrak w swojej książce instruuje również jaką miksturę powinni wykonać miłośnicy motyli, by je zwabić do swojego ogrodu. Tłumaczy również jak rozpoznać węża po zrzuconej wylince oraz czy jad żmii jest naprawdę niebezpieczny dla człowieka. Autor podaje także jak po kolorze oczu świecących w ciemności, wywnioskować czy patrzy na nas roślino- czy mięsożerca. Czytając tę pozycję książkową można także wzbogacić swoją wiedzę o to jakie zwierzę patrzy na nas z iglicy Pałacu Kultury i Nauki w Warszawie, a także ile igieł ma jeź. Po lekturze tej książki czytelnik dowie się co dla Autora jest nudne jak „flaki z olejem”.

Dodatkowym atutem „Przewodnika...” są praktyczne wskazówki dla przyrodnika – podróżnika, który będąc w terenie może natknąć się na różne przeszkody bądź utrudnienia. Między innymi Adam udziela rad jak zachować się w czasie burzy, co jest niezbędnym wyposażeniem turysty w górach, jak rozmawiać z helikopterem, a także jak zrobić podwodne zdjęcie bez używania drogiego sprzętu. Autor podaje „10 kleszczowych przykazań”, które są bardzo istotne głównie, choć nie tylko, latem. Te i inne cenne wskazówki w książce znajdują się na specjalnie wydzielonych poletkach, przypominających notatki wyrwane z pośliskłego zeszytu. Jedynym minusem tych wyżej wspomnianych pól, jest to, że często umieszczone są one dość niefortunnie, gdyż przerywają podejmowany przez Autora wątek, co może być kłopotliwe w odbiorze dla czytelnika.

Książka ta została wydana w 2012 r. i obejmuje ponad 150 stron. Pozycja ta jest bardzo bogato ilustrowana rysunkami wykonanymi przez Michała Skakuja, rysownika i doktora ornitologii, który w zabawny sposób odzwierciedla przyrodę. Na pierwszy rzut oka (już sama okładka zawiera wielobarwne rysunki), może wydać się, iż jest to książka adresowana

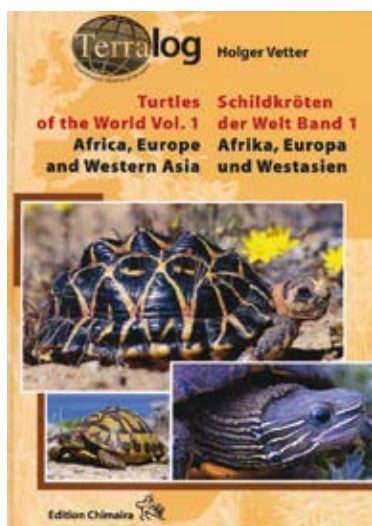
dla dzieci. Jednak nie dajmy się zwieźć pozorom, gdyż pod tą barwną szatą graficzną kryje się wiele cennych informacji i wskazówek, z których bez wątpienia mogą skorzystać zarówno ci mali jak i ci duzi przyrodniczy.

Osobiście uważam, iż w prostocie słowa i rysunku tkwi moc przekazu tej książki. Przekazu, który na długo pozostanie w pamięci każdego czytelnika. Książ-

ka ta kosztuje około 30 zł i bez wątpienia jest warta swojej ceny. „Przewodnik prawdziwych tropicieli – LATO” polecam wszystkim obecnym i przyszłym miłośnikom przyrody. Zapewniam, iż po lekturze tej książki można naprawdę wpaść w wir otaczającego nas świata zwierząt i roślin.

A. Homa

Holger Vetter: **Turtles of the World Vol. 1: Africa, Europe and Western Asia/Schildkröten der Welt Band 1: Afrika, Europa und Westasien**, 2nd ed. TERRALOG 1, Edition Chimaira, Frankfurt am Main, 2011, ISBN 978-3-930612-27-7, ss. 153, cena 34,80 €



Jest to poprawione i rozszerzone, dwujęzyczne wydanie pierwszego tomu w serii TERRALOG poświęconemu żółwiom afrotropikalnym i z Zachodniej Palearktyki. Pierwsze wydanie z 2002 r. miało 96 stron i 450 kolorowych fotografii, to zaś ma 153 strony i 590 zdjęć, z czego 370 jest nowych.

Pod względem różnorodności fauny żółwi właśnie ta część świata jest najbardziej interesująca. Szczególny rozkwit ewolucyjny żółwi lądowych widać zwłaszcza w Afryce Południowej, gdzie występuje aż 5 miniaturowych, endemicznych gatunków z rodzaju *Homopus* (z najmniejszym znanym żółwiem *H. signatus*), 3 gat. z rodzaju *Psammobates*, a także 4 z rodzaju *Kinixys*, *Chersina angulata* i *Stigmochelys pardalis*.

W obszernym wstępie autor przedstawił aktualne zmiany dotyczące systematyki tych gadów. Na uwagę zasługują przede wszystkim te, które zaszły w rodzinie Testudinidae. W porównaniu z pierwszym wydaniem np. 4 gatunki z rodzaju *Agrionemys* grupowane są obecnie w obrębie *Testudo horsfieldii*, *Centrochelys pardalis* teraz jest w rodzaju *Stigmochelys*, 3 gatunki z rodzaju *Dipsoschelys* w obrębie *D. dussumieri* (autor wyjaśnia też dlaczego użył tej nazwy a nie *Al-dabrachelys*), wreszcie 19 gatunków + 8 innych nie nazwanych form z rodzaju *Testudo* obecnie traktowanych jest ponownie jako podgatunki lub synonimy *T. graeca*, *T. hermanni*, *T. marginata* i *T. kleinmanni*.

W książce zamieszczono kolorowe zdjęcia 65 gatunków z rodzin Testudinidae (29), Trionychidae (6 + 2 introdukowane – *Palea steindachneri* na Mauritius i *Pelodiscus sinensis* na mokradła Guadalquivir w południowej Hiszpanii), Pelomedusidae (18), Podocnemididae (1), Geoemydidae (3), Emydidae (2 + 2 introdukowane – *Chrysemys picta* i *Trachemys scripta elegans* w wielu krajach europejskich, afrykańskich i Bliskiego Wschodu), Cheloniidae (5) i Dermochelyidae (1). Oprócz wizerunków żółwi są tu również zdjęcia siedlisk oraz 61 kolorowych map, pokazujących rozmieszczenie wszystkich gatunków i podgatunków. Każda fotografia uzupełniona jest symbolami rysunkowymi informującymi o wymogach hodowlanych.

Zarówno informacje o hodowli, które są bardzo ogólne, jak i możliwości identyfikacji na podstawie jedynie zdjęć, bez kluczy, nie zawsze będą pomocne, ale w wielu przypadkach wystarczające. Nie trzeba więc namawiać miłośników żółwi do kupna tego tomu jak i innych z tej serii.

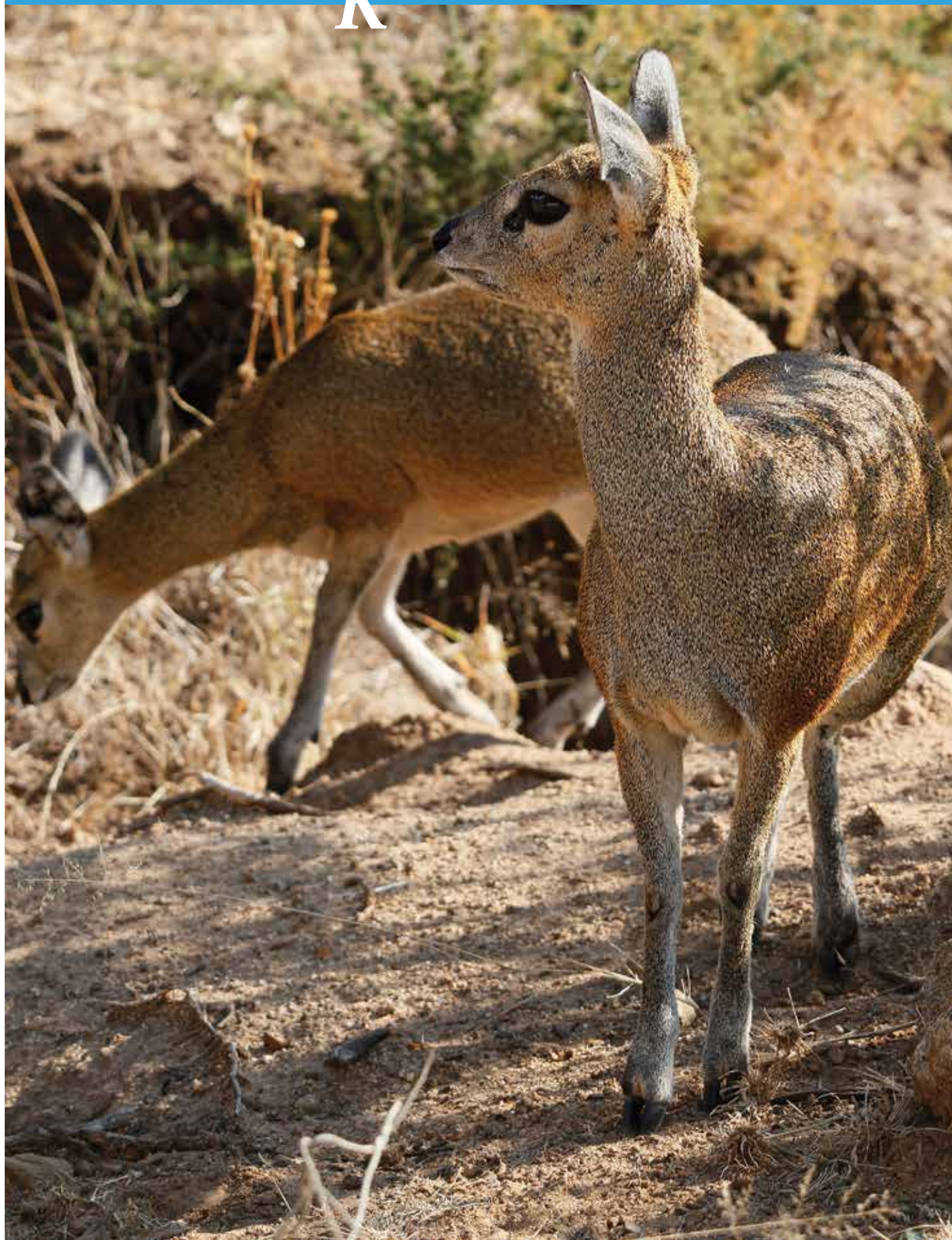
Piotr Sura

Errata:

W nr 7–9, 2012 *Wszechświata*, w artykule o parku narodowym Donana do tekstu i opisu zdjęć wkradło się kilka pomyłek:

1. Str. 236, prawa kolumna, linia 5 i 6 pod ryc. 9 jest „(Lacerta lepida)” ma być „Timon lepidus (dawniej Lacerta lepida)”; linia 8 pod ryc. 9 i pierwsza pod ryc. 11, jest „(C. chalcides)” ma być „(Chalcides striatus)”.
2. Str. 236, w podpisie pod Ryc. 10 zamiast „Discoglossus pictus” ma być „Discoglossus galganoi”.
3. Str. 236, w podpisie pod ryc. 11, jest „Zaskroniec żmijowy (Natrix maura)” ma być „wąż Hemmorrhoids hippocrepitis”.
4. Str. 237, kolumna lewa, linia 5 pod ryc.12, zamiast „Discoglossus pictus” ma być „Discoglossus galganoi”.
5. Str. 237, kolumna lewa, linijka nad ryc.12. Wykreślić należy „oraz marmurkową (T.marmoratus)”.

Koziolek skalny (*Oreotragus oreotragus*). Park Narodowy Pilanesberg, RPA. Fot. Witold Bryszewski.





Aloes (*Aloe Ferox*). Ogród botaniczny w Pretorii zimą, RPA. Fot. Witold Bryszewski.