

WSZECHŚWIAT

PISMO PRZYRODNICZE

Tom 113 Nr 1–3

Styczeń – Luty – Marzec 2012

*Dwie dusze
w jednym mózgu*

*Hormonalne
zanieczyszczenie
środowiska a mózg*

*Psychologiczne
różnice płci*

*Neurobiologia
behawioru
seksualnego*

*Jadłowstręt
psychiczny a płeć*

Pył księżycowy

*Badania
georadarowe*

*Szlak
jezior mazurskich*

ISSN 0043-9592



9 770043 959009 >

Tydzień Mózgu

12–18 marca 2012

„Płeć mózgu”

Aula Auditorium Maximum UJ

Kraków, ul. Krupnicza 33

godz. 17.00

Wstęp wolny



12.03.2012 czwartek
„Płeć mózgu”
prof. dr hab. Anna Odroważyńska
Instytut Biologii Uniwersytetu Jagiellońskiego
prof. dr hab. Andrzej Kozłowski
Instytut Psychologii Uniwersytetu Jagiellońskiego

13.03.2012 piątek
„Dwie dusze w jednym mózgu”
prof. dr hab. Piotr Jodanis
Instytut Psychologii Uniwersytetu Jagiellońskiego

14.03.2012 sobota
„W jaki sposób występujące
w środowisku substancje
hormonalne czynnie
wpływają na mózg?”
dr hab. Magdalena Kłosa
Instytut Neurobiologii Uniwersytetu Jagiellońskiego
Instytut Farmakologii Uniwersytetu Jagiellońskiego

15.03.2012 niedziela
„Psychiczne różnice płci – fakty i fikcje”
prof. dr hab. Bogdan Wąsik
Instytut Psychologii Uniwersytetu Jagiellońskiego

16.03.2012 poniedziałek
„Neurobiologia behawioru seksualnego”
prof. dr hab. Jerzy Jasnowski
Instytut Psychologii Uniwersytetu Jagiellońskiego

17.03.2012 wtorek
„Czy pan wspaniała płeć?”
prof. dr hab. Jacek Galski
Wydział Biologii Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie

18.03.2012 środa
„Dlaczego kobiety częściej niż mężczyźni chorują
na zaburzenia odżywienia (bujadłowstręt psychiczny i bulimię)?”
prof. dr hab. dr hab. Joanna Bujak-Bekas
Instytut Psychologii Uniwersytetu Jagiellońskiego, Uniwersytet Medyczny w Krakowie



Organizatorzy: Instytut Biologii Uniwersytetu Jagiellońskiego, Instytut Psychologii Uniwersytetu Jagiellońskiego, Instytut Neurobiologii Uniwersytetu Jagiellońskiego, Instytut Farmakologii Uniwersytetu Jagiellońskiego, Wydział Biologii Uniwersytetu Jagiellońskiego, Wydział Psychologii Uniwersytetu Jagiellońskiego, Wydział Medycyny Uniwersytetu Jagiellońskiego, Wydział Pedagogiki Uniwersytetu Jagiellońskiego, Wydział Historii Uniwersytetu Jagiellońskiego, Wydział Filologii Uniwersytetu Jagiellońskiego, Wydział Prawa Uniwersytetu Jagiellońskiego, Wydział Ekonomii Uniwersytetu Jagiellońskiego, Wydział Inżynierii Uniwersytetu Jagiellońskiego, Wydział Sztuki Uniwersytetu Jagiellońskiego, Wydział Teologii Uniwersytetu Jagiellońskiego, Wydział Nauk o Ziemi Uniwersytetu Jagiellońskiego, Wydział Nauk o Środowisku Uniwersytetu Jagiellońskiego, Wydział Nauk o Polityce Uniwersytetu Jagiellońskiego, Wydział Nauk o Religii Uniwersytetu Jagiellońskiego, Wydział Nauk o Społeczeństwie Uniwersytetu Jagiellońskiego, Wydział Nauk o Wychowaniu Uniwersytetu Jagiellońskiego, Wydział Nauk o Zdrowiu Uniwersytetu Jagiellońskiego, Wydział Nauk o Życiu Uniwersytetu Jagiellońskiego, Wydział Nauk o Ziemi Uniwersytetu Jagiellońskiego, Wydział Nauk o Środowisku Uniwersytetu Jagiellońskiego, Wydział Nauk o Polityce Uniwersytetu Jagiellońskiego, Wydział Nauk o Religii Uniwersytetu Jagiellońskiego, Wydział Nauk o Społeczeństwie Uniwersytetu Jagiellońskiego, Wydział Nauk o Wychowaniu Uniwersytetu Jagiellońskiego, Wydział Nauk o Zdrowiu Uniwersytetu Jagiellońskiego, Wydział Nauk o Życiu Uniwersytetu Jagiellońskiego



Polskie Towarzystwo Przyrodników im. Kopernika*

wydawca czasopisma *Wszechświat*

organizator konferencji Tydzień Mózgu w Krakowie,
programu edukacyjnego „Rok dla ekologii i zdrowego trybu życia”
oraz konferencji „Tydzień Ekologii”

ma status organizacji pożytku publicznego

dzięki czemu na naszą działalność można przekazać **1% PODATKU**

JAK TO ZROBIĆ? — oto szczegółowa instrukcja:

Należy obliczyć kwotę, którą możemy przekazać i wypełnić odpowiednią rubrykę w zeznaniu podatkowym.

Najpierw należy obliczyć swój podatek należny Urzędowi Skarbowemu, a następnie odliczyć 1% od tego podatku. Przy wypełnianiu odpowiedniego dla siebie formularza PIT (PIT-36, PIT-36L, PIT-37 lub PIT-38) w ostatnich rubrykach zeznania podatkowego wpisujemy nazwę: „Polskie Towarzystwo Przyrodników im. Kopernika” i numer KRS: „0000092796”. Wpisujemy także kwotę, którą chcemy przekazać dla Towarzystwa. Kwota ta nie może przekroczyć 1% podatku należnego, wynikającego z zeznania podatkowego, po zaokrągleniu do pełnych dziesiątek groszy w dół.

Pieniądze przeleje Urząd Skarbowy w terminie do 3 miesięcy.

Z wyliczonej kwoty potrącone zostaną koszty przelewu.

Podatnik nie może podzielić swojego 1% między kilka organizacji.

1% można przekazać tylko w zeznaniach podatkowych złożonych w terminie.

UWAGA! Dla wszystkich z Państwa, którzy w zeznaniu ujawnią się jako darczyńcy prenumerata roczna gratis.**



* Polskie Towarzystwo Przyrodników im. Kopernika istnieje od 1875 roku i jest jednym z najstarszych towarzystw naukowych w Polsce. PTP im. Kopernika jest organizacją typu „non profit”, tzn. członkowie Towarzystwa pełnią swe funkcje honorowo a działalność nasza opiera się na dotacjach i darowiznach, które niestety z roku na rok coraz trudniej uzyskać. Posiadany obecnie status organizacji pożytku publicznego umożliwia otrzymywanie przez Towarzystwo 1% podatku.

Głównym celem Towarzystwa jest popularyzacja osiągnięć nauk przyrodniczych, między innymi poprzez organizowanie odczytów naukowych, konferencji, wydawanie czasopism. W obrębie Towarzystwa działa Komitet Główny Olimpiady Biologicznej organizujący co roku konkurs olimpiady biologicznej w liceach ogólnokształcących na terenie całego kraju.

** w pozycji Informacje Uzupełniające zeznania rocznego należy podać swoje dane oraz zaznaczyć kwadrat potwierdzający przekazanie ich OPP. Gratisową prenumeratą premiiowane będą wpłaty równe lub wyższe jej rocznej wysokości, tj. 36 PLN.



Polskie Towarzystwo Przyrodników im. Kopernika, Zarząd Główny: 31-118 Kraków, ul. Podwale 1/2
NIP 521-01-22-918 REGON 000810437 NR KRS 0000092796

Tel.: 12 422 29 24 (siedziba), 12 663 26 42 (Prezes), fax 12 634 49 51,
Prezes: prof. dr hab. Elżbieta Pyza (elzbieta.grzegorz.wojtczak@uj.edu.pl)
Sekretarz: mgr Grzegorz Wojtczak (grzegorz.wojtczak@uj.edu.pl)



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 1–3 (2577–2579)

TYDZIEŃ MÓZGU

Program konferencji „Tydzień Mózgu 2012” w Krakowie	3
Piotr Wolski, Dwie dusze w jednym mózgu?	5
Małgorzata Kajta, W jaki sposób występujące w środowisku substancje hormonalnie czynne wpływają na mózg?	10
Bogdan Wojciszke, Psychologiczne różnice płci	13
Jolanta Rabe-Jabłońska, Dlaczego kobiety chorują częściej na zaburzenia jedzenia niż mężczyźni?	18
Jerzy Vetulani, Neurobiologia behawioru seksualnego	21

ARTYKUŁY

Jolanta Górską-Andrzejak, Genetyka systemu GAL4/UAS, czyli jak wywołać tkankowo-specyficzną ekspresję genu w organizmie muszki owocowej (<i>Drosophila melanogaster</i>)	27
Marek S. Żbik, Pył księżycowy i jego dziwne własności	31
Roman Karczmarski, Morwa, brusoniec i żółtnica pomarańczowa	36
Arkadiusz Urbański, Grabarz (Coleoptera), jakiego nie znacie	40

ARTYKUŁY EKOLOGICZNE

Tomasz Ordza, Energetyczne odpady	45
---	----

DROBIAZGI

Badania georadarowe w służbie archeologii (Sylvia Tomecka-Suchoń, Piotr Pyka)	47
Życie w zimie – Przypadek najmniejszych ssaków świata (Michał Bogdziewicz)	49

WSZECHŚWIAT PRZED 100 LATY

J. Vetulani, Wszechświat przed 100 laty	52
---	----

WSPOMNIENIA Z PODRÓŻY

Szlak jezior mazurskich – część środkowa (Maria Olszowska)	58
Islandia – unikatowa kraina trzech żywiołów (Marzena Kohut, Monika Kwaśniak)	62

OBRAZKI

Srebrnikowate (<i>Proteaceae</i>) (Eugene A. Beyers)	68
--	----

RECENZJE KSIĄŻEK

Kurek R. T., Rybacki M., Soltysiak M. 2011. Ochrona dziko żyjących zwierząt w projektowaniu inwestycji drogowych. Problemy i dobre praktyki. Poradnik ochrony płazów. (Jacek Błazuk)	70
Allen Paterson: The Gardens at Kew. (Ryszard Ochrya)	73
David McGonigal (chief consultant): Antarctica: Secrets of the southern continent. (Ryszard Ochrya)	75
Adam Wajrak, Nuria Selva Fernandez. Kuna za kaloryferem. (Agnieszka Maria Homa)	77
Marcin Sielezniew, Izabela Dziekańska. Motyle dzienne. (Krzysztof Pabis)	79

WYWIADY

Przyszłość lubelskiej astronautyki. (Arkadiusz Dul)	81
---	----

Okladka: Plakat promujący „Tydzień Mózgu 2012” autorstwa Wojciecha Kolka.

Wojciech Kolk jest absolwentem Wydziału Grafiki Akademii Sztuk Pięknych w Krakowie, którą ukończył dyplomem w Pracowni Plakatu prof. Piotra Kunce w 2002 r. Projektuje plakaty, systemy identyfikacji wizualnej firm, realizuje również animacje oraz czołówki filmowe. Uczestnik międzynarodowego projektu „Radar”, koordynowanego w ramach funduszy Komisji Europejskiej Kultura 2000 przez Międzynarodowy Uniwersytet Wenecki. Stale bierze udział w festiwalach, wystawach i konkursach plakatu w Warszawie, Krakowie, Brnie, Hangzhou, Meksyku... Jego prace można znaleźć w galeriach w Polsce oraz za granicą.

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 płytke 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



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 Plytycz
Sekretarz Redakcji: Anika Wawrzak
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.agh.edu.pl

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

Projekt i skład
Artur Brożonowicz, www.frontart.pl

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

Nakład 700 egz.



PISMO POLSKIEGO TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA

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

TOM 113
ROK 130

STYCZEŃ – LUTY – MARZEC 2012

ZESZYT 1–3
2577–2579

Program konferencji „Tydzień Mózgu 2012” w Krakowie
12–18 marca 2012 pod hasłem „Płeć mózgu”



12.03.2012 prof. dr hab. Anna Grabowska (Instytut Biologii Doświadczalnej im. M. Nenckiego PAN w Warszawie) – „Płeć mózgu”

13.03.2012 prof. dr hab. Piotr Wolski (Instytut Psychologii, Uniwersytet Jagielloński) – „Dwie dusze w jednym mózgu”

14.03.2012 dr hab. Małgorzata Kajta (Zakład Neuroendokrynologii Doświadczalnej, Instytut Farmakologii PAN w Krakowie) – „W jaki sposób występujące w środowisku substancje hormonalnie czynne wpływają na mózg?”

15.03.2012 prof. dr hab. Bogdan Wojciszke (Wyższa Szkoła Psychologii Społecznej) – „Psychiczne różnice płci – fakty i fikcje”

16.03.2012 prof. dr hab. Jerzy Vetulani (Instytut Farmakologii PAN w Krakowie) – „Neurobiologia behawioru seksualnego”

17.03.2012 prof. dr hab. Jacek Kuźnicki (Międzynarodowy Instytut Biologii Molekularnej i Komórkowej w Warszawie) – „Czy jon wapnia ma płeć?”

18.03.2012 prof. dr hab. n. med. Jolanta Rabe-Jabłońska, (I Katedra Psychiatrii oraz Klinika Zaburzeń Afektywnych i Psychotycznych, Uniwersytetu Medycznego w Łodzi) – „Dlaczego kobiety częściej niż mężczyźni chorują na zaburzenia odżywiania (jadłowstręt psychiczny i bulimę)”

Miejsce i czas wykładów: aula Auditorium Maximum UJ, ul. Krupnicza 33, godz. 17.00.

Sponsorzy: Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, European DANA Alliance for the Brain

Organizatorzy: Polskie Towarzystwo Przyrodników im. Kopernika, Zakład Biologii i Obrazowania Komórki Instytutu Zoologii Uniwersytetu Jagiellońskiego, Instytut Farmakologii Polskiej Akademii Nauk w Krakowie

Komitet Organizacyjny: prof. dr hab. Elżbieta Pyza (UJ), prof. dr hab. Irena Nalepa (Instytut Farmakologii PAN), mgr Grzegorz Wojtczak (UJ)

Drodzy Czytelnicy „Wszechświata” i Uczestnicy Konferencji „Tydzień mózgu 2012 w Krakowie”

Od 1999 roku Polskie Towarzystwo Przyrodników im. Kopernika, przy współudziale Uniwersytetu Jagiellońskiego, organizuje tydzień wiedzy na temat mózgu, jego funkcjonowania i patologii, zwany w skrócie „Tygodniem mózgu”. W tym roku konferencja ta odbywa się w dniach 12–18 marca. Termin ten nie jest przypadkowy, bo krakowski „Tydzień mózgu” jest jedną z imprez światowego tygodnia mózgu, koordynowanego przez organizację DANA Alliance for the Brain. Oprócz Krakowa „Tydzień mózgu” organizowany jest także w innych ośrodkach akademickich w Polsce, m.in. w Warszawie, Poznaniu, Lublinie oraz w wielu krajach na świecie. Krakowski „Tydzień mózgu” sponsorowany jest przez Komitet Neurobiologii Polskiej Akademii Nauk, Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, European Dana Alliance for the Brain, Uniwersytet Jagielloński oraz Polskie Towarzystwo Przyrodników im. Kopernika.

Tegoroczny „Tydzień mózgu” w Krakowie odbywa się pod hasłem „Płeć mózgu” i większość wykładów oraz artykuły opublikowane w bieżącym wydaniu „Wszechświata” poświęcone są temu zagadnieniu. Oprócz oczywistych różnic płciowych, kobiety i mężczyźni różnią się nie tylko cechami fizycznymi, ale także psychicznymi, zachowaniem, reakcją na określone bodźce oraz większą lub mniejszą skłonnością do zapadania na określone choroby układu nerwowego. Te różnice wynikają prawdopodobnie z różnej organizacji mózgu, chociaż ciągle brakuje wyraźnych korelacji pomiędzy cechami morfologicznymi a funkcją różnych grup komórek nerwowych (neuronów i komórek gładkich) w mózgu. Ogólnie mózg kobiety jest mniejszy, proporcjonalnie do wielkości ciała, zawiera więcej istoty białej, a mniej szarej, niż mózg mężczyzny. Większa objętość istoty białej zapewnia lepszą łączność pomiędzy półkulami mózgowymi, co skutkuje szybszą integracją informacji. Z kolei w mózgu mężczyzny mózgowie – odpowiedzialne za analizę sytuacji i zdarzeń, czy ciało migdałowe – struktura odpowiedzialna za lęk, są większe niż u kobiet. Nie stwierdzono jednak, aby różnice w budowie i funkcjonowaniu mózgu u kobiet i mężczyzn, różnicowały kobiety i mężczyzn pod względem stopnia inteligencji, która jest cechą indywidualną, będącą najprawdopodobniej wynikiem działania genów, czynników środowiskowych i ich wzajemnych interakcji.

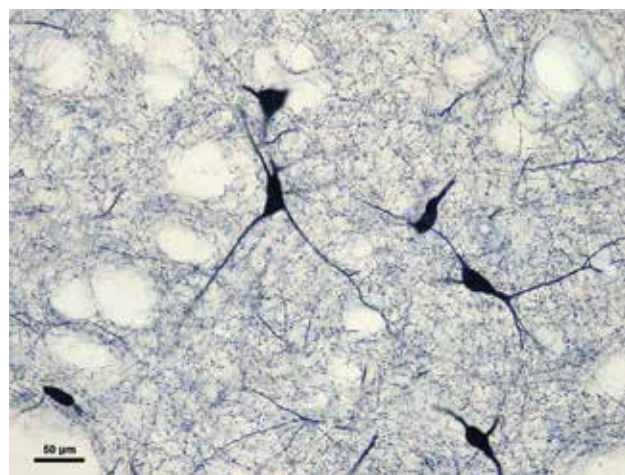
Powszechnie uważa się, że na początku rozwoju, mózg kobiety i mężczyzny rozwija się w ten sam sposób i jest typu żeńskiego, a właściwa płeć mózgu kształtuje się dopiero wtedy, gdy w rozwoju prenatalnym zaczynają działać steroidowe hormony

płciowe produkowane przez gonady. Działanie hormonów płciowych w sposób trwały organizuje mózg odpowiednio do płci, czego wynikiem jest potem zachowanie typowe dla płci, zwłaszcza zachowanie seksualne, mentalność, temperament i odmienne zainteresowania. Jednak istnieją również dane, że różnice płciowe w organizacji mózgu wyznaczone są także przez geny jeszcze przed rozwojem gonad. Ten odmienny sposób organizacji mózgu typowy dla płci, kształtujący się pod wpływem genów i hormonów płciowych ma również implikacje zdrowotne i stąd prawdopodobnie różna skłonność kobiet i mężczyzn do takich schorzeń jak autyzm, depresje, zaburzenia odżywiania oraz inne choroby układu nerwowego. Ponieważ w trakcie rozwoju mózgu w okresie ciąży, różne substancje o działaniu podobnym do hormonów płciowych mogą przenikać przez łożysko i działać na płód, rozwój mózgu i jego organizacja typowa dla danej płci mogą ulec zaburzeniu. Co więcej zmiany te są nieodwracalne, więc kobiety w ciąży powinny zwracać szczególną uwagę na substancje toksyczne, które znajdują się w żywności i środowisku.

Powyżej wzmiankowane tematy zostaną przedstawione podczas wykładów i dyskusji „Tygodnia mózgu 2012”, a z niektórymi z nich można się zapoznać na kolejnych stronach „Wszechświata”.

Prof. dr hab. Elżbieta Pyza

Prezes Zarządu Głównego Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika, głównego organizatora „Tygodnia mózgu” w Krakowie.



Ryc. 1. Interneurony wielobiegunkowe z długimi wypustkami dendrytycznymi, barwione błękitem nitrotetrazoliowym na aktywność enzymu NADPH-diaforazy. Pomiędzy komórkami widoczna delikatna sieć wypustek zakończeniowych. Jest to obraz mikroskopowy skrawka mózgu szczura z rejonu prążkowie (struktury mózgu regulujące czynności ruchowe). Barwienie Anna Czarnecka, fotografia Helena Domin.

DWIE DUSZE W JEDNYM MÓZGU?

Piotr Wolski (Kraków)



Najbardziej rzucającą się w oczy cechą budowy zewnętrznej ludzkiego mózgu jest jego symetria. Większość masy mózgowia stanowią przypominające jądro orzecha włoskiego dwie duże, symetryczne półkule mózgowe. Choć anatomicznie półkule są prawie jednakowe, od połowy XIX w. wiadomo, że wykazują różnicowanie czynnościowe. Dzięki pionierskim odkryciom Jean Baptiste Bouillauda, Ernesta Aubertina, Marka Daxa i Paula Broki ustalono istnienie bezpośredniego związku utraty zdolności mówienia (afazji) z uszkodzeniami tylnych okolic czołowych lewej półkuli, a tym samym szczególnego znaczenia tej półkuli dla języka. Dalsze badania zasugerowały istnienie powiązań asymetrii językowej z preferencją ręki, ugruntowując na długo przekonanie, że lewa półkula odpowiada za mowę tylko u osób praworęcznych, podczas gdy u leworęcznych dominuje prawa. Pogląd ten zweryfikowano dopiero w latach sześćdziesiątych ubiegłego stulecia, kiedy to przeprowadzone na szeroką skalę badania pacjentów przygotowywanych do operacji neurochirurgicznych pokazały, że również wśród leworęcznych najczęściej mowa kontrolowana jest przez lewą półkulę (choć faktycznie odsetek osób z nietypową lokalizacją mowy jest w tej grupie nieco wyższy).

Chirurgiczne oddzielenie półkul mózgowych

Dziewiętnastowiecznych uczonych intrygowała kwestia relacji między półkulami mózgowymi. Dominująca lewa odpowiadała za mowę, a z nią, uważano, większość władz duchowych charakteryzujących istotę cywilizowaną, podczas gdy prawa, podporządkowana, miała mieścić bardziej prymitywną część naszego jestestwa. Dwoistością półkul mózgowych tłumaczono m. in. spektakularne przypadki rozszczepienia osobowości. Powstawały barwne doniesienia na temat jednoczesnego przeżywania przez pacjentów przeciwstawnych uczuć, z których każde miało się malować na połowie twarzy, nawet z towarzyszeniem równoczesnych halucynacji – o przyjemnych, wywołujących błogostan, treściach w jednej półkuli i w tym samym czasie – innych, przerażających, w drugiej. Wierzano w osobliwe „prawo transferu“, mówiące, że przykładając magnes lub metal

o właściwościach magnetycznych do ciała, można «przeciągnąć» zjawiska psychiczne, np. histeryczne zaburzenia czucia, z jednej półkuli do drugiej, a w konsekwencji – z jednej połowy ciała do drugiej. Pionier nowoczesnej psychiatrii, Alfred Binet opisał eksperyment, w którym osoba badana, której skrycie zbliżono magnes do lewego łokcia i polecono zapisywać prawą ręką liczby na kartce, po dojściu do liczby 12 miała rzekomo odczuć nagle nieodpartą chęć przełożenia pióra do lewej ręki i kontynuować pisanie liczb, ale już w lustrzanym odbiciu. Ta osobliwa obserwacja wydawała się zgodna z koncepcją innego znamienitego psychiatry tamtego czasu, Jean Martin Charcota, który uważał, że u histerycznych pacjentek „fluidy nerwowe“ przemieszczają się, z pewnym opóźnieniem, z jednej półkuli do drugiej.

Gustaw Fechner (1860), jeden z ojców psychologii eksperymentalnej, spekulował, że skutkiem przecięcia włókien łączących półkule mózgowe – gdyby człowieka poddanego takiej operacji dało się utrzymać przy życiu – byłoby zdwojenie wszelkich wyższych czynności psychicznych, prowadzące do pojawienia się dwóch niezależnych, różniących się z czasem coraz bardziej, osobowości. Zakładał, że każda z półkul posiada takie same uczucia, predyspozycje, wiedzę i wspomnienia. Zdecydowanie nie zgadzał się z takim poglądem założyciel Brytyjskiego Towarzystwa Psychologicznego, William McDougall. Uczony nie wierzył, by fizyczne rozdzielenie półkul mogło mieć wpływ na psychikę, którą uważał za niepodzielną z zasady. Podobno prosił uhonorowanego nagrodą Nobla znakomitego fizjologa mózgu, Charlesa S. Sherringtona by ten, gdyby McDougalla dotknęła nieuleczalna choroba, przeciął spoidło łączące jego półkule mózgowe i w ten sposób udowodnił, że taki zabieg nie likwiduje jedności umysłu. Twierdził: „Jeśli racja jest po mojej stronie, powinienem zachować jedną świadomość, jeśli rację mają fizjologowie, będę miał dwie. W latach dwudziestych McDougall opuścił Oxford i wyjechał do Ameryki, na Uniwersytet Harvarda. W tym samym czasie, w szpitalu innego ośrodka akademickiego wschodniego wybrzeża, Uniwersytetu Johna Hopkinsa w Baltimore, neurochirurg Walter E. Dandy

przeprowadził trzy operacje usunięcia guzów w okolicach tylnej części trzeciej komory mózgu, wykonując przy tym pierwsze udokumentowane zabiegi odseparowania półkul mózgowych (tzw. komisurotomii). Opisał te operacje w 1936 r. stwierdzając m.in.: „Wzdłużne przecięcie spoidła wielkiego nie prowadzi do żadnych objawów. Ten prosty eksperyment obala wszystkie ekstrawaganckie hipotezy dotyczące jego funkcji”. Źródła nie wspominają, czy do McDougalla dotarły wieści o operacjach Dandy’ego. Umarł na raka dwa lata później, nie poddając się operacji rozdzielenia półkul.

Kolejne komisurotomie przeprowadził w 1939 roku ówczesny szef kliniki Uniwersytetu Rochester, William P. van Wagenen (1897–1961) oraz jego współpracownik R.Y. Herren. Van Wagenen i Herren stwierdzili w praktyce klinicznej, że rozwój guza lub wylew zaburzający czynność spoidła wielkiego prowadzą u epileptyków do ograniczenia lub wręcz zniesienia objawów padaczkowych. Postanowili więc przeprowadzić resekcję spoidła w kilku szczególnie ciężkich przypadkach epilepsji. W 7 z 10 przypadków efekt zabiegu uznali za medycznie satysfakcjonujący. Bogen pisze jednak, że w istocie operacje były mniej skuteczne niż oczekiwano, przypuszczalnie dlatego, że wskutek niedoskonałości techniki chirurgicznej nie udało się przeprowadzić pełnej resekcji. Psychologiczne konsekwencje operacji u pacjentów Van Wagenena i Herrena badał i opisał ich kolega, psycholog Andrew J. Akelaitis (1904–1955). Podobnie jak w przypadkach operowanych przez Dandy’ego, nie stwierdził ujemnego wpływu zabiegu na czynności psychiczne pacjentów.

Obserwacje te ugruntowały przekonanie, że – tak jak się spodziewał McDougall – resekcja spoidła wielkiego nie ma znaczących konsekwencji psychologicznych. Mimo to, przez dwadzieścia lat nikt nie próbował pójść śladem Dandy’ego i Van Wagenena. Powodem mogły być nieopisane w publikacjach, niekorzystne długoterminowe wyniki leczenia operacyjnego. Późniejszy szef macierzystej kliniki Van Wagenena wspomina, że ten żałował podjętej decyzji o leczeniu operacyjnym i z perspektywy czasu uważał ją za błędną. Kolejne zabiegi przeprowadzono dopiero w latach sześćdziesiątych. I tym razem wyniki obserwacji psychologicznych pasowały do oczekiwań McDougalla: pacjenci po okresie rekonwalescencji zachowywali się w codziennym życiu normalnie i ani oni sami, ani ich rodziny nie dostrzegały żadnych niekorzystnych zmian. Jednak dokładniejsze badania eksperymentalne, przeprowadzone z użyciem technik

umożliwiających indywidualny kontakt z odseparowanymi półkulami, tym razem ujawniły szereg intrygujących dysocjacji, pasujących do fechnerowskiej wizji zdwojenia umysłu. Badania zyskały szeroki rozgłos, a zainteresowanie ich wynikami wykroczyło poza świat medyczny i naukowy.

Pierwszy z serii głośnych zabiegów przeprowadzili Philip J. Vogel i Joseph D. Bogen u dotkniętego niedającą się opanować tradycyjnym metodami padaczką 48 letniego weterana II Wojny Światowej, Williama Jenkinsa (opisywanego w publikacjach naukowych jako przypadek W. J.). Jenkins był silnie zmotywowany do podjęcia ryzyka operacji. Powiedział Bogenowi, który był jego lekarzem prowadzącym, że nawet jeśli się ona nie powiedzie, to przynajmniej lekarze będą się czegoś na jego przypadku mogli nauczyć. Zabieg przeprowadzono w White Memorial Hospital, działającym pod auspicjami Loma Linda University – szkoły Adwentystów Dnia Siódmego. Bogen wspominał, że był to ośrodek lepiej znany z kształcenia misjonarzy niż osiągnięć naukowych, więc początkowa reakcja środowisk medycznych nie była przychylna. Ktoś z Bostonu miał nawet nazwać Bogena i Vogela „rzeźnikami z Zachodniego Wybrzeża”. Wbrew nieżyczliwym opiniom, zabieg okazał się skuteczny. Najgroźniejsze z napadów padaczkowych ustały całkowicie, częstość pozostałych znacznie się zmniejszyła. W doniesieniu opublikowanym parę miesięcy po zabiegu Bogen napisał: „nawet gdyby za jakiś czas ataki miały powrócić do częstości i natężenia notowanego przed zabiegiem, operacja już pomogła pacjentowi (który odzyskał 20 kg straconej wagi) i jego rodzinie, która może teraz przesypiać spokojnie całe noce, po raz pierwszy od dziesięciu lat”. Jenkins był chory na serce, cierpiał też na inne poważne dolegliwości, które prowadziły do chronicznych zapaleń płuc. Jedno z nich, jedenaście lat po operacji, okazało się śmiertelne. Nie ulega jednak wątpliwości, że operacja zasadniczo poprawiła jakość, a pewnie i długość życia ciężko doświadczanego przez los weterana.

Niedługo potem poddano zabiegowi kolejnych pacjentów. W White Memorial Hospital i w innych ośrodkach przeprowadzono kilkanaście zabiegów odseparowania półkul u dorosłych. Choć początkowo środowisko medyczne podchodziło nieufnie do nowej metody, pod koniec ubiegłego wieku liczba opisanych zabiegów resekcji spoidła wielkiego mózgu (kalozotomii) przekroczyła 300 i rośnie nadal. Od lat 90. XX w. zabiegi przeprowadza się także w Polsce. Kalozotomia zyskuje coraz szerszą

akceptację jako metoda ograniczania ataków w przypadkach lekoopornej padaczki, gdy leczenie zachowawcze nie przynosi efektu, a choroba jest tak ciężka, że uzasadnia podjęcie ryzyka operacji. Zabieg stosuje się najczęściej u dzieci, ponieważ u nich niekorzystne konsekwencje są najmniejsze.

Zespół rozszczepienia

Naukowym konsultantem projektu Josepha Bogeny był twórca i kierownik Katedry Psychobiologii Kalifornijskiego Instytutu Techniki (Caltech), Roger Sperry. Razem ze swoim doktorantem Michaeliem Gazzanigą zaprojektował on metodę badawczą pozwalającą na ograniczenie informacji wzrokowej do tylko jednej półkuli. Na środku ekranu zaznacza się tzw. punkt fiksacji i prosi pacjenta by nie odwracał od niego wzroku. Jednocześnie, po prawej albo po lewej stronie ekranu wyświetla się obrazy lub słowa. Pod ekranem znajduje się tunel w który pacjent wkłada ręce, co pozwala mu na manipulowanie umieszczonymi za ekranem przedmiotami bez kontroli wzroku. Specyficzna organizacja połączeń nerwowych sprawia, że informacje dotykowe z lewej ręki trafiają do prawej półkuli, a wrażenia z prawej ręki – do lewej półkuli. Podobnie bodźce wzrokowe wyświetlane w lewej połowie pola widzenia trafiają do potylicznych, wzrokowych okolic prawej półkuli, a bodźce z prawej połowy trafiają do okolic wzrokowych półkuli lewej. W normalnym mózgu, informacja trafia następnie za pośrednictwem spoidła wielkiego do przeciwległej półkuli, jednak u pacjentów z rozszczepionym mózgiem nie jest to możliwe. Pacjent nie potrafi przeczytać słów wyświetlanych na prawo od punktu fiksacji, bo jego ośrodek mowy nie ma do tych informacji dostępu. Często nie tylko nie wie, co wyświetlano w lewej połowie pola widzenia, ale nawet nie zdaje sobie sprawy, że w ogóle wyświetlano cokolwiek. Okazuje się jednak, że jeśli w takiej sytuacji poprosi się pacjenta żeby wyszukał lewą ręką przedmiot, którego nazwa była wyświetlona na ekranie, potrafi to zrobić z łatwością. Jest to możliwe, bo informacja z ekranu ominęła lewą półkulę, ale dotarła do prawej, która kontroluje lewą rękę.

Gazzaniga postanowił sprawdzić, jak sami pacjenci interpretują sytuację, w której widzą działania inicjowane przez prawą półkulę, ale ich lewopółkulowy system językowy nie ma dostępu do przyczyn tych działań. Zaprojektował eksperyment, w którym pacjentowi wyświetlano jednocześnie różne obrazy do obu półkul, prosząc żeby wybrał lewą ręką spośród leżących na stole rysunków ten, który najlepiej

pasuje do obrazu wyświetlonego na ekranie. W jednym z testów pacjentowi pokazano po lewej (prawa, nie-ma półkula) zaśniewone podwórko, a po prawej (lewa, mówiąca półkula) kurzą łapę. Pacjent wybrał rysunek łopaty do odśnieżania. Poproszony o wyjaśnienie odparł, że łopata pasuje do kurzej łapy, ponieważ jest potrzebna do posprzątania kurnika. Oczywiście, rzeczywisty powód był inny, ale znała go tylko prawa półkula. Lewa skonstruowała prawdopodobnie wyglądające wyjaśnienie, uzasadniające wybór łopaty spostrzeżeniem obrazu kurzej łapy. U innego pacjenta przeprowadzono odmienną próbę: jego lewej półkuli wyświetlono na ekranie słowo «Muzyka», pokazując jednocześnie prawej słowo «Dzwon». W odpowiedzi pacjent wybrał lewą ręką obrazek dzwonu i wyjaśnił „Ostatnia muzyka jaką słyszałem, to był dźwięk głośno bijącego dzwonu na zewnątrz”. Znow lewopółkulowy system, który Gazzaniga nazywa „interpretatorem” stworzył spójne i prawdopodobne, ale nieprawdziwe wyjaśnienie obserwowanego zachowania.

Interpretacje

Trzeba przyznać, że obserwacje pacjentów po kalozotomii prowadzą do niełatwych pytań o funkcjonowanie odseparowanych półkul: czy prawa “wie”, że wyjaśnienie podane przez lewą jest fałszywe, tylko bez dostępu do aparatu mowy nie może tej swojej refleksji dać wyrazu? Czy ma swoją własną, odrębną świadomość, własne pobudki działania, oczekiwania, chęci? Roger Sperry podsumowując efekty wczesnych badań przychylił się do takiej właśnie opinii. W bardzo często cytowanym fragmencie stwierdził: „Wszystko co dotąd widzieliśmy wskazuje, że w następstwie zabiegu chirurgicznego ludzie ci posiadają dwa oddzielne umysły, dwie oddzielone sfery świadomości. Doświadczenia prawej półkuli zdają się pozostawać całkowicie poza zasięgiem świadomości lewej. Wykazano istnienie takiego psychicznego rozdzielenia w odniesieniu do spostrzegania, poznania, woli, uczenia się i pamięci”. To bardzo mocne słowa, przywołujące na myśl starą wizję Fechnera – dwu oddzielnych umysłów mieszczących się w jednej głowie. Obraz przemawia do wyobraźni jeszcze mocniej, jeśli się do niego doda obserwacje występowania u pacjentów tzw. zespołu obcej ręki – trudności w kontrolowaniu czynności lewej ręki. Jako przykład podaje się tu sytuację, w której pacjent jedną ręką zapina koszulę, podczas gdy druga w tym samym czasie próbuje tę koszulę rozpiąć, albo taką w której pacjent jedną ręką próbuje otworzyć szufladę, a jednocześnie drugą ją zamyka. Jakby spierały się ze sobą dwie istoty zamknięte w jednej głowie. Trudno

się dziwić, że wyniki badań Sperry'ego, Gazzanigi i współpracowników wywołały wielkie zainteresowanie także poza światem medycznym i naukowym.

Joseph Bogen opublikował w fachowym biuletynie towarzystwa neurologicznego Los Angeles swoje refleksje na temat znaczenia pozajęzykowego porządku myśli, który nazwał „umysłem apozycyjnym” i jego relacji do myślenia racjonalnego, analitycznego. Te dwa porządki myśli lokował w dwu półkulach mózgowych. Spekulował także nad istotą kreatywności, której upatrywał w efektywnej integracji komplementarnych reprezentacji umysłowych, możliwej dzięki funkcjom spoidła wielkiego. Sperry uważał, że nauka i system kształcenia lekceważą pozasłowny wymiar intelektu. Pisał, że nowoczesna kultura w istocie dyskryminuje prawą półkulę. W 1981 roku Roger Sperry dostał za swoje badania nagrodę Nobla. I choć główny nurt naukowy raczej odżegnywał się już od uproszczonych interpretacji, a i sam Sperry był w swoich uogólnieniach ostrożniejszy niż kiedyś, nagroda dodatkowo usankcjonowała obecność w kulturze uproszczonej, wyidealizowanej wizji podwójnego umysłu. Owo popularne ujęcie sprowadza rozmaite antynomie psychologiczne do opozycji dwu autonomicznych, różniących się sposobem działania półkul mózgowych. Relację półkul przedstawia się jako dominację wyrachowanej, analitycznej lewej nad słabszą, ale mądrzejszą prawą, która mimo iż nie umie mówić, potrafi mimo to (a może właśnie dlatego) docierać do głębszego wymiaru rzeczywistości. Zabiorczą i ekspansywną, a przy tym powierzchowną lewą półkulę przeciwstawia się dojrzałej, syntonicznej prawej. Ta pierwsza ma utożsamiać wartości charakteryzujące cywilizację zachodnią, druga wschodnią; lewa – krótkowzroczną nowoczesność, prawa – mądrość żyjącego w harmonii z naturą człowieka pierwotnego. Na poziomie metafory, postulowana opozycja półkul obrazuje zderzenie tradycyjnych wartości i porządku społecznego z ideami kontrkulturowego ruchu hippisów lat sześćdziesiątych i siedemdziesiątych. Nie ma jednak wartości naukowej. Jej raczej manifestem społecznym: podobnie jak ikona pacyfizmu – goździk zatknięty w lufę karabinu – przeciwstawienie „prawopółkulowej” wrażliwości, intuicji i humanizmu „lewopółkulowemu” racjonalizmowi i dominacji zdaje się po prostu wyrażać pokojowy bunt pokolenia hippisów przeciw zastanemu porządkowi społecznemu.

Hippisowska utopia społeczna sama w sobie może budzić pewną sympatię (zwłaszcza dzisiejszych pięćdziesięcio- i sześćdziesięciolatków...), jednak trudno

nie dostrzec naukowej ułomności spekulacji na temat półkul mózgowych.

Michael Gazzaniga opublikował w 1970 roku książkę pt. „Przedzielony mózg”. Osiem lat później napisał ze swoim ówczesnym doktorantem, Josephem Le Doux, drugą o znaczącym tytule: „Zintegrowany umysł”. Autorzy piszą w niej: „[Rzetelnemu poznaniu] stanęły na przeszkodzie popularne, udratyzowane doniesienia na temat odmienności lewego i prawego umysłu. Te interpretacje badań nad rozszczepionym mózgiem zapoczątkowały coś na kształt kultu, który znalazł licznych wyznawców. W większości, publikujący je ludzie nigdy nie widzieli pacjenta, odwoływali się tylko do wyników ogłaszanych przez osoby bezpośrednio zaangażowane w badania. Uważamy te «popowe» wersje [charakterystyk] czynności półkul za błędne; jednym z ważniejszych celów naszej książki jest przywrócenie trzeźwej, naukowej perspektywy, właściwej przy badaniu następstw komisurotomii” (Gazzaniga & LeDoux, 1978, s. 6). Autorzy przypominają też, że umysł jest efektem zintegrowanego działania całego mózgu; że nawet u pacjentów z rozszczepionym mózgiem normą jest harmonijna współpraca obu połówek mózgu.

W dyskusjach fachowych poddaje się w wątpliwość trafność wniosku o psychiczną duplikację i zasadność traktowania prawej półkuli jako osobnego podmiotu. Z faktu, że coś wygląda jakby za tym stała intencja, nie wynika przecież z tego, że ta intencja faktycznie jest obecna. U części pacjentów prawa półkula ma ograniczoną zdolność generowania mowy. U jednego z nich – J. W., zdolność ta nie była początkowo obecna, ale rozwinęła się z czasem. Widzowie filmu popularno-naukowego telewizji PBS mogą posłuchać J. W. w rozmowie z autorem programu. Pytany czy czuje się jakoś inaczej od czasu operacji, J. W. żartuje: „Nie. Mam po prostu zapasowy mózg. To wszystko”. Pacjent pracuje zawodowo i funkcjonuje normalnie w codziennym życiu. Gdyby jego odseparowana prawa półkula miała osobną tożsamość, to dawałaby temu wyraz, a J. W. nie sprawiałby wrażenia normalnej osoby, ani by się zapewne normalnie nie czuł. Obserwowane w warunkach laboratoryjnych dysocjacje prawdopodobnie mają charakter prostych automatyzmów, na pewno bardziej złożonych niż np. odruch kolanowy, ale niekoniecznie w większym stopniu zasługujących na przypisywanie im intencji i podmiotowości.

Popkulturowy entuzjazm utrudnił rzetelne naukowe badanie intrygującego fenomenu. Podsumowując stan dyscypliny u progu kolejnego tysiąclecia,

Michael Corballis napisał: „Bodaj najważniejszym zagadnieniem, przed jakim staje [...] problematyka badań asymetrii mózgu jest pytanie, czy jej samej uda się przetrwać“ i dalej: „[...] spekulatywność wyjaśnień dwoistości mózgu i częste nadużycia rodzą obawę, że problematykę może czekać kolejne załamanie z powodu jej zbyt niskiej wiarygodności [...]“. Faktycznie, badania asymetrii półkulowej przyniosły sporo rozczarowań. Kiedyś wydawało się oczywiste, że musi istnieć ogólna zasada określająca naturę międzypółkulowych różnic czynnościowych. Proponowano np. dychotomie: słowna-pozasłowna; sekwencyjna-równoległa; analityczna-holistyczna. Od każdej z nich obserwuje się jednak tak liczne wyjątki, że dzisiaj badacze raczej wątpią w to, że jakaś jedna ogólna zasada w ogóle istnieje. Powstanie metod obrazowania mózgu, choć zwiększyło katalog różnic międzypółkulowych, pokazało też jednak, że nawet w czynnościach tradycyjnie uważanych za domenę tylko jednej półkuli zwykle obserwuje się obustronną aktywację symetrycznych struktur po obu stronach mózgu. Z badań nie wyłania się żaden klarowny obraz – trudno jest nawet odpowiedzieć na podstawowe pytanie, czy asymetryczna organizacja mózgowa daje w ogóle jakieś korzyści czy nie. Tymczasem na obrzeżach nauki, zwłaszcza w obszarze psychologii stosowanej, nieźle prosperują osoby proponujące zakup muzyki do “profesjonalnej synchronizacji półkul mózgowych”, albo niemniej “profesjonalne” synchronizowanie tych półkul za pomocą specjalistycznych urządzeń, co ma radykalnie przyspieszyć proces uczenia się. Podobno synchronizacja międzypółkulowa wzrasta w czasie... lewitacji. Jeśli potrafi człowiek unieść, to jakież musi mieć piorunujące efekty dla czegoś tak przyziemnego jak nauka języków obcych! Biznesmenom proponuje się szkolenia podnoszące ich efektywność dzięki uwolnieniu ukrytych rezerw prawej półkuli, a rodzicom przedszkola, które gwarantują równomierny rozwój obu półkul mózgowych ich pociech. Kto wie, może to są przydatne szkolenia i dobre przedszkola, ale raczej dlatego, że równomierny rozwój jest wartością samą w sobie, a nie ze względu na domniemane symetryzowanie tkanki mózgowej.

Choć skojarzenie z pseudonaukowymi fantasmagoriąmi z pewnością nie sprzyja rozwojowi badań asymetrii mózgu, ostatnie lata przynoszą coraz więcej twardych naukowych wyników pozwalających żywić nadzieję na renesans tej dziedziny. Nowe metody pozwalają śledzić makroskopową anatomię struktur i dróg nerwowych w żywym mózgu. Możliwe staje się więc korelowanie poziomu wykonania zadań behawioralnych z obserwowanymi *in vivo* cechami budowy anatomicznej odpowiedzialnych za ich realizację struktur mózgowych. Pojawiają się np. badania dostarczające wiedzy na temat związku między sprawnością współpracy półkul a przebiegiem i cechami morfologicznymi połączeń międzypółkulowych. Coraz więcej wiadomo na temat patologii tych połączeń w schizofrenii, autyzmie czy stwardnieniu rozsianym. Obserwuje się intrygujące ich zmiany u zawodowych muzyków.

Badacze nie ograniczają się już tylko do spekulacji teoretycznych, ale podejmują też próby empirycznej odpowiedzi na pytanie o adaptacyjny sens asymetrii mózgu; śledzą nieznane jeszcze niedawno analogie między asymetrami czynnościowymi i anatomicznymi u zwierząt, np. u ptaków i u ludzi. Rozwój badań genetycznych daje coraz większą nadzieję na weryfikację modeli dziedziczenia preferencji stronnych, zwłaszcza ręczności. Poznanie tych mechanizmów z pewnością rzuci też światło na istotę szerzej rozumianej lateralizacji – zwłaszcza asymetrycznej organizacji mowy. Daje się zauważyć postęp w badaniach mózgowych korelatów tych procesów psychicznych, których obiektywne badanie jeszcze niedawno wydawało się niemal niemożliwe: świadomości, tożsamości, podmiotowości. Może więc uda się odpowiedzieć także na najtrudniejsze pytanie dotyczące pacjentów z rozszczepionym mózgiem: czy chirurgiczna separacja półkul powoduje odszczepienie i obdarzenie autonomią małej, odciętej od świata części świadomości, czy też takie pytanie to tylko wynik fałszywego ułożenia empatii?



W JAKI SPOSÓB WYSTĘPUJĄCE W ŚRODOWISKU SUBSTANCJE HORMONALNIE CZYNNE WPŁYWAJĄ NA MÓZG?

Małgorzata Kajta (Kraków)

Trwałe zanieczyszczenia organiczne i ich znaczenie jako substancji hormonalnie czynnych

Obserwowany ostatnio znaczny wzrost liczby przypadków autyzmu, zespołu nadpobudliwości psychoruchowej z deficytem uwagi (ADHD ang. *attention deficit and hyperactivity disorder*) czy trudności w uczeniu się i agresji zwrócił uwagę badaczy i klinicystów na występujące w środowisku substancje hormonalnie czynne i ich możliwy wpływ na funkcjonowanie układu nerwowego. Według Światowej Organizacji Zdrowia te egzogenne substancje hormonalnie czynne zaburzają funkcjonowanie gruczołów wydzielania wewnętrznego, zwłaszcza gonad i tarczycy i w ten sposób wpływają niekorzystnie na organizm, jego potomstwo, a nawet całą populację. Do tych substancji zalicza się trwałe zanieczyszczenia organiczne (POPs; ang. *persistent organic pollutants*), których powstawanie wiąże się najczęściej ze spalaniem i utylizacją odpadów, obróbką tworzyw sztucznych, względnie produkcją przemysłową. Wymienia się wśród nich m.in. dioksyny, polichlorowane bifenyle, pestycydy, fungicydy czy też składniki plastiku w postaci bisfenolu A czy ftalanów. Dowiedziono, że oprócz zaburzania funkcji endokrynnych i działania jak „*endocrine disrupting chemicals*”, wiele z tych substancji upośledza neuroprzekazywanie i tworzenie sieci neuronalnych, a więc działa jak „*neural disrupting chemicals*”. Biorąc pod uwagę, że okres półtrwania tych substancji może sięgać nawet kilkudziesięciu lat, konieczność radzenia sobie z zagrożeniem będzie stawiać przed badaczami wciąż nowe wyzwania.

Zagrożenia związane z występowaniem w środowisku trwałych zanieczyszczeń organicznych

Wiedza na temat wpływu trwałych zanieczyszczeń organicznych na układ nerwowy jest fragmentaryczna i dotyczy głównie efektów toksycznych pojawiających się w wyniku narażenia na stosunkowo wysokie dawki tych związków. O ich toksycznym działaniu przekonano się diagnozując tzw. chorobę Yusho w Japonii (1968) i chorobę Yu-Cheng na Tajwanie (1979), czy też analizując przypadki zatrucia związanych z zanieczyszczeniem przez dioksyny jeziora Michigan.

Problemy kliniczne wynikające z zatrucia przez trwałe zanieczyszczenia organiczne wiązano wówczas z zaburzeniami funkcji tarczycy i gonad, osłabieniem odporności, a także upośledzeniem psychomotoryki i zwiększoną zapadalnością na hormono-zależne choroby nowotworowe. Analiza przebiegu ciąży u kobiet, które uległy zatruciu dioksynami w wyniku katastrofy w Seveso, Włochy, (1976) wykazała wzrost liczby samoistnych poronień w pierwszych 4 miesiącach ciąży oraz podwojenie się ryzyka wystąpienia wad wrodzonych u niemowląt, jak np. rozszczep kręgosłupa, wielopalczałość czy spodziectwo. Badania korelacyjne przeprowadzone na około 2 tysiącach dzieci i wnuków byłych żołnierzy – ofiar zatrucia środkiem *Orange Agent* (zawierał TCDD; tetrachlorodibenzeno-*p*-dioksyna) w Wietnamie wykazały także wzrost liczby narodzin dzieci bez prawidłowo wykształconego mózgu. Ponadto te badania dowiodły, że prenatalna ekspozycja na dioksyny spowodowała u dzieci opóźnienia neurorozwojowe, które manifestowały się m.in. upośledzeniem funkcji poznawczych i niskim ilorazem inteligencji. Najnowsze dane sugerują również znaczenie trwałych zanieczyszczeń organicznych w etiologii chorób cywilizacyjnych, takich jak np. otyłość czy cukrzyca typu II.

Kamienie milowe w badaniach nad obecnymi w środowisku substancjami hormonalnie czynnymi

W przeciwieństwie do efektów toksycznych, niewiele wiadomo na temat wpływu na układ nerwowy bardzo niskich dawek trwałych zanieczyszczeń organicznych. Działanie niskich dawek tych substancji, polega bowiem głównie na zaburzaniu równowagi hormonalnej organizmu, co jest trudniejsze do oceny, zwłaszcza gdy w grę wchodzi rozwijający się mózg. Kamieniami milowymi w badaniach nad szkodliwym wpływem obecnych w środowisku substancji zaburzających funkcje endokrynne (EDCs; ang. *endocrine disrupting chemicals*) były prace Rachel Carson, *A silent Spring* (1962), oraz Theo Colborn'a i wsp., *Our Stolen Future* (1993). Rachel Carson zwróciła zwłaszcza uwagę na znaczenie pestycydu DDT (1,1,1-trichloro-2,2-bis-*p*-chlorofenyloetan) w upośledzaniu układu rozrodczego, czego spektakularnym

przykładem było wymieranie ptaków śpiewających i tzw. „niema/milcząca wiosna”. Natomiast Theo Colborn oraz Dianne Dumanoski i John Peterson Myers sformułowali teorię, tzw. *Endocrine Disruption Theory*, w myśl której, obecne w środowisku substancje hormonalnie czynne wpływają niekorzystnie nie tylko na gonady i rozród, lecz także na inne funkcje organizmu i mózg.

Mechanizmy działania substancji zaburzających funkcje endokrynne

Działanie obecnych w środowisku substancji hormonalnie czynnych angażuje najczęściej receptory hormonów płciowych i hormonów tarczycy, względnie receptory węglowodorów aromatycznych (AhR; ang. *aryl hydrocarbon receptor*). Coraz częściej wymienia się w tym kontekście również receptor aktywowany proliferatorami peroksysomów typu gamma (PPAR γ ; ang. *peroxisome proliferator-activated receptor gamma*), receptor pregnanu X (PXR; ang. *pregnane X receptor*), konstytutywny receptor androstanu (CAR; ang. *constitutive androstane receptor*) czy receptory kwasu retinowego (RAR; ang. *retinoic acid receptor*; RXR; *retinoic X receptor*). Receptory hormonów steroidowych są czynnikami transkrypcyjnymi zależnymi od liganda, podobnie jak są nimi receptory tyroksyny, węglowodorów aromatycznych czy kwasu retinowego. Receptory te występują w cytoplazmie, a z chwilą związania się z ligandem tworzą dimery i przedostają się do jądra komórkowego, gdzie łączą się najczęściej z fragmentem genu docelowego, np. ERE (ang. *estrogen response element*) dla estrogenów czy TRE (ang. *thyroid response element*) dla hormonów tarczycy.

Spośród mechanizmów działania substancji zaburzających funkcje endokrynne najlepiej poznano te, które polegają na naśladowaniu lub też upośledzeniu działania estrogenów. Dowiedziono bowiem, że tzw. *non dioxin-like* PCB (np. PCB 153) i bisfenol A działają zwykle estrogenie, gdy tymczasem tzw. *dioxin-like* PCB (np. PCB 123) i dioksyna TCDD wywołują szereg efektów anty-estrogennych. W tych anty-estrogennych efektach uczestniczą receptory węglowodorów aromatycznych. Nasze badania (2007, 2009) wskazały po raz pierwszy na obecność receptorów węglowodorów aromatycznych (AhR) w tych samych komórkach nerwowych co receptory estrogenowe typu β (ER β), dając tym samym funkcjonalną podstawę do wzajemnych interakcji tych receptorów w układzie nerwowym. Oprócz efektów wywołanych przy udziale receptorów, egzogenne substancje hormonalnie czynne wywołują także skutki

nienegatywne polegające m.in. na szybkim wzroście stężenia jonów Ca^{2+} w neuronach, spadku potencjału mitochondrialnego czy aktywacji kinazy białkowej C (PKC) typu alfa. Wśród tych efektów wymienia się także nasilenie produkcji reaktywnych cząstek tlenu, głównie anionów nadtlennokowych, co prowadzi do stresu oksydacyjnego, a dalej do peroksydacji lipidów, fragmentacji DNA i uszkodzenia błony komórkowej neuronów i gleju.

Znaczenie endogennych hormonów w neurorozwoju, różnicowaniu płci mózgu i chorobach ośrodkowego układu nerwowego

W opinii wielu badaczy rola, jaką endogenne hormony pełnią w neurorozwoju jest niedoceniona. Warto zatem podkreślić, że zmiany jakim ulega rozwijający się mózg pod wpływem endogennych hormonów ujawniają się w dojrzałym mózgu. Przykładem jest chociażby upośledzenie funkcji poznawczych w następstwie niedoboru hormonów tarczycy w okresie płodowym, czy też nieprawidłowy rozwój mózgu obserwowany u myszy pozbawionych receptora estrogenowego typu β (ER β). Uważa się, że hormony tarczycy są istotne dla migracji i różnicowania neuronów, mielinizacji i synaptogenezy. Trójiodotyronina wpływa bowiem na ekspresję genów kodujących czynniki wzrostu i czynniki transkrypcyjne hamując w ten sposób cykl komórkowy i proliferację, a indukując różnicowanie. Z kolei tyroksyna stymuluje polimeryzację aktyny w dojrzewających neuronach, a także syntezę i transport lamininy na powierzchnię astrocytów, co ma istotne znaczenie w migracji neuronów. Natomiast estrogeny sprzyjają proliferacji astrogleju i macierzystych komórek nerwowych oraz przeżywaniu neuronów. Estrogeny dostają się do mózgu z narządów peryferyjnych lub też są w mózgu syntetyzowane, co zachodzi przy udziale aromatazy – enzymu, który katalizuje końcowy etap syntezy estrogenów i występuje w astrocytach i neuronach. Estrogeny wpływają również na plastyczność synaptyczną, przypuszczalnie poprzez stymulację gęstości tzw. kolców dendrytycznych oraz oddziaływanie na umiejscowione w synapsach receptory estrogenowe typu α (ER α). Najnowsze badania wskazują na wzajemne oddziaływanie szlaków angażujących receptory hormonów płciowych i hormonów tarczycy podczas neurorozwoju.

W porównaniu z mózgiem kobiety, mózg dorosłego mężczyzny jest bardziej zlateralizowany, nieco większy (2–3 % z uwzględnieniem wzrostu mężczyzny), i zawiera nawet 6 krotnie więcej istoty szarej, zaś istoty białej prawie 10 krotnie mniej. Kora prawej

półkuli mózgu jest grubsza u mężczyzn, a kora półkuli lewej – u kobiet. Różnice między mózgiem kobiety i mężczyzny dotyczą zwłaszcza podwzgórza, które jest strukturą zaangażowaną w regulację poziomu hormonów i zachowań seksualnych. U człowieka różnicowanie płci mózgu odbywa się po 6–7 tygodniu ciąży, zaś u gryzoni – po 17 dniu ciąży, a więc wówczas, gdy u płodów wykształciły się już gonady. Obecnie uważa się, że w początkowym okresie rozwoju nietknięty przez hormony płciowe mózg jest żeński. Jego różnicowanie w męski odbywa się pod wpływem wytwarzanych przez męskie gonady androgenów, które są u gryzoni przekształcane w estradiol. Natomiast u samic występuje α -fetoproteina, która wiąże wytwarzany przez żeńskie gonady estradiol i uniemożliwia jego oddziaływanie na kształtujący się mózg.

Hormony płciowe mogą mieć również wpływ na przebieg i częstość występowania chorób układu nerwowego. Estrogeny wykazują działanie ochronne w odniesieniu do chorób neurodegeneracyjnych, takich jak choroba Alzheimera, choroba Parkinsona czy choroba Huntingtona, a także uszkodzeń mózgu wywołanych niedokrwieniem. Spośród tych schorzeń tylko choroba Alzheimera występuje częściej u kobiet i ma u nich bardziej nasilone objawy niż u mężczyzn. Natomiast choroba Parkinsona, choroba Huntingtona i różnego rodzaju uszkodzenia mózgu o podłożu niedokrwinnym występują częściej u mężczyzn i w młodszym wieku niż u kobiet. Co więcej, wykazano, że podczas gdy estrogeny chronią mózg przed niedokrwieniem, androgeny potęgują niekorzystne skutki tego zjawiska. Hormony płciowe mogą również wpływać na ryzyko wystąpienia chorób psychicznych. Okazuje się bowiem, że mężczyźni cierpią na autyzm 4-krotnie częściej niż kobiety, a schizofrenia ujawnia się u nich 3–4 lata wcześniej niż u kobiet. Inaczej jest w przypadku zaburzeń lękowych i depresji, które co najmniej w pewnych przedziałach wiekowych częściej dotyczą kobiet niż mężczyzn. Przykładem szczególnie dużej dysproporcji w zapaści na choroby układu nerwowego jest stwardnienie rozsiane, na które 2–4-krotnie częściej chorują kobiety niż mężczyźni.

Wpływ występujących w środowisku substancji hormonalnie czynnych na procesy rozwojowe i plastyczne ośrodkowego układu nerwowego

Dane eksperymentalne

Występujące w środowisku substancje hormonalnie czynne mogą przekraczać barierę łożysko-mózg, jednak wiedza na temat wpływu tych substancji na układ

nerwowy, zwłaszcza na wczesnych etapach rozwoju, jest niewielka. W opinii wielu badaczy wynika to w znacznej mierze z niedocenia roli endogennych hormonów w neurorozwoju. Interakcje egzogennych substancji hormonalnie czynnych z działaniem endogennych hormonów we wczesnym okresie rozwoju mogą mieć daleko idące implikacje ujawniające się w dojrzałym układzie nerwowym.

Nieliczne dane sugerują, że prenatalna ekspozycja gryzoni na bisfenol A (BPA) zmienia poziom metylacji niektórych genów, co zaburza rozwój mózgu i może prowadzić m.in. do zaniku różnic między mózgiem męskim i żeńskim. Dla przykładu, miejsce sinawe (łac. *locus coeruleus*) jest mniejsze u samców niż u samic, ale pod wpływem BPA ta struktura zwiększa się u samców, zaś maleje u samic. W okresie prenatalnym BPA przyspiesza różnicowanie i migrację neuronów, hamuje indukowaną estradiolem spinogenezę, uszkadza komunikację między wzgórzem a korą mózgową, a także zmniejsza ekspresję podjednostek receptora NMDA i receptora estrogenowego β (ER β) w hipokampie. Konsekwencją prenatalnej lub wczesno postnatalnej ekspozycji na BPA jest też nasilenie aktywności ruchowej i zachowań lękowych oraz upośledzenie procesów poznawczych.

Zaburzenia rozwojowe i plastyczne mózgu mogą również wynikać z narażenia na polichlorowane bifenyle, dioksyne czy pestycydy, co może się wiązać z obniżeniem poziomu endogennych hormonów np. hormonów tarczycy, upośledzeniem funkcji neuronów GnRH (hormon uwalniający gonadotropinę), a także szlaków dopaminergicznych i serotonergicznych. Wykazano bowiem, że prenatalna ekspozycja na polichlorowany bifenyl PCB153 wywołuje u postnatalnych szczurów zmiany w poziomie dopaminy i serotoniny w hipokampie i podwzgórz. Z kolei prenatalna lub wczesno-postnatalna ekspozycja na dioksynę TCDD prowadzi u gryzoni do odwrócenia dominacji półkul mózgowych, demaskulinizacji zachowań samczych oraz upośledzenia procesów poznawczych. Szereg badań wykazało, że pestycydy jak np. fosforany organiczne czy DDT są szkodliwe dla neuroprzeżywalności dopaminergicznego, co manifestuje się u zwierząt m.in. zaburzeniami aktywności ruchowej. Uważa się, że niskie dawki pestycydów mogą tę aktywność zwiększać, zaś wysokie – hamować, a nawet prowadzić do neurodegeneracji w rodzaju choroby Parkinsona czy choroby Alzheimera. Z naszych najnowszych badań wynika, że podanie ciężarnym myszom pestycydu DDT prowadzi u potomstwa do zależnych od płci zaburzeń o charakterze depresyjnym.

Dane epidemiologiczne

Dane epidemiologiczne na temat wpływu egzogen-nych substancji hormonalnie czynnych na neuroroz- wój są często sprzeczne i budzą szereg kontrowersji. Większość z tych substancji przekracza barierę krew- móżg i akumuluje się w mózgu. Dla przykładu, stę- żenie DDT i PCB w mózgu człowieka może sięgać rzędu mg/kg tłuszczu. Podstawowa trudność pole- ga jednak na uwzględnieniu czynników, takich jak np. różne sposoby narażenia (np. z krwią matki, w czasie laktacji), różne okresy rozwoju człowieka, a także różne dawki i czas ekspozycji. Dodatkowo, rzecz całą komplikuje jeszcze bogactwo strukturalne i różnorodność mechanizmów działania wymienio- nych substancji. Obecnie istnieje pogląd, że egzogen- ne substancje hormonalnie czynne oddziałują głównie na centralne neurony monoaminergiczne, zwłaszcza zaś hamują rozwój neuronów dopaminergicznych, co może mieć znaczenie w etiologii chorób rozwo- jowych i wiązać się z upośledzeniem plastyczności mózgu, funkcji poznawczych i pamięci.

Od niedawna za czynnik ryzyka wystąpienia autyzmu uważa się prenatalne narażenie na ftala- ny, które są składnikami plastiku i występują m.in. w materiałach podłogowych. Co więcej wykaza- no, że ftalany obniżają poziom testosteronu u doro- słych mężczyzn, co może zaburzać u nich pamięć i orientację przestrzenną, a także zwiększać ryzyko demencji. Stwierdzono również silną korelację mię- dzy poziomem ftalanów i pojawieniem się symp- tomów zespołu nadpobudliwości psychoruchowej z deficytem uwagi (ADHD) u dzieci w wieku 8–11 lat. Podobne obserwacje poczyniono analizując prenatal- ne narażenie na inny składnik plastiku, bisfenol A

(BPA). Wykazano bowiem, że ta egzogenna substan- cja hormonalnie czynna nasila aktywność ruchową i agresję u 2-letnich dzieci. Coraz częściej szkodliwe działanie BPA jest też wiązane z zaburzeniem funk- cji poznawczych i autyzmem, a ostatnio również ze schizofrenią. Podobnie jak w przypadku składników plastiku, wykazano związek prenatalnej ekspozycji na pestycydy z częstszym występowaniem autyzmu i ADHD, a także z upośledzeniem rozwoju psychor- uchowego niemowląt obserwowanym głównie między 6 a 12 miesiącem życia. Ponadto, większość dostęp- nych danych wskazuje na szkodliwy wpływ prenatalnej ekspozycji na polichlorowane bifenyle (PCBs), poli- cykliczne węglowodory aromatyczne (PAH; ang. *poly- cyclic aromatic hydrocarbon*), polichlorowane di- benzo-p-dioksyny (PCDD; ang. *polychlorinated di- benzo-p-dioxin*) czy polibromowane difenyletery (PBDE; ang. *polybrominated diphenyl ethers*) na rozwój intelektualny i/lub psychoruchowy niemowląt i dzieci (od 6 miesięcy do 6 lat).

Perspektywy badawcze

Człowiek jest skazany na narażenie na występu- jące w środowisku substancje hormonalnie czynne. Aby uchronić się przed ich szkodliwym wpływem, konieczne wydaje się zarówno zdefiniowanie zabu- rzeń rozwojowych związanych z ekspozycją na te substancje, jak i poznanie mechanizmów ich działa- nia, zwłaszcza w odniesieniu do okresu prenatalnego i wczesnego okresu postnatalnego, gdy układ nerwo- wy dopiero się kształtuje i jest szczególnie wrażliwy na zaburzenia homeostazy względnie homeodynami- ki organizmu.

Dr hab. Małgorzata Kajta. Zakład Neuroendokrynologii Doświadczalnej, Instytut Farmakologii Polskiej Akademii Nauk. E-mail: kajta@if-pan.krakow.pl.

PSYCHOLOGICZNE RÓŻNICE PŁCI

Bogdan Wojciszke (Sopot)



W myśleniu potocznym dominuje przekonanie o wielkich różnicach płci. Powiadamy, że kobiety i mężczyźni to płci przeciwne, stereotypy męskości i kobiecości przedstawiają się bardzo odmiennie, a popularnonaukowe książki przekonują, że męż- czyźni i kobiety są z różnych planet, Marsa i Wenus, oczywiście. Ile jest w tym prawdy w świetle obiek- tywnych pomiarów? Współczesna psychologia dys- ponuje prostą, a potężną metodą odpowiadania na to

pytanie, jaką jest meta-analiza. Umożliwia ona ilo- ściową integrację wyników dowolnej liczby badań na temat jakiejś różnicy płci (lub inny temat).

Pierwszy etap meta-analizy polega na wyszuki- niu i **selekcji badań**, w których mierzono u obu płci zmienną stanowiącą przedmiot zainteresowania, co współcześnie jest znakomicie ułatwiane przez potężne bazy danych zawierające informacje o niemal wszyst- kich publikacjach z jakiejś dziedziny. Na przykład

Janet Hyde i współpracowniczki interesowały się zróżnicowaniem płci pod względem zdolności matematycznych. W naszej kulturze powszechne jest przekonanie o większych uzdolnieniach matematycznych mężczyzn niż kobiet. Ponieważ wysokie wyniki z matematyki stanowią swoisty „filtr selekcyjny” wykluczający kobiety z wielu dobrze płatnych zawodów, pytania o to, czy kobiety istotnie są gorsze z matematyki i skąd ewentualne różnice się biorą, mają charakter nie tylko akademicki, ale i jak najbardziej praktyczny. Aby na nie odpowiedzieć, autorki wyszukały 100 publikacji i raportów badawczych dotyczących zróżnicowania płci w obiektywnych testach matematycznych. Relacjonowano w nich wyniki kilkuset prób zbadanych, na które składało się w sumie prawie 4 miliony osób w różnym wieku, co jest niewątpliwie imponującą podstawą do formułowania wniosków.

Etap drugi polega na wyrażeniu wielkości różnicy między płciami za pomocą **jednakowej dla wszystkich badań miary**. Oczywiście różnica o 10 punktów zupełnie co innego znaczy w teście, którego wyniki wahają się w granicach od 0 do 20, a co innego gdy zakres ten wynosi od 0 do 200. Dlatego najczęściej tu używana statystyka d dzieli różnicę między średnim wynikiem mężczyzn (M_m) i średnim wynikiem kobiet (M_k) przez zmienność wyników, przy czym miarą zmienności nie jest teoretycznie możliwa ich rozpiętość (od wyniku minimalnego do maksymalnego), lecz ich zmienność faktycznie obserwowana (mierzona za pomocą łącznego dla obu grup odchylenia standardowego, SD), jak to ilustruje następujący wzór:

$$d = \frac{M_m - M_k}{SD}$$

$d = 0,20$ wartość mała
 $d = 0,50$ wartość umiarkowana
 $d = 0,80$ wartość duża

Statystyka d ma wiele zalet. Jej standaryzacja umożliwia bezpośrednią porównywalność różnic uzyskanych za pomocą wskaźników o różnym zakresie liczbowym (np. testu o zakresie wyników od 0 do 20 i testu o zakresie od 0 do 200). Wartość d nie zależy od liczebności próby i opisuje zróżnicowanie płci jako zjawisko ciągłe (różnica większa-mniejsza), a nie skokowe (różnica jest lub nie ma).

Trzeci etap meta-analizy to **szacowanie średniej wartości d** (zwykle ważonej przez liczebność próby badanej, tak by wkład każdego badania był proporcjonalny do liczby zbadanych w nim osób) i sprawdzenie, czy i jak dalece odbiega ona od zera, czyli wskazuje na przewagę mężczyzn lub kobiet. Średnia wartość d w meta-analizie Hyde i współpracowniczek wyniosła 0,20. Dodatni znak tej wartości wskazuje na

przewagę mężczyzn, jej absolutna wartość wskazuje natomiast na to, że przewaga owa jest mała – wartość ta oznacza, że 58% mężczyzn osiąga wyniki powyżej mediany, czyli wartości środkowej. Choć więc mężczyźni są lepsi w matematyce od kobiet, różnica ta ma niewielkie znaczenie, ponieważ bardzo wiele kobiet (42%) osiąga wyniki lepsze od środkowego, choć to prawda, że jeszcze więcej mężczyzn osiąga wysokie wyniki. Przy wielkości różnicy rzędu 0,80 odchylenia standardowego (uważanej za dużą), rozbieżność rozkładów stałaby się wyraźna – 79% mężczyzn (a tylko 21% kobiet) cechowałoby się wysokimi zdolnościami matematycznymi. Jednak dopiero przy d równym 2,0 różnice między płciami stałyby się bardzo wyraźne i dopiero wtedy można by powiedzieć, że znajomość płci człowieka pozwala z dużym prawdopodobieństwem przewidzieć natężenie danej zmiennej. Gdyby wielkość różnicy w zdolnościach matematycznych wynosiła 2, oznaczałoby to, że aż 98% mężczyzn (a tylko 2% kobiet) osiąga wyniki wysokie. Tak duże wartości d są jednak stwierdzane niezwykle rzadko. W większości przypadków różnice płci wynoszą około 0,30, choć bardzo to zależy od rodzaju mierzonej własności.

Różnice duże: motoryka, agresja, seks

Mężczyźni są wszędzie na świecie fizycznie więksi od kobiet o 10 do 20 procent, w zależności od tego, co mierzyć. Choć różnica ta zdaje się niewielka, owocuje ona znacznymi różnicami sprawności motorycznej. Mężczyźni są bardziej aktywni motorycznie już w życiu płodowym („chłopcy bardziej kopią”), zaś potem różnica ta rośnie. Nieporównanie dalej i celniej rzucają małymi obiektami, szybciej biegają, skaczą dalej i wyżej. Większa sprawność motoryczna mężczyzn jest tak dobrze znana, że w zawodach sportowych kobiety i mężczyźni są klasyfikowani oddzielnie i oddzielnie wyliczane są wszelakie normy funkcjonowania fizycznego. Fizyczna przewaga mężczyzn jest oczywista, natomiast mniej oczywiste są jej powody. Trudno ją wyjaśnić wpływami socjalizacji (rodzice musieliby skutecznie zachęcać chłopców, aby bardziej rośli), czy pełnienia odmiennych ról społecznych. Asymetria wielkości płci ma natomiast logiczne wyjaśnienie biologiczne. Asymetria taka jest powszechna w świecie zwierząt – wśród zwierząt wyższych, w szczególności ssaków, regulą są większe rozmiary samców. Dobrze wiadomo, że asymetria ta rośnie u gatunków cechujących się silną rywalizacją wewnątrzpłciową samców – duże rozmiary fizyczne pozwalają im w takiej rywalizacji zwyciężać oponentów (i propagować w dalszych

pokoleniach swoje geny odpowiedzialne za większe rozmiary), zaś przewaga samców nad samicami jest ubocznym skutkiem tego procesu.

Zadziwiająco duże różnice w zakresie motoryki, szczególnie w rzucie małym obiektem (długość i celność), można z kolei wyjaśniać jako skutek przystosowania mężczyzn do roli myśliwego, zaś kobiet do roli zbieraczki. Sprawny myśliwy to taki, który rzuca daleko i celnie. Sprawny myśliwy miał też większe szanse na sukces reprodukcyjny – doczekanie liczniejszego potomstwa i rozpropagowania w przyszłych pokoleniach swoich genów wraz z warunkowanymi przez nie zdolnościami motorycznymi. Podobnie można wyjaśniać spore różnice w zdolnościach przestrzennych – sprawny myśliwy to taki, który rzuca w zając w taki sposób, by kamień trafił tam, gdzie zając będzie w momencie uderzenia, a nie wyrzucenia kamienia. Innymi słowy, dobry myśliwy potrafi przewidywać rotacje obiektów w przestrzeni trójwymiarowej – umiejętność, w której mężczyźni wyraźnie górują nad kobietami. Ta „taka sobie bajeczka” (by posłużyć się frazą Kiplinga) brzmiałaby nieco mniej fantastycznie, gdyby okazało się, że pewne zdolności przestrzenne, te mianowicie, które bardziej były potrzebne osobie trudniącej się zbieractwem, okazały się bardziej rozwinięte u kobiet. Istotnie, okazuje się, że tak przydatna zbieraczce umiejętność, jak pamięć lokalizacji małych obiektów, jest znacznie lepsza u kobiet niż u mężczyzn. Na przykład osoby oczekujące w pokoju asystenta na udział we właściwym badaniu proszono po wejściu do laboratorium o przypomnienie sobie rozmieszczenia znajdujących się w tamtym pokoju obiektów. Okazało się, że kobiety były w stanie przypomnieć sobie lokalizację aż 12 obiektów, zaś mężczyźni – zaledwie 7. W pewnych dziedzinach nieco inne zdolności polepszały przystosowanie kobiet i mężczyzn, tak więc zróżnicowanie tych zdolności do dziś się utrzymuje, choć straciły one swoje niegdyśjsze znaczenie. W podobny sposób można wyjaśnić przewagę kobiet nad mężczyznami w zakresie koordynacji ruchowo-wzrokowej i plastyczności motorycznej – są to umiejętności bardziej potrzebne zbieraczce niż myśliwemu.

Kolejną dziedziną, w której stwierdza się duże różnice płci jest agresja. Jak przekonują liczne metaanalizy, mężczyźni są bardziej agresywni od kobiet, zaś różnica ta rośnie gdy: (1) szkoda ma charakter fizyczny, a nie psychiczny; (2) agresja wyrządza dużą, a nie małą szkodę; (3) agresja jest w danej sytuacji normatywnie pożądana, a więc dopuszczalna i godna pochwały; (4) kobieta jest przekonana o nieagresywności własnej płci (ulega autostereotypowi). Wyniki meta-analiz dotyczących agresji są niezwykle

konsekwentne – prawie nigdy nie stwierdza się istotnego odwrócenia różnicy między płciami. W przypadku agresji silnej, jak bójki, rozboje czy morderstwa, różnice między płciami stają się bardzo duże. Mężczyźni są sprawcami około 90% wszystkich zabójstw popełnianych w dowolnym okresie życia dowolnego społeczeństwa, a więc zarówno w krajach gdzie stopa zabójstw jest wysoka (jak Kolumbia czy USA), jak i niska (jak Polska czy Szwecja). W szczególności są to młodzi mężczyźni w wieku 15–29 lat. Nawet liczba i intensywność wojen jest bardzo silnie powiązana z odsetkiem młodych mężczyzn w społeczeństwie, a ten związek nie zależy od poziomu ubóstwa, nierówności ekonomicznych czy gęstości zaludnienia. Młodzi mężczyźni dopiero rozpoczynający rywalizację na rynku matrymonialnym są bardziej agresywni niż jakakolwiek inna grupa socjo-demograficzna, prawdopodobnie dlatego, że agresja jest najprostszą metodą zdobywania dóbr materialnych. Jest to metoda dość ryzykowna, dlatego też jest stosowana głównie przez tych młodych mężczyzn, którym niedostępne są inne metody nabywania dóbr, a więc bezrobotnych, niewykształconych, o niższym kapitale ludzkim i kulturowym. Prawdopodobnie jest to wynikiem rywalizacji matrymonialnej, o czym przekonuje fakt, że czynnikiem silnie hamującym agresję młodych mężczyzn jest zawarcie małżeństwa i opuszczenie w ten sposób pola rywalizacji z innymi mężczyznami o partnerki.

Trzecia dziedzina, w której stwierdza się duże różnice płci to relacje i zachowania seksualne. Różnice są widoczne już na etapie wyboru partnera – niemal wszędzie na świecie mężczyźni bardziej cenią u partnerce urodę, zaś kobiety bardziej sobie cenią skłonność i zdolność partnera do zdobywania zasobów (inteligencję, ambicję, status). Mężczyźni bardziej pragną seksu – chcą go więcej, szybciej i z większą liczbą partnerek niż tego pragną kobiety. Różnice te często wyjaśnia się w kategoriach kulturowo uwarunkowanej, męskiej roli społecznej – mężczyźni jako Don Juana i seksualnego zdobywcy. Jednak różnice te mają zdecydowanie ponadkulturowy charakter, czego dowodzą badania Davida Schmitta z udziałem osób z ponad 60 kultur. Tę uniwersalność łatwiej wyjaśnić w kategoriach biologicznych – zgodnie z teorią zróżnicowanych nakładów rodzicielskich Roberta Triversa, męska gospodarka seksualna ma charakter ekstensywny (ponieważ wiąże się z niskimi nakładami rodzicielskimi), zaś kobieca – intensywny (ponieważ wiąże się z wysokimi nakładami). Ta sama teoria wyjaśnia też większą skłonność mężczyzn do agresji i rywalizacji, bowiem z reguły płć dokonująca mniejszych nakładów rodzicielskich jest też bardziej nastawiona na rywalizację.

Różnice umiarkowane: komunikacja i zachowania społeczne

Tradycyjnym elementem stereotypu kobiecości jest silniejsza koncentracja na relacjach społecznych, a niezbędnym elementem ich wykształcenia się i trwania są akty komunikacyjne, które powinny zatem być częstsze i sprawniejsze u kobiet i mężczyzn. Dane przekonują, że kobiety faktycznie cechują się większymi zdolnościami werbalnymi niż mężczyźni, choć różnica ta jest umiarkowana ($d = -0,30$). Przykładowa gadatliwość kobiet jednak nie znajduje uzasadnienia w danych, które czasami pokazują większą gadatliwość kobiet, a czasami odwrotnie – w zależności od tego, co mierzyć i w jakim kontekście. Wśród dzieci obserwuje się nieco większą gadatliwość dziewczynek niż chłopców, jednak już wśród dorosłych – jest odwrotnie, co może być skutkiem najczęściej wyższej pozycji społecznej mężczyzn, jako że szefowie mówią więcej od podwładnych. Kobiety mają też nieco większą skłonność do zwierzania się, szczególnie osobom własnej płci. Przewaga ta zanika w relacjach z osobami obcymi, a pojawia się w relacjach z przyjaciółmi, rodzicami i współmałżonkami.

Wyraźne różnice występują w zakresie komunikacji niewerbalnej: kobiety częściej patrzą na partnerów interakcji i częściej się do nich uśmiechają; nie stwierdzono natomiast istotnych różnic płci pod względem częstości inicjowania kontaktu dotykowego i bycia dotykanym. Kobiety są też sprawniejsze w komunikacji niewerbalnej: lepiej potrafią nadawać komunikaty niewerbalne, a więc za pomocą mimiki, pantomimiki i tonu głosu, a przede wszystkim mają większą umiejętność dekodowania sygnałów niewerbalnych innych osób. Przy tym przewaga kobiet staje się bardzo duża, gdy do dyspozycji mają zarówno wzrokowe, jak i słuchowe sygnały płynące z zachowania partnera ($d = -1,02$), natomiast jest znacznie słabsza w przypadku dostępu do samych tylko sygnałów wzrokowych ($-0,32$), lub słuchowych ($-0,18$). Kobiety mają więc większą umiejętność i motywację do integrowania wielokanałowych sygnałów pochodzących od partnerów interakcji i są lepszymi ekspertami w zakresie sterowania przebiegiem interakcji społecznych. Pozycja eksperta od interakcji społecznych po części wyjaśnia także nieco większy konformizm kobiet niż mężczyzn, który wszakże pojawia się tylko w przypadku nacisku wywieranego przez małą grupę pozostającą w bezpośrednim kontakcie, a nie w sytuacji perswazji, gdy nacisk wywierany jest raczej przez bezosobowy przekaz niż przez fizycznie obecnych ludzi. Różnica ta świadczy więc nie tyle o ogólnie większej uległości kobiet, ile o tym, że

częściej pełnią one rolę ekspertów łagodzących konflikty społeczne.

Zgodnie z tym, czego należałoby oczekiwać na podstawie tezy o większej presji na rywalizację u mężczyzn niż kobiet, ci pierwsi ujawniają większą skłonność do zachowań ryzykownych. Różnice te jawią się w świetle meta-analiz jako niewielkie, jednak stają się ogromne, gdy przyjrzymy się rzeczywistym wyborom życiowym obciążonych krańcowym ryzykiem. Niemal wszędzie na świecie strażakami czy wszelkiego rodzaju ratownikami są mężczyźni i głównie mężczyźni brali i biorą udział w tak ryzykownych przedsięwzięciach, jak przecieranie nowych szlaków geograficznych, odkrywanie nowych lądów, zawodowy hazard, oblatywanie samolotów, czy wyprawy kosmiczne. Z definicji, każdy akt przestępstwa jest obciążony ryzykiem schwytania i ukarania – na 85 tysięcy przestępców osadzonych w Polsce w więzieniach zaledwie 3 (!) procent jest kobietami. W USA gdzie osadzonych jest niepomnie więcej, nawet w przeliczeniu na liczbę mieszkańców, bo 2,1 miliona, zaledwie siedem procent stanowią kobiety.

Różnice małe: osobowość

Typową dziedziną, w której różnice płci są ogólnie małe jest osobowość, rozumiana jako zbiór cech, przede wszystkim takich, jak tak zwana wielka piątka, na którą składają się neurotyzm (niestabilność emocjonalna), ekstrawersja, otwartość, ugodowość i sumienność. Jedyną cechą ujawniającą znacznie większe różnice płci jest neurotyzm. Kobiety są bardziej skłonne do lęku i depresji, a także są bardziej wrażliwe emocjonalnie, czyli te same bodźce wywołują u nich silniejszą reakcję niż u mężczyzn. Pod względem ekstrawersji różnice płci przedstawiają się odmiennie dla różnych aspektów tej cechy – mężczyźni są bardziej asertywni i poszukujący doznań, zaś kobiety są cieplejsze, bardziej towarzyskie i ujawniają więcej pozytywnych emocji. Jednak wszystkie te różnice płci są niewielkie, choć przekraczają poziom przypadkowych wahań. Jeszcze mniejsze są różnice pod względem pozostałych cech – kobiety są nieco bardziej otwarte (szczególnie na uczucia), ugodowe i sumienne. Niektóre temperamentalne różnice płci są silniejsze u dzieci – na przykład chłopcy w wieku 3–13 lat mają znacznie większe kłopoty z kontrolą uwagi niż dziewczynki, co może wynikać z wolniejszego tempa dojrzewania chłopców, jednak inne różnice, na przykład w zakresie emocjonalności negatywnej są u dzieci znikome. Wbrew temu, co każe przewidywać teoria ról społecznych te niewielkie różnice płci wcale nie zanikają w społeczeństwach

o większym równouprawnieniu kobiet – przeciwnie, największe różnice stwierdza się w Europie i Ameryce Północnej. Jednakże wbrew wyjaśnieniom ewolucjonistycznym, różnice te silnie zmieniają się kulturowo. Na przykład różnice pod względem neurotyzmu są najsłabsze w Zimbabwie (0,02), Południowej Afryce (-0,08) i Japonii (-0,09), natomiast najsilniejsze są w Chorwacji (-0,75), Francji (-0,71) i Włoszech (-0,70). Powody tego zróżnicowania pozostają nieznane.

Kiedy różnic płci nie ma

Wreszcie są i takie dziedziny, w których różnic płci w ogóle się nie stwierdza lub są bardzo małe. Taką dziedziną jest satysfakcja z życia, poczucie szczęścia i ogólna samoocena. Tylko ta ostatnia jest nieznacznie wyższa u mężczyzn, choć samooceny szczegółowe różnią się w zależności od ich treści. Kobiety mają wyższą samoocenę w zakresie moralności (i słusznie, gdyż są bardziej moralne). Mężczyźni mają wyższą samoocenę sportową (co jest również trafne), także są bardziej zadowoleni z własnego ciała i atrakcyjności fizycznej. To ostatnie jest dość zabawne, ponieważ w ocenie zewnętrznych obserwatorów (płci obojga), to kobiety są wyraźnie atrakcyjniejsze fizycznie od mężczyzn.

Ogromna ilość danych przekonuje także o braku różnic płci w zakresie ogólnej **inteligencji** – średnia inteligencji kobiet i mężczyzn jest zwykle taka sama. Jednak średnia to nie wszystko – są jeszcze różnice rozrzutu, a tutaj obserwuje się interesujące różnice płci, polegające na tym, że kobiety są nadreprezentowane w zakresie wartości umiarkowanych, natomiast mężczyźni są nadreprezentowani na krańcach. Kiedy więc spotkasz średniaka pod względem poziomu inteligencji większa jest szansa, że okaże się kobietą niż mężczyzną. Kiedy spotkasz geniusza albo totalnego głupca większa jest szansa, że okaże się on mężczyzną. Nie wiadomo dlaczego mężczyźni są bardziej krańcowi od kobiet, ale tak jest na wielu wymiarach, także wzrostu – większość karłów i olbrzymów to mężczyźni.

Chyba najbardziej zdumiewający brak różnic dotyczy władzy. Choć w społeczeństwach patriarchalnych (czyli prawie wszystkich) władza wydaje się przymiotem męskim, niczym broda, meta-analizy nie pozostawiają wątpliwości. Kobiety rzadziej władzę zdobywają (głównie dlatego, że mniej tego pragną), jednak kiedy już ją zdobędą, nie różnią się od mężczyzn ani stylem jej sprawowania, ani skutecznością w roli przywódcy organizacyjnego, szczególnie gdy skuteczność jest mierzona obiektywnie, na przykład wielkością produkcji lub sprzedaży. Choć w abstrakcji kobiety bardziej wolą być szefami miękkimi,

a mężczyźni – twardymi, w rzeczywistych organizacjach szefowie płci obojga jednakowo silnie dostosowują się do wymagań, które w nich obowiązują.

Konkluzje

Stereotypy płci wszędzie na świecie są podobne – mężczyźni są uważani za sprawczych (skoncentrowanych na zadaniach i działaniu), kobiety są uważane za wspólnotowe (skoncentrowane na emocjach i relacjach społecznych). W różnych kulturach stereotypy te ujawniają się z różną siłą, choć nigdzie nie ulegają odwróceniu. Z kolei rzeczywiste różnice płci przedstawiają się bardzo różnie w zależności od rodzaju porównywanych własności. Jak widzieliśmy, duże różnice stwierdza się jedynie w zakresie motoryki, agresji i seksu, umiarkowane – komunikacja, funkcjonowanie społeczne oraz skłonności do lęku i depresji. W pozostałych dziedzinach różnice są żadne lub pomijalnie małe.

Z wyjątkiem władzy, stereotypy płci zdają się zawierać ziarno prawdy. Problem ze stereotypami nie polega na ich fałszywości (jako że generalnie pokrywają się z faktycznymi różnicami płci), lecz na ich nieprzydatności do indywidualnej diagnozy własności człowieka, bowiem faktyczne różnice płci są zwykle zbyt małe, aby to umożliwić. Na przykład kobiety są lepsze od mężczyzn w trafnym odczytywaniu komunikatów werbalnych przy umiarkowanym $d = 0,43$. Ta wielkość różnicy oznacza, że 67% kobiet jest ponadprzeciętnie dobrych w sygnałach niewerbalnych. Ale oznacza ona również, że jedna trzecia mężczyzn jest ponadprzeciętnie dobra pod tymże względem. Kiedy więc poszukujemy pracownika, który z racji swego zajęcia powinien być dobry w odczytywaniu komunikatów niewerbalnych, informacja o jego płci jest kompletnie nieprzydatna do podjęcia trafnej decyzji – lepiej wiedzieć jak przedstawiają się umiejętności konkretnych kandydatów.

Przedmiotem licznych sporów pozostaje pytanie o przyczyny różnic płci. Odpowiedzi są w zasadzie trzy. Po pierwsze, kulturowo zróżnicowana socjalizacja dziewczynek i chłopców. Każda kultura oferuje pewien wzorzec kobiecości i męskości, do którego dziecko stara się dostosować i do którego dostosowują je rodzice. Choć w tę koncepcję wierzy współczesny człowiek oświecony, przemawia za nią zdumiewająco mało faktów. Meta-analizy sugerują, że rodzice jednakowo traktują (socjalizują) dziewczynki i chłopców. Wcale nie jest na przykład tak, że chłopców jakoś szczególnie zachęcają do agresji, dziewczynki do niej zniechęcają, ani nie jest tak, że w przypadku opiekuńczości postępują odwrotnie. Wzorce męskości

i kobiecości są uderzająco podobne w większości kultur, zaś te nieliczne różnice płci, które są duże, są również podobne w różnych kulturach.

Z tego rodzaju uniwersalnością lepiej sobie radzą wspomniane wyjaśnienia ewolucjonistyczne, które odwołują się do zróżnicowanych nakładów rodzicielskich (większych u kobiet, mniejszych u mężczyzn) i trwającej setki pokoleń specjalizacji (mężczyźni jako łowcy, kobiety jako zbieracze). Obecnie to wyjaśnienie cieszy się najmniejszą popularnością z uwagi na podejrzenia, iż implikuje ono nieuchronność i nieodwracalność różnic, co w istocie usprawiedliwia dyskryminację kobiet. Potocznie utożsamiamy wyjaśnienie z usprawiedliwieniem, choć to pierwsze oznacza tylko zrozumienie faktów, zaś dopiero to drugie ich akceptację. Stąd też trudno z tego czynić jakiś szczególny zarzut akurat wyjaśnieniom ewolucjonistycznym, tym bardziej, że traktują one różnice płci, jako możliwości i predyspozycje, a nie konieczność. Fakt, że natura wyposażała nas w upodobanie do słodkich i tłustych pokarmów wcale przecież nie oznacza konieczności zjadania się nimi.

Trzecie wyjaśnienie różnic płci odwołuje się do odmienności ról pełnionych przez kobiety i mężczyzn. Na przykład tylko kobiety (wszędzie na świecie) są w stanie urodzić dziecko i karmić je piersią. To ostatnie, często wielomiesięczne doświadczenie daje kobietom taki trening w komunikacji niewerbalnej, że mężczyźni muszą pozostać daleko w tyle. Aczkolwiek brzmi to przekonująco, problem w tym, że niektóre różnice płci pojawiają się na długo przed wejściem w stosowne role. Pięciolatki nie są obrońcami rodziny, a jednak są bardziej agresywne od pięciolatek, zaś przejawy odmiennych zdolności przestrzennych pojawiają się u pięciomiesięcznych niemowląt. Jednak niewątpliwie teorie kulturowe lepiej sobie radzą z wyjaśnieniem plastyczności różnic płci (które rosną kiedy ludziom przypomnieć o stereotypach płci), podczas gdy teoria ewolucjonistyczna lepiej wyjaśnia ponadkulturowe niezmienniki w tym zakresie. Każda z trzech teorii lepiej sobie radzi z wyjaśnianiem pewnych faktów, wobec których prawie bezradne są pozostałe. Żadnej z teorii nie należy więc obecnie odrzucać.

Prof dr hab. Bogdan Wojciszke. Wyższa Szkoła Psychologii Społecznej, Wydział Zamiejscowy w Sopocie. E-mail: bogdan.wojciszke@swps.edu.pl.



DŁACZEGO KOBIETY CHORUJĄ CZĘŚCIEJ NA ZABURZENIA JEDZENIA NIŻ MĘŻCZYŹNI?

Jolanta Rabe-Jabłońska (Łódź)

Zaburzenia jedzenia w najnowszych klasyfikacjach zaburzeń psychicznych obejmują jadłowstręt psychiczny, bulimię psychiczną, napady objadania się oraz atypowe zaburzenia jedzenia. Rozpoznawanie tych zaburzeń jako zaburzeń psychicznych ma niedługą historię, bo w najbardziej znanych na świecie klasyfikacjach znalazły się one dopiero w latach 90. XX w., choć ich wierne opisy w literaturze światowej i dokumentach istniały od dawna i zawsze dotyczyły w przypadku szczególnej ich postaci – jadłowstrętu psychicznego, tylko u kobiet. Znane są opisy świętych lub „prawie” świętych dziewczyc, które „żyły powietrzem”, odpowiadające wszystkim kryteriom rozpoznawania jadłowstrętu psychicznego. Można więc przypuszczać, że od wieków zaburzenie to istotnie częściej dotyczyło kobiet niż mężczyzn. Z większości badań przeprowadzonych w XX/XXI wieku wynika, że jadłowstręt psychiczny zdarza się od 10–20 razy rzadziej u osób płci męskiej niż żeńskiej, a z mojego własnego psychiatrycznego doświadczenia wynika, że przynajmniej w populacji polskiej zaburzenie to

u mężczyzn występuje jeszcze rzadziej. Powstało więc pytanie dlaczego tak jest? Przez długie lata szukano przede wszystkim przyczyn psychologicznych: indywidualnych, rodzinnych oraz środowiskowych, społecznych i kulturowych, udowadniając, że szereg z nich istotnie częściej dotyczy właśnie kobiet. Ewolucyjnie uwarunkowaną rolę kobiety jest wydanie potomstwa i zapewnienie mu przetrwania, a więc w dzisiejszym rozumieniu utrzymanie jak najdłużej atrakcyjności fizycznej zapewniającej partnera seksualnego i co znacznie trudniejsze – opiekuna dla dzieci. W świecie zwierzęcym często atrakcyjne są bardziej osobniki płci męskiej niż żeńskiej, wystarczy porównać lwa i lwicę, bażanty czy pawie. Samce walczą o partnerkę seksualną, aby spełnić swoje zadanie – przekazać geny, a ich udział w wychowywaniu potomstwa jest raczej rzadkością.

Człowiek nie od razu jest w stanie ocenić swą atrakcyjność fizyczną. Około 2 r. ż. (życia) zaczyna się odróżniać od innych osób, między 4 a 5 r. ż. posiada z reguły odpowiednią wiedzę o częściach

swego ciała, co znajduje odbicie w jego rysunkach. Około 9 r. ż. posiada już wiedzę na temat ich funkcjonowania, a także zdolność oceny ich rozmiarów i proporcji. Dopiero w okresie dojrzewania kształtuje się wyraźna postawa emocjonalna wobec własnego ciała. Ciało stanowi zewnętrzną powłokę „ja” danej osoby, przez którą nawiązuje kontakt z otoczeniem i jednocześnie jest ono instrumentem działania. W relacjach społecznych ciało jest nośnikiem komunikacji, dostarcza informacji, jest przedmiotem oceny i pośrednio kształtuje samoocenę. Na obraz naszego ciała, wykształcony w naszym umyśle, mają wpływ czynniki interpersonalne, środowiskowe i czasowe. Obraz ten jest nie tylko zmysłową reprezentacją kształtów i rozmiarów ciała, ale ponadto składają się nań uczucia dotyczące cech całego ciała lub tylko określonych jego części. Obraz własnego ciała jest więc bardzo subiektywny, wielowymiarowy. Niezadowolenie z własnego ciała jest przez wielu badaczy postrzegane jako zaburzenia obrazu swego ciała. Nie zawsze obiektywnie potwierdzona atrakcyjność fizyczna pokrywa się z zadowoleniem z własnego ciała. Na prawidłowy rozwój postrzegania i doświadczania swego ciała wpływa bardzo wiele czynników tworzących podatność osobniczą oraz doświadczenia własne związane z ciałem, a także wzorce kulturowe. Wiele też jest powodów utrzymywania się zaburzonego obrazu własnego ciała, np.: rozbieżność między obrazem ciała realnym a idealnym, obniżona ogólna samoocena, zaburzone relacje społeczne, a także istnienie różnorodnych zaburzeń natury fizjologicznej.

Osoby atrakcyjne fizycznie przeżywają tzw. efekt aureoli, postrzegane są przez otoczenie jako posiadające ponadto szereg innych cech atrakcyjnych. Z perspektywy socjokulturowej atrakcyjna fizycznie jest ta osoba, która najbardziej odpowiada aktualnym standardom kulturowym. Podstawowe wyznaczniki atrakcyjności to obszar twarzy i kształt całego ciała (proporcje, masa ciała). Piękno jest ważną częścią kulturowego stereotypu kobiety, dlatego też koncentracja na wyglądzie i niezadowolenie ze swego ciała są istotnie większe u kobiet niż mężczyzn. Przez wieki istniała duża międzykulturowa zgodność dotycząca szczegółów atrakcyjności twarzy kobiecej i duże różnice dotyczące kształtu i masy ciała, które aktualnie wyraźnie maleją. Przez stulecia, a nawet w ciągu ostatnich 50 lat wyraźnie zmienił się też ideał urody kobiecej, wystarczy porównać Marilyn Monroe, Twiggy i Anję Rubik, aby zobaczyć co je łączy i co je dzieli. Lansowany przez media wizerunek kobiety odbiega o wiele kilogramów i kilka rozmiarów od przeciętnej populacyjnej. Co więcej ten ideał – lansowany jako wzór atrakcyjności, zdrowia

i szczęścia, dla większości kobiet z powodów uwarunkowań genetycznych ich budowy nie jest możliwy do zrealizowania.

Jadłowstręt psychiczny rozwija się w okresie dojrzewania, najczęściej między 13 a 18 r. ż. Właśnie wówczas atrakcyjność fizyczna zaczyna mieć istotne znaczenie. Z danych wynika, że ponad 1% dziewcząt w okresie adolescencji choruje na to zaburzenie jedzenia. Zapadalność na jadłowstręt psychiczny w ostatnich 30 latach istotnie wzrosła – np. w Polsce 5-krotnie. Co więcej emigrantki z krajów o niskim wskaźniku występowania tego zaburzenia po kilku latach pobytu w krajach zachodnich podobnie często cierpią z tego powodu jak ich stałe mieszkanki. Wśród osób wykonujących zawody, w których wygląd jest ważny, sprzyjający karierze, np. modelki, tancerki, gimnastyczki, zaburzenie to występuje istotnie częściej, niż w odpowiedniej wiekowo populacji ogólnej.

Aktualnie „panująca” klasyfikacja zaburzeń psychicznych WHO (ICD-10) podaje ściśle kryteria pozwalające na diagnozę jadłowstrętu psychicznego. Aby postawić to rozpoznanie należy stwierdzić:

- A. Zmniejszenie masy ciała (u dzieci brak przyrostu), prowadzące do osiągnięcia masy co najmniej o 15% poniżej prawidłowej/oczekiwanej przy danym wzroście i w danym wieku. BMI dla dorosłych < 17.5.
- B. Zachowania mające na celu zmniejszenie masy ciała są sobie narzucone przez unikanie „tuczącego” pożywienia.
- C. Ocenianie siebie jako osoby otyłej oraz pojawianie się lęku przed przytyciem, co prowadzi do narzucenia sobie niskiego progu masy ciała.
- D. Zaburzenia endokrynne przejawiające się u kobiet utratą miesiączki, a u mężczyzn – utratą zainteresowań seksualnych i potencji.

W postaci atypowej – pacjenci uznają, że są zbyt chudzi (nie mają poważnych zaburzeń obrazu ciała), lecz nie są w stanie przerwać restrykcji dietetycznych.

Jadłowstręt psychiczny może prowadzić do ogromnego wyniszczenia, czasem do nieodwracalnych lub zagrażających życiu konsekwencji somatycznych. Z przeprowadzonych badań wynika, że ok. 15–20% chorych nadal umiera z tego powodu. Wymienione dane stały się powodem poszukiwań biologicznych przyczyn tego zaburzenia. Rozpoczęły się m.in. liczne poszukiwania genów odpowiedzialnych za wystąpienie tego zaburzenia. Historia tych poszukiwań jest bardzo interesująca, ale efekt niezadawalający. Ostatecznie można powiedzieć, że obecnie jest pewny model poligeniczny jadłowstrętu psychicznego, znaczenie ma więc współdziałanie dużej liczby genów

o małym efekcie działania. W dziedziczeniu wielogenowym, pomiędzy genami dochodzi do interakcji lub sumowania się ich działania, a czynniki środowiskowe mogą dodatkowo modulować ekspresję i wzajemne oddziaływanie między genami. Nie ma więc prostej zależności między genotypem a fenotypem. Większość przeprowadzonych badań wykazuje zwiększone ryzyko rozwoju zaburzenia wśród krewnych chorego, szczególnie I stopnia, wielokrotnie wyższy stopień zgodności zachorowania u bliźniąt monozygotycznych niż dizygotycznych. Brak 100% zgodności występowania zaburzenia u bliźniąt monozygotycznych zdecydowanie wskazuje na udział czynników środowiskowych. Próbowano nawet ocenić stopień odziedziczalności jadłowstrętu psychicznego – tzn. stopień, w jakim zaburzenie to jest determinowane przez czynniki genetyczne i stwierdzono, że jest on równy 33–84%. Analiza sprzężeń wykazała, że istnieje kilka różnych *loci* w genomie człowieka związanych potencjalnie z zachorowaniem na zaburzenia jedzenia. Wykazano, że różne zaburzenia jedzenia mają sprzężenia z chromosomem 1,4,11,13 i 15. W rodzinach z przypadkami restrykcyjnego jadłowstrętu psychicznego wskazano na długie ramię chromosomu 1 (1p33-36), gdzie obecne są m.in. geny receptora opioidowego delta (OPRD1) i genu kodującego receptor serotoninowy 1D (5-HTR1D -1 p36.1-p34.3) oraz geny wykazujące w innych badaniach asocjacje z tym zaburzeniem. Przy pomocy analizy Quantitative Trait Loci (QTL) w określonych rejonach genomu stwierdzono silne sprzężenie z określoną cechą osobowości – obsesyjnością oraz z lękiem (rozumianym jako cecha). Wykazano też inne interesujące związki w innych rejonach, np. z niskim wskaźnikiem masy ciała, z obawami przed popełnieniem błędu, obsesjami związanymi z jedzeniem.

Badania asocjacyjne genów kandydujących, tzn. typowanie genów w oparciu o koncepcje biochemiczne związane z etiopatogenezą jadłowstrętu psychicznego (zaburzeniami w zakresie układu serotonergicznego, noradrenergicznego, dopaminergicznego, hormonów i przekaźników modulujących łaknienie, funkcji neurotrofin, układu endokannabinoidowego, regulacji metabolizmu energetycznego, układu hormonalnego i immunologicznego) niestety nie przyniosły jednoznacznych wyników, być może dlatego, że nadal nie wiadomo, czy stwierdzane dysfunkcje

mają charakter pierwotny czy wtórny, tzn. wynikający z postępującego wyniszczenia. Nie znaleziono także odpowiedzi na pytanie dlaczego zaburzenie to istotnie rzadziej pojawia się u mężczyzn, jako że w większości badań uczestniczyły wyłącznie kobiety. Niektórzy badacze sugerują, że geny podatności na jadłowstręt psychiczny mogą być przekazywane przez matkę i/lub ojca, ale ekspresja fenotypu zachodzi głównie u kobiet i członków rodziny z tego samego pokolenia, a najczęściej współwystępowanie dotyczy siostr. Przyjęcie koncepcji podatności powoduje, że poszukiwanie różnic w częstości występowania tego zaburzenia między płciami nadal koncentruje się na czynnikach pozabiologicznych: rodzinnych, społecznych i kulturowych. Co więcej są dane wskazujące, że być może mężczyźni i w tej dziedzinie „gonią kobiety”. Ponad 25 lat temu H. G. Pope i K. A. Philips oraz R. Olivardia opublikowali książkę pod tytułem „Kompleks Adonisa”, w której opisali chorobliwe dążenie mężczyzn do perfekcyjnego wyglądu. Początkowo sądzono, że syndrom ten występuje wyłącznie w społeczeństwach bogatych. Zaobserwowano jednak, że po postawieniu przekątnika TV na pewnej wyspie na Filipinach, pięciokrotnie wzrosła liczba młodych chłopców cierpiących na zaburzenia odżywiania. Młodzi mężczyźni szybko zauważyli, że współczesny ideał męskiego piękna lansowany przez media to szczupła sylwetka i muskularność. Chłopcy z Filipin zapragnęli zostać współczesnymi „bogami”. Zwrócono też uwagę na fakt, że zmienił się obraz mężczyzny lansowany w mediach, najpierw nastąpiła moda na kulturystykę, co poszło w parze z łatwym dostępem do anaboli, a obecnie coraz częściej pojawiają się w mediach modele o cechach kobiecych lub „neutralnych”. Zdaniem Pope’a i jego kolegów, źródłem omawianych problemów jest także rozwój feminizmu. Równouprawnienie kobiet zachwiało tradycyjną pozycję mężczyzny, który w związku z tym zaczął poszukiwać sposobów odróżnienia się od rzekomo „słabej płci”. Pojawiły się też nowe terminy psychologiczno-psychiatryczne, takie jak: *muscle dysmorphia* lub *bigorexia* (Portugalia, Hiszpania – *vigorexia*, „odwrócony” jadłowstręt psychiczny i wspomniany powyżej zespół Adonisa), które jednak najprawdopodobniej są raczej zaburzeniami z grupy dysmorfofobii*, a nie „klasycznym” jadłowstrętem psychicznym.

*Dysmorfofobia należy do zaburzeń hipochondrycznych. Pacjenci są nadmiernie zaabsorbowani wyimaginowanym defektem w wyglądzie lub nadmiernie koncentracją się na rzeczywistej, niewielkiej anomalii fizycznej. Staje się to powodem ich cierpienia i istotnego pogorszenia funkcjonowania. Zaburzenie to nie wynika z obecności innych zaburzeń psychicznych.

NEUROBIOLOGIA BEHAWIORU SEKSUALNEGO

Jerzy Vetulani (Kraków)



Seks jest jednym z najbardziej interesujących aspektów życia, a równocześnie – z punktu widzenia ewolucji – aspektem najważniejszym. Biologicznym celem naszej egzystencji, podobnie jak i egzystencji jakichkolwiek istot żywych, jest zapewnienie nieśmiertelności naszemu genom. Organizm nasz to jedynie nośnik genów, ukształtowany według ich instrukcji. Jako indywidualne nośniki genów, ze względu na naszą nietrwałość, nie jesteśmy w stanie zapewnić genom nieśmiertelności, musimy więc zapewnić im przepływ w następne pokolenia. Rozmnażanie płciowe jest wypracowaną przez ewolucję skuteczną strategią unieśmiertelniania materiału genetycznego. W rozmnażaniu tym biorą udział dwie płci, których rola u organizmów wyższych jest różna: samice dużym kosztem własnym budują nośnik genomu, czyli potomstwo i często o nie dbają, samce zaś dostarczają tylko dodatkowy materiał genetyczny, i często o potomstwo nie dbają.

Strategie seksualne samic i samców

Strategie seksualne obu płci mają na celu maksymalne zwiększenie liczby przekazanych genów, a więc uzyskanie jak najliczniejszego potomstwa. Są one jednak zasadniczo odmienne – samiec produkuje praktycznie nieograniczoną liczbę gamet, natomiast u samicy możliwości są dość ograniczone, zwłaszcza u ssaków. Tak więc strategią seksualną samca jest zapłodnienie możliwie największej liczby samic, gdyż to daje szansę, że wśród liczego potomstwa, w które nie trzeba inwestować, znajdą się wspaniałe córki i synowie. Samica ponosi wielki wysiłek przy generowaniu potomstwa – każde dziecko jest ważne i musi być możliwie najlepsze. Stąd w poszukiwaniu partnerek samiec idzie na ilość, natomiast w wyborze partnerów samica idzie na jakość. Stąd samica jest bardziej wybredna niż samiec w doborze partnera, a samiec musi się bardziej starać, aby samica go wybrała. Samiec jest więc z reguły większy, silniejszy i ma atrakcyjniejszy wygląd niż samica, chociaż biologicznie jest płcią słabszą. Jest też biologicznie mniej cenny. Potencjał reprodukcyjny stada składającego się z 20 samców i 20 samic nie spadnie, nawet jeżeli 17 samców zginie. Śmierć każdej samicy

zmniejsza potencjał reprodukcyjny tego stada o 5%. Stąd też ewolucyjnie ukształtowały się odmienne charakterystyki samców – ryzykujący myśliwi, odważni obrońcy kobiet i dzieci, poświęcający swe życie dla dobra rodziny, grupy, czy plemienia. Kobieta raczej nie angażuje się w konflikt zbrojny. Z punktu widzenia biologii lepiej, żeby w czasie wojny kobiety były gwałcone, niżby miały ginąć.

W świecie zwierzęcym samica ma zazwyczaj niezbywalne prawo wyboru partnera i stosunek seksualny wbrew jej woli, czyli gwałt, opisano tylko u paru gatunków zwierząt wyższych, z których najbardziej znane są ludzie, delfiny i kaczory (u których obserwowano też homoseksualizm i nekrofilie). W przeciwieństwie do tego, u wielu owadów wymuszanie stosunku płciowego przez samce jest normą.

Z różnicami strategii seksualnych łączy się różna wrażliwość mężczyzn i kobiet na sygnały seksualne. Przy oglądaniu identycznych seksualnych bodźców wzrokowych (klipy pornograficzne) neuroobrazowanie mózgu (badania fNMR) wskazuje wyższą aktywację podwzgórza i jader migdałowych u mężczyzn, nawet wówczas, jeżeli kobiety twierdzą, że są silniej pobudzone. Różnice te dotyczą wyłącznie sygnałów seksualnych, są ograniczone w zasadzie do układu limbicznego i są zlateralizowane – większe w lewym zespole jader migdałowych. W innych obszarach mózgu, związanych z układem nagrody, reakcje obu płci na podniety erotyczne są takie same. Badania sugerują, że to jądra migdałowe są związane z apetytywnymi i biologicznie istotnymi aspektami bodźców i potwierdzają, że podobnie jak u zwierząt, dla mężczyzn bodźce wzrokowe są ważniejsze niż dla kobiet (jak mówiono w czasach przedinternetowych: mężczyźni oglądają Playboya, a kobiety czytają Harlequiny).

U wielu gatunków, w tym u ludzi, obie płci różnią się od siebie morfologicznie i psychicznie. Podobnie jak całe ciało, mózg ludzki w oryginalnym planie budowy jest mózgiem żeńskim. Wpływ hormonów męskich powoduje zmiany w oryginalnym planie mózgu, tak jak w planie reszty ciała. Rozwijający się mózg żeński może ulec maskulinizacji pod wpływem różnych czynników, zwłaszcza hormonów produkowanych przez płód i hormonów matki, a u gatunków,

u których regułą są ciążę mnogie, istotną rolę odgrywają hormony produkowane przez rodzeństwo: płody samiczek mysich położonych w macicy między dwoma płodami męskimi wyrastają na osobniki częściowo zmaskulinizowane.

Różnice płciowe w wykształceniu mózgu ludzkiego

Stosunkowo późno anatomowie zorientowali się, że pewne obszary w mózgu, zwłaszcza w korze, są większe u kobiet, natomiast w strukturach podkorowych pewne obszary są większe u mężczyzn. Opisano wiele różnic w rozwoju poszczególnych części mózgu u różnych płci, ale ich znaczenie funkcjonalne w wielu wypadkach wciąż nie jest jasne. Różnice dotyczą przede wszystkim struktur związanych z aktywnością seksualną.

W roku 1971 Raiman i Field odkryli, że w części podwzgórza szczura związanej z behawiorem seksualnym, zwanej obszarem przedwzrokowym (ang. *preoptic area*, POA), zaznacza się dymorfizm płciowy. Jedno ze znajdujących się tam jąder międzylaszkowych jest znacznie większe u samców. Nazwano je jądrem zróżnicowanym płciowo (ang. *sexually dimorphic nucleus* – SDM-POA). Na przełomie lat 80. i 90. XX w. potwierdzono istnienie dymorfizmu płciowego w podwzgórzu człowieka. Jak się potem okazało, obszar POA pełni bardzo istotną rolę w zachowaniu seksualnym, między innymi od jego wykształcenia zależy orientacja seksualna. Podobnie u mężczyzn większe jest jądro łożowe prążka krańcowego (BDST – ang. *bed nucleus of stria terminalis*), które jest znacznie mniejsze u kobiet, a jeszcze mniejsze u transseksualistów.

Różnice płciowe wykryto również w strukturach mózgu niepełniących kluczowej roli w behawiorze reprodukcyjnym. W 1977 roku przypadkiem stwierdzono, że podawanie wysokich dawek estrogenów zaostrzało objawy choroby Parkinsona u kobiet, a dalsze badania wykazały, że estrogeny w odmienny sposób wpływają na uwalnianie dopaminy u mężczyzn i kobiet. Różnice międzypłciowe stwierdzono też w wykształceniu struktur łączących półkule mózgowe – ciele modelowatym i spoidle przednim. Struktury te są większe u dziewczynek niż u chłopców, a ponadto u chłopców zmniejszają swoje wymiary z wiekiem. W wyniku tego mózg męski jest bardziej zlateralizowany, niż mózg żeński. Różnice płciowe obserwujemy też w płaszczyźnie skroniowej (*planum temporale*), która jest częścią kory związaną z mową (obszar Wernicke’go) oraz ręcznością. Jest ona asymetryczna, ale u kobiet mniej asymetryczna niż u mężczyzn. Być może z tym łączy się większą łatwość powrotu mowy po powodującym afazję

wylewie u kobiet. Konsekwencjami różnic w lateralizacji mogą być znacznie większe zdolności werbalne u kobiet – Amerykanki średnio emitują 20 000 słów w ciągu doby, a Amerykanie tylko 6000. Istnieje więc neurobiologiczna podstawa niemieckiego przysłowia: „Ein Mann – ein Wort, ein Weib – ein Worterbuch”.

Inną interesującą różnicą między płciami jest odmienna morfologia neuronów korowych. W korze przedczołowej przyśrodkowej neurony są rozgałęzione silniej u mężczyzn niż u kobiet, zaś w korze przedczołowej oczodołowej neurony są rozgałęzione silniej u kobiet. Świadczy to o zasadniczo różnej organizacji tej najbardziej zaawansowanej części mózgu u obu płci. Z innych różnic warto wspomnieć, że mózg żeński pracuje intensywniej i metabolizm mózgu u kobiet jest o 15% wyższy niż u mężczyzn.

Różnice płciowe w zachowaniach niereprodukcyjnych

Zachowania kobiet i mężczyzn różnią się ewidentnie, w sposób zależny od kultury, i część badaczy, a zwłaszcza badaczek, uważała, że całość tych różnic jest związana wyłącznie z czynnikami kulturowymi. Nie ulega jednak wątpliwości, że ponieważ ewolucja, na zasadzie czystego „rachunku ekonomicznego” preferowała u samca typ silnego fizycznie, bystrego i odważnego myśliwego/żołnierza, a u kobiety matki/opiekunki/gospodyni, za tymi preferencjami szły zmiany anatomiczne i behawioralne. Wystarczy porównać, jak ewolucja ukształtowała ludzką dłoń – masywna, krótkopalcia, silna dłoń męska, nadająca się do walki wręcz, maczugi czy kamienia i znacznie delikatniejsza dłoń kobieca, o wiele lepiej przystosowana do subtelnych manipulacji drobnymi przedmiotami. To nie przypadek, że wśród rzeźników czy rzeźbiarzy przeważają mężczyźni, których prawie w ogóle nie ma wśród składających ręcznie sprzęt elektroniczny i haftujących.

Ewidentne różnice w behawiorze dzieci przedszkolnych – odmienny typ zabawek preferowanych przez chłopców i dziewczynki, czy dążenie do ustalenia silnej hierarchii wśród chłopców, a skłonności do dzielenia się i wspólnej zabawy u dziewczynek, wydają się być różnicami rzeczywistymi, ukształtowanymi przez ewolucję. Badania nad koczodanami, u których nie było żadnych tradycji kulturowych, wykazały, że samczyki preferują zabawki „męskie” (samochodzik, piłka), a samiczki częściej bawią się miskami czy lalkami. U dzieci trudno zmienić wrodzone determinowane płcią wzorce zabawy: zdarza się, że pięcioletnia dziewczynka, która dostaje ciężarówkę, traktuje ją jak lalkę, otula kocykiem i kołysze do snu.

Takie różnice w zachowaniu mają swoje odpowiedniki na poziomie neurologicznym. Choć

w nowym, wzbogaconym środowisku u obu płci obserwuje się wzrastanie wypustek neuronalnych i zwiększenie liczby kolców synaptycznych na wypustkach, obserwuje się, że samce są wrażliwsze i reagują szybciej rozwojem wypustek, niż samice. Po dłuższych okresach samce wykazują silniejszy wzrost liczby kolców synaptycznych, a samice – silniejszy przyrost długości wypustek.

Zespół jąder migdałowatych (*amygdala*) – struktura zaangażowana w pamięć, emocje, agresję, lęk, stres i seks – przetwarza dane emocjonalne odmiennie u obu płci. Aktywizacja jądra migdałowatego przez obrazki o silnym ładunku emocjonalnym u mężczyzn jest silniejsza niż u kobiet, a ponadto silniej reagowało u nich prawe jądro migdałowe, gdy u kobiet silniej reagowało lewe.

Badania nad hipokampem wykazały u gryzoni, że estrogeny indukują wrażliwość na drgawki oraz powodują tworzenie kolców synaptycznych w neuronach tej struktury. Estrogeny nasilają też w hipokampie procesy reparacyjne po uszkodzeniu wypustek neuronalnych. Z hipokampem łączą się też różnice płciowe w uczeniu się przestrzennym.

Behawior seksualny

Reprodukcja jest procesem kosztownym i często szkodliwym dla organizmu, który podejmuje ją tylko dlatego, że czynności z nią związane są w większości czynnościami nagradzanymi – przynoszą intensywną przyjemność, regulowaną przez dobrze określony neurobiologicznie układ nagrody. Behawior seksualny, którego celem bezpośrednim jest zapłodnienie jaja, a finalnym – wydanie płodnego potomstwa, jest złożony, gdyż pełni istotną rolę w selekcji partnera, którego geny powinny pomóc, a nie przeszkadzać naszym genom w stworzeniu jak najlepszego następnego nośnika genów. W związku z tym zachowania reprodukcyjne przechodzą przez różne fazy, a duża część zachowania seksualnego jest związana z wyborem partnera.

Neurochemia faz zachowania seksualnego

Przyjmuje się najczęściej, że w zachowaniu seksualnym można wyróżnić trzy, cztery, a u niektórych gatunków pięć faz. Są to:

- Libido czyli pożądanie (*desire*)
- Ekscytacja czyli podniecenie (*arousal*)
- Kopulacja (*coitus*)
- Odprężenie (*relaxation*)
- Rodzicielstwo (*parenting*).

Libido

Libido jest napędzane przez hormony płciowe, testosteron i estradiol. Jest to ochota na seks bez wyraźnego zewnętrznego sygnału erotycznego lub partnera. Jest fazą obligatoryjną, bez której nie może dojść do dalszej aktywności seksualnej. Badania nad działaniem hormonów płciowych zaczęły się w połowie XIX wieku od doświadczeń z kastracją i transplantacją jąder, jednakże jeszcze 50 lat temu wątpiono, czy hormony płciowe dochodzą do mózgu. W latach 60. XX wieku udowodniono jednak, że implanty hormonalne do podwzgórza aktywują zachowania reprodukcyjne, a przy użyciu trytowanych steroidów i metod autoradiografii stwierdzono istnienie w mózgu miejsc wiążących te steroidy i wykazano, że przypominają one receptory wiążące steroidy w jądrach komórek narządów płciowych. Dalsze badania dowiodły, że poza jądrowymi receptorami hormonów płciowych istnieją również receptory błonowe.

Obecnie standardowym modelem do badania zachowania seksualnego samców szczurzych jest kontaktowanie ich z uprzednio kastrowaną samicą, nastrzykaną wysokimi dawkami estrogeny. Bez podania hormonów samica nie jest w stanie podjąć jakichkolwiek czynności seksualnych. Również kastrowane samce nie angażują się w seks.

Nawet u człowieka, u którego behawior seksualny znajduje się pod wpływem silnych wpływów kulturowych i środowiskowych, spadek poziomu testosteronu, następujący z wiekiem, obniża bardzo silnie aktywność seksualną. Co ważne – testosteron u samców jest potrzebny również do utrzymania wysokiego poziomu funkcji poznawczych i stąd starsi mężczyźni często „dziadzieją”. Hormonalna terapia zastępcza dla mężczyzn jest bardzo skuteczna i pomocna w okresie jesieni życia i warto nią zainteresować seniorów. Jednakże efekty pozytywne obserwuje się tylko u mężczyzn, których poziom testosteronu we krwi był poniżej normy.

Podniecenie

Faza podniecenia rozpoczyna się z chwilą napotkania odpowiedniego partnera seksualnego. W tej fazie dochodzi do interakcji wielu struktur, niezbędnych dla odpowiedzi seksualnej: bodźce zmysłowe, przetwarzanie informacji, elementy motywacyjne i motoryczne odpowiedzi seksualnej muszą zostać zintegrowane, aby doprowadzić do skomplikowanego, celowego działania. Badania, które części mózgu są zaangażowane w podniecenie prowadzi się najczęściej technikami neuroobrazowania mózgu. Badania

te dowiodły, że u samców z reguły kluczową rolę odgrywa pobudzenie przyśrodkowego obszaru przedwzrokowego (mPOA) i innych struktur limbicznych, przekształcających napływające informacje sensoryczne w odpowiednią odpowiedź behawioralną. U samic mPOA gra rolę przeciwną, hamując pobudzenie, które jest wywołane aktywacją innego jądra podwzgórzowego, jądra przykomorowego.

Stopień podniecenia bada się u ludzi technikami neuroobrazowania mózgu w czasie oglądania klipów pornograficznych. Pierwsze takie badania, techniką PET, wykonano w 1999 roku, opisując zmiany aktywności mózgu męskiego w czasie pobudzenia seksualnego. Analogiczne badania na kobietach wykonane dwa lata później doprowadziły do wniosku, że u obu płci pobudzenie seksualne aktywuje wiele takich samych obszarów, przy czym jednak odpowiedzi u mężczyzn są silniejsze niż u kobiet, w szczególności w jądrze migdałowatym i podwzgórzu, a siła odpowiedzi obserwowanej obiektywnie koreluje z subiektywną oceną stopnia pobudzenia. Dalsze badania wykazały niezwykle interesującą różnicę między płciami: w mózgu kobiecym oprócz obszarów aktywowanych przez filmy erotyczne, występują obszary, których aktywność jest hamowana przez pobudzenie seksualne. Dotyczy to głównie górnego i środkowego zawoju czołowego i to w znacznie silniejszym stopniu po stronie prawej. Sądzi się, że są to obszary hamujące pewne typy zachowania, w innych bowiem badaniach okazało się, że są one aktywowane przy uczuciu zawstydenia i podejmowaniu decyzji o charakterze moralnym. Tak więc neurobiologia sugeruje, że kobiety są bardziej wstydliwe od mężczyzn, mając wykształcony „organ wstydu”. Nie można jednak wykluczyć, że jest to cecha nabyta kulturowo, a obserwacje wskazują, że silna u młodych dziewcząt wstydliwość często całkowicie zanika u kobiet starszych.

Neuroprzekazniki biorące udział w regulacji podniecenia to monoaminy: dopamina i noradrenalina, a także acetylocholina, pełnią rolę aktywatorów, a serotonina hamuje zachowania seksualne.

Seks szczura

Badania behawioru seksualnego szczurów dostarczyły bardzo wiele informacji dotyczących podstaw neurobiologicznych procesów związanych z reprodukcją.

Zachowanie seksualne samca szczura reguluje szlak przewodzący podniety zmysłowe – u szczura przede wszystkim zapachowe. Jest to szlak biegnący z opuszki węchowej do tylnobocznego i podstawnoprzyśrodkowego jądra migdałowatego. Z jądra podstawno-brzusznego pobudzenie biegnie bezpośrednio

do struktury regulującej poczucie przyjemności – do jądra półleżącego przegrody. Natomiast jądro tylnoprzyśrodkowe pobudza przyśrodkowy obszar przedwzrokowy, z którego najsilniejsze pobudzenie idzie do brzuszno-tylnego obszaru nakrywki – okolicy zawierającej jądra neuronów dopaminowych. Te wysyłają projekcje do jądra półleżącego przegrody, głównego elementu już wspomnianego układu nagrody. Obszar przedwzrokowy pobudza również bezpośrednio jądro półleżące przegrody, a ponadto część brzuszno-gałąki bladej. Obszar ten jest również pobudzany przez jądro półleżące przegrody, a jest to obszar bardzo ważny w utrzymywaniu więzi partnerskiej.

Chociaż badania zachowania seksualnego szczurów bardzo rozwinęły naszą wiedzę, musimy pamiętać, że samo zachowanie seksualne szczura – zarówno zaloty, jak i kopulacja, są bardzo różne od ludzkich. Męski behawior kopulacyjny szczura zaczyna się od wielokrotnego krycia, czyli wskakiwanie na samicę i zeskakiwanie z niej. Dopiero po wielu kryciach następuje okres intromisji – wprowadzania członka do pochwy na 200–300 ms i wyjmowanie go. Takich intromisji jest zwykle kilkanaście i są one powtarzane co 20–30 s. Dopiero po zazwyczaj 10–12 intromisjach następuje ejakulacja, przy czym ejakulacje powtarzane są wielokrotnie, do momentu nasycenia samca. Jeżeli jednak nasyconego samca zetknie się z nową samicą, zachowanie kopulacyjne powraca. Jest to tak zwany efekt Coolidge’a – zniesienie zmęczenia seksualnego samca przez zmianę partnerki – obserwowany w całym świecie ssaków, łącznie z człowiekiem. Efekt ten niewątpliwie podnosi szansę na zwiększenie liczebności potomstwa samca.

Zachowaniem samicy szczura przez długi czas się nie przejmowano, ale ze względu na coraz większe docenianie partnerskiej roli kobiet i tu wreszcie podjęto badania. Okazuje się, że behawior samicy, która ma możliwość swobodnego dostępu do samca i ucieczki przed nim jest znacznie bardziej złożony. Występuje w nim trzy odmienne elementy.

Pierwszym z nich jest *receptywność* – zdolność do kopulacji, mierzona odruchem lordozy czyli wygięciem grzbietu w czasie krycia. Jeżeli samica nie posiada hormonów żeńskich, nie przyjmie tej pozycji i kopulacja jest niemożliwa. Reakcja lordozy jest jednak reakcją automatyczną i samica przyjmuje tę pozycję nawet wówczas, gdy nie ma ochoty na kopulację.

Proceptywność to chęć samicy do kopulacji, mierzona liczbą zachowań zachęcających, takich jak podchodzenie do samca, trącanie go nosem, obwąchiwanie mu genitaliów, a także charakterystyczne strzyżenie uszami oraz podskoki i ucieczki dookoła klatki.

Atrakcyjność to jeszcze jeden atrybut samicy. Jedne samice szczurów mogą być dla samców atrakcyjne, a inne nie. Nieatrakcyjne samice nie wzbudzają w samcu chęci do kopulacji (samce nie chcą na przykład kopulować z samicami kastrowanymi).

Feromony ludzkie?

Chociaż u człowieka wiele detali się różni, pewne cechy zachowania seksualnego są analogiczne. Zachowanie seksualne gryzoni jest bardzo silnie sterowane przez feromony. Powstał więc problem, czy feromony występują również u ludzi, u których organ wykrywający feromony, narząd przylemieszowy, jest niedorozwinięty? Badania wykazały jednak, że jeżeli w pomieszczeniu rozpyli się bezwonne hormony płci przeciwnej, w okolicach podwzgórza związanych z odpowiedziami seksualnymi następuje pobudzenie. Tak, że chyba możemy się zauroczyć płcią przeciwną, sami o tym nie wiedząc. Jak wykazały niezwykle pomysłowe badania, mężczyźni potrafią „wyczuć” czy kobieta jajeczkuje. W badaniach poproszono grupę dziewcząt tańczących między stolikami w lokalu (ang. *go-go girls*), aby przez dwa miesiące codziennie notowały wysokość otrzymywanych napiwków i zaznaczały, w jakiej fazie cyklu miesięcznego się znajdują. Średnie napiwki dziewczyn wynosiły 260 USD za noc. Dziewczyny w czasie miesiączki zarabiały w ciągu nocy tylko 185 USD, zaś jajeczujące *go-go girls*, (ale tylko te, które nie stosowały hormonalnych środków antykoncepcyjnych), przynosiły rano do domu 335 USD.

Orgazm i oksytocyna

Fazą do której zmierza zachowanie kopulacyjne jest orgazm. Badania aktywności męskiego mózgu w czasie orgazmu (badani musieli pozostawać wówczas praktycznie nieruchomo w maszynie do neuroobrazowania, ale byli stymulowani ręcznie przez swoją partnerkę i wspomagali się wyobrażeniami wzrokowymi). W czasie ejakulacji obserwowano silną aktywację obszaru przejściowego między między mózgowiem a śródmózgowiem, zwłaszcza obszaru brzusznej nakrywki (VTA) – głównego ośrodka układu nagrody. Wystąpiła też silna aktywacja zwojów podstawy (bocznej łupiny), przedmurza, przedniej części kory wyspowej i przedniego jądra wzgórza. Brak natomiast było aktywności w podwzgórzu. Obserwowana aktywacja prawostronnej kory wzrokowej dowodziła, że badani rzeczywiście wspomagali się wyobrażeniami erotycznymi, Ciekawym zjawiskiem była też silna aktywacja mózdzku, ale może bardziej

interesujący był zanik aktywności zespołu jąder migdałowych i kory śródwęchowej. Te struktury są silnie związane z emocjami strachu, napięcia i stresu, więc badanie sugeruje, że po orgazmie następuje okres wyciszenia, zmniejszenia aktywności i zapomnienia o kłopotach. Wiele doświadczonych par wie to zresztą z doświadczenia – stosunek płciowy jest najskuteczniejszą taktyką pojednania się, choćby chwilowego, zwaśnionych małżonków.

Wydaje się, że znamy również neurochemiczny mechanizm tego zjawiska – jest to opisane u człowieka i zwierząt uwalnianie się w czasie orgazmu oksytocyny, hormonu silnie wpływającego na psychikę, znośzącego lęk, stymulującego zachowania opiekuńcze. U człowieka donosowe podania oksytocyny zwiększają zaufanie do partnera i obniżają poziom lęku, prawdopodobnie działając na zespół jąder migdałowych.

Badania na szczurach, w których samce trzymane z samicami niereceptywnymi (nie dochodzi do kopulacji) i receptywnymi (kopulacja) wykazały, że u zwierząt kopulujących podnosi się poziom oksytocyny we krwi, a samce po kopulacji są „odważniejsze”, częściej odwiedzając otwarte ramiona podniesionego labiryntu i wchodząc do oświetlonej skrzynki, a efekty te blokuje podanie swoistego antagonisty oksytocyny.

Konsekwencje zmniejszenia lęku po kopulacji u różnych gatunków mogą być różne i mogą przynosić różne korzyści. U szczurów ewolucyjnie korzystne po kopulacji będzie poszukiwanie, nowej partnerki, nawet gdy związane to jest z ryzykiem,

System oksytocynowy zmniejsza reaktywność na stres i promuje sen wolnofalowy, stąd też może być odpowiedzialny za odprężenie i uspokojenie po kopulacji i orgazmie. Być może orgazm poprawia też psychiczną odporność wojownika i stąd częste pomieszanie agresji seksualnej i wojennej.

Tak więc aktywność seksualna i kopulacja powodują uwalnianie w mózgu samców oksytocyny, co powoduje obniżenie odpowiedzi emocjonalnych na czynniki powodujące lęk, a to może mieć znaczenie dla pozytywnego wpływu aktywności seksualnej na zdrowie psychiczne. Jak wspomniano, kopulacja jest dobrym środkiem łagodzenia sporów małżeńskich. W tym kontekście należałoby rozważyć społeczne behawioralne konsekwencje celibatu.

Ciekawe są również obserwacje dotyczące orgazmu u kobiet, chociaż nie jest on tak łatwo widoczny, jak u mężczyzn. Badania ankietowe wykazały, że w wielu parach kobiety nie przeżywają orgazmu, oraz że w małżeństwach, w których kobietom zależy na dobrym samopoczuciu mężczyzny, orgazmy symulują. Z drugiej strony udany orgazm dla kobiety zwykle

bardzo podnosi jej sprawność fizyczną i psychiczną, co też wydaje się ważnym zjawiskiem przystosowawczym.

Odpężenie i wazopresyna

Końcowa faza stosunku seksualnego – odpężenie – występuje u gatunków tworzących stałe pary i odpowiada za tworzenie więzi partnerskiej, u człowieka określanej jako przywiązanie. Faza ta jest związana z uwalnianiem nie tylko oksytocyny, ale także pokrewnego jej neuropeptydu – wazopresyny. Uwalniania w fazie odpężenia jest silnym czynnikiem promnestycznym (potęgującym pamięć) i konsoliduje pamięć przeżytych chwil, co łączy przyjemność z osobą partnera, a ta u gatunków monogamicznych może powodować stworzenie pary, w przyszłości wspólnie opiekującej się potomstwem (czyli nośnikami wspólnych genów). Po stworzeniu pary i przesunięciu akcentu na reprodukcyjną stronę seksu, zwykle utrzymuje się wysokie zainteresowanie seksem rekreacyjnym, co wzmacnia siłę związku partnerskiego.

O znaczeniu wazopresyny dla tworzenia monogamicznych par powiedziały badania nad pokrewnymi gatunkami norników, z których jeden – nornik preriowy, jest gatunkiem monogamicznym, a drugi – nornik łąkowy – promiskuitycznym (to znaczy żyjącym z wieloma partnerkami bez stałych związków).

Neurobiologia wierności

Monogamia jest zjawiskiem stosunkowo rzadkim u ssaków, gdyż w trwałe pary łączy się u nich mniej niż 5% gatunków, podczas gdy 90% gatunków ptaków jest monogamicznych. Naczelne są nieco „moralniejsze” niż inne ssaki, ale i tu przeważają gatunki promiskuityczne (wiele partnerek, żadnych związków) i poliginiczne (jeden samiec, kilka samic w trwałym związku). Jeżeli chodzi o ludzkie społeczeństwa historyczne, to tylko około 20% było monogamicznych, a kultury poligamiczne ustąpiły monogamicznym dopiero w ostatnich stuleciach.

W około 80% wczesnych cywilizacji występowała poligamia typu haremowego. W kulturach zachodnioeuropejskich i pochodnych obowiązywać zaczęła monogamia, współcześnie przechodząc często w poligamię sukcesywną. Promiskuityzm jest zawsze popularny, obecnie w naszej kulturze również wśród kobiet, chociaż w wielu kulturach jest bardziej potępiany, niż wśród mężczyzn. Pogodzeniem monogamii i promiskuityzmu stała się instytucja prostytucji.

Badanie, dlaczego niektóre gatunki wybierają monogamię umożliwił fakt, że wśród blisko spokrewnionych gatunków rodzaju nornik (*Microtus*)

występują zarówno gatunki promiskuityczne, jak i monogamiczne. Tak np. nornik preriowy *Microtus orchogaster* jest społeczny, monogamiczny, a samiec dba o potomstwo, natomiast samiec nornika łąkowego *Microtus pennsylvanicus*, to promiskuityczny samotnik, o potomstwo niedbający. W zachowaniu tych dwóch gatunków widać różnice w odnoszeniu się do płci przeciwnej, które można zinterpretować jako większą czułość partnera u nornika preriowego. Norniki preriowe trzymane razem chętnie pozostają w kontakcie cielesnym stykając się bokami, a więc tulą się do siebie, norniki łąkowe preferują natomiast samotność i tulą się do siebie znacznie rzadziej.

Te różnice w stosunku do partnera ujawniły się zwłaszcza w doświadczeniu, które zaczynało się tym, że pary norników, tak preriowych jak i łąkowych, umieszczano na noc we wspólnej klatce, przy czym samica była w receptywnym okresie cyklu rujowego. Niezależnie od gatunku, wszystkie pary wykorzystywały taką okazję. Po wspólnej nocy, rano do klatki wprowadzano drugą samicę i przez trzy godziny obserwowano, do której samiec będzie się chętniej tulił. Nornik preriowy tulił się głównie do starej, a nie nowej partnerki, a łąkowy w ogóle tulił się mało, i nie wykazywał żadnej preferencji.

Czy w mózgu nornika preriowego istnieje coś, co czyni go wiernym partnerem? Metodą autoradiografii badano gęstość receptorów wazopresynowych V1aR w mózgu obu gatunków i stwierdzono, że stężenie tych receptorów w brzusznej gałce błędej jest znacznie wyższe u nornika preriowego. Aby potwierdzić rolę receptora V1aR spróbowano „umoralnić” molekularnie norniki łąkowe, podając im do brzusznej gałki błędej wirusowy wektor zawierający gen kodujący receptor wazopresyny V1aR. Trafiona iniekcja powodowała zwiększoną ekspresję V1aR w brzusznej gałce błędej, a to powodowało powstanie skłonności do monogamii: transfekowane V1a norniki łąkowe zaczęły przebywać ponad połowę czasu z partnerkami z poprzedniej nocy.

Znaczenie więzi partnerskiej

Najistotniejszym biologicznie celem seksu, bardzo silnie nagradzanym uczuciem przyjemności, jest macierzyństwo oraz ojcostwo, również w zdrowej rodzinie dające olbrzymią satysfakcję i stabilizujące uczucie przywiązania. Wiąż partnerska utrzymuje się zwykle bardzo długo, znacznie poza okres reprodukcyjny, a wzmacnia ją aktywność seksualna, utrzymującą się w zaskakująco dużej liczbie starszych par (ponad 25% po 80 roku życia). Mamy zresztą na ten temat przekazy historyczne i biblijne. Z całą pewnością starą parą uprawiającą seks, i to owocny, byli podeszli

w wieku święty Zachariasz i święta Elżbieta. Owocem tej aktywności był święty Jan Chrzciciel. Być może nadmierna aktywność seksualna spowodowała mały wylew u św. Zachariasza, który przejściowo stracił mowę, kiedy dowiedział się o ciąży swej starej żony od archanioła Gabriela.

Długotrwałe utrzymanie więzi partnerskiej ma istotne znaczenie dla dalszego zapewniania najlepszych warunków przeżycia naszego materiału genetycznego. Wydaje się, że to właśnie spowodowało, że ewolucja preferuje długowieczność człowieka.

Prof. dr hab. Jerzy Vetulani, neuropsychofarmakolog, członek PAU, PAN i EDAB, jest profesorem MWSZ im. Józefa Dietla i Instytutu Farmakologii PAN w Krakowie. E-mail: nfvetula@cyfronet.pl.

GENETYKA SYSTEMU GAL4/UAS, CZYLI JAK WYWOŁAĆ TKANKOWO-SPECYFICZNĄ EKSPRESJĘ GENU W ORGANIZMIE MUSZKI OWOCOWEJ (*DROSOPHILA MELANOGASTER*)

Jolanta Górską-Andrzejak (Kraków)

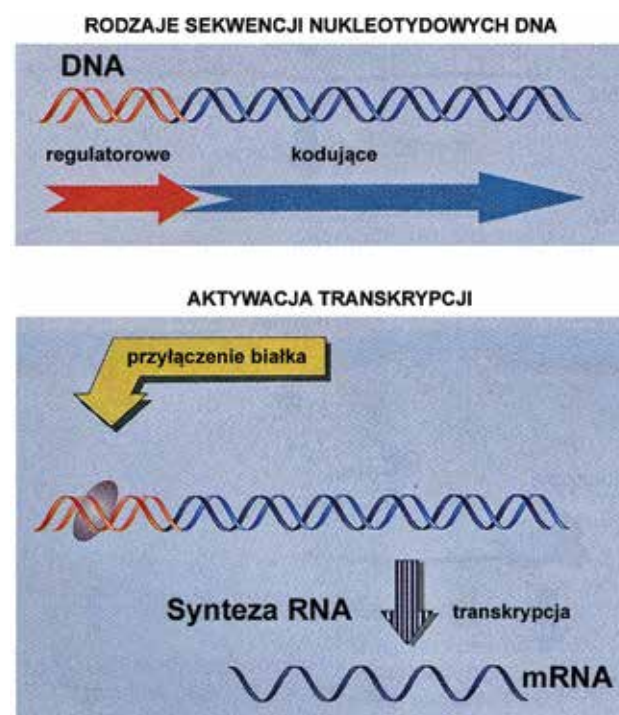
System GAL4/UAS jest metodą genetyczną, w której wykorzystuje się pochodzące z genomu drożdży (*Saccharomyces cerevisiae*) sekwencje GAL4 i UAS do wywołania w organizmie muszki owocowej ukierunkowanej ekspresji wybranego genu. Przez ukierunkowanie ekspresji genu (ang. *targeted gene expression*) rozumiemy selektywną aktywację jego transkrypcji tylko w pewnym typie komórek lub w ściśle określonym czasie, np. na określonym etapie rozwoju. Metoda ta, opracowana przez Andreę H. Brand i Norberta Perrimona w 1993 roku (Brand i Perrimon, 1993. *Targeted gene expression as a means of altering cell fates and generating dominant phenotypes. Development* 118, 401–415), stała się jedną z ważniejszych metod badawczych stosowanych, gdy celem badań jest poznanie funkcji genu *in vivo* (tj. wewnątrz żywego organizmu).

Fakt, że w organizmie muszki owocowej możliwe jest wywołanie tkankowo-specyficznej ekspresji genów, bardzo przyczynił się do zwiększenia popularności tego owada jako organizmu modelowego w badaniach biologicznych.

Działanie sekwencji GAL4 i UAS w komórkach drożdży

W skład DNA wchodzi dwa rodzaje sekwencji nukleotydowych (Ryc. 1). Są to sekwencje kodujące, które ulegają ekspresji (na ich matrycy, w procesie transkrypcji jest syntetyzowany RNA, a następnie na matrycy RNA w procesie translacji jest syntetyzowane

białko) oraz sekwencje regulatorowe, które nie ulegają ekspresji, lecz kontrolują ekspresję sekwencji kodujących. Synteza RNA zachodzi tylko wtedy, gdy do sekwencji regulatorowych przyłączą się określone białka (Ryc. 1).



Ryc. 1. Rodzaje sekwencji nukleotydowych DNA oraz aktywacja transkrypcji sekwencji kodujących. Sekwencja DNA regulatorowego zawiera obszar wiążący dla białek (czynników transkrypcyjnych) regulujących proces transkrypcji. Na skutek aktywacji transkrypcji powstaje mRNA, czyli matrycowy RNA (zmienione za *Genes VII*, B. Lewin; Oxford University Press, 2000).

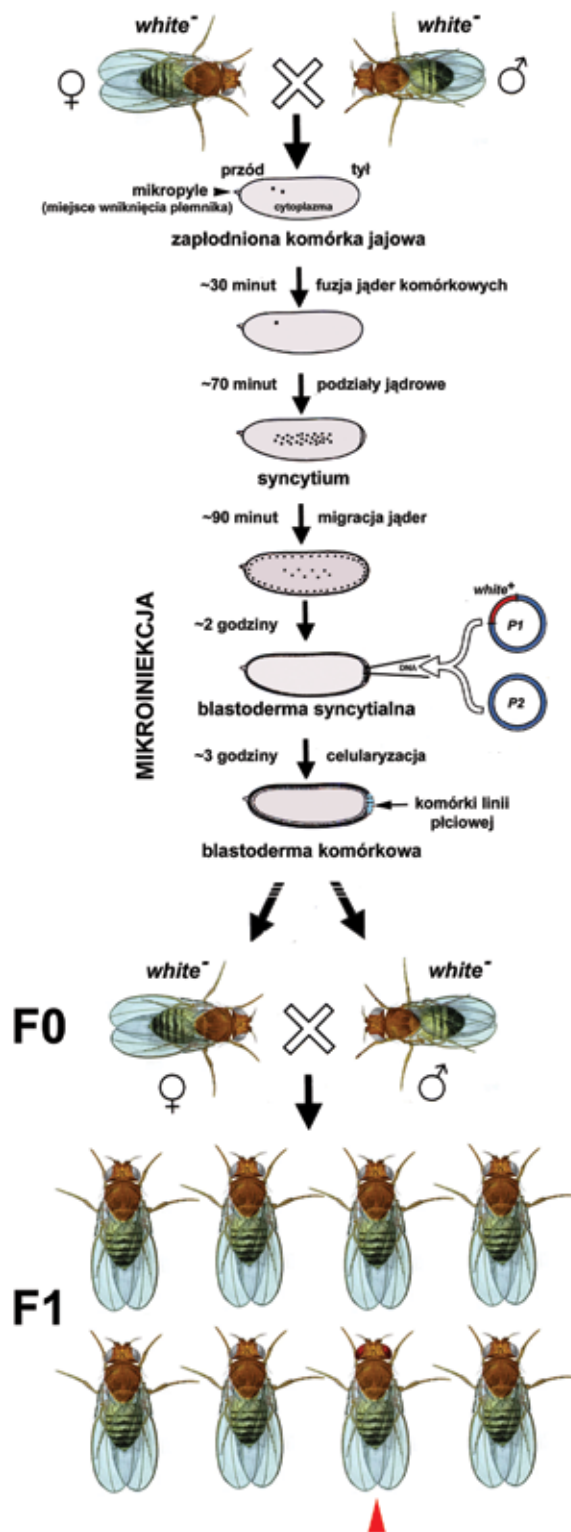
W genomie drożdży, sekwencje *GAL4* i UAS są częścią układu regulującego katabolizm (rozkład) galaktozy, przy czym *GAL4* jest sekwencją kodującą, natomiast UAS sekwencją regulatorową. *GAL4* koduje białko (*GAL4*) będące klasycznym aktywatorem procesu transkrypcji, co oznacza, że przyłącza się w jądrze komórkowym do odpowiednich sekwencji nukleotydowych DNA regulatorowego i aktywuje transkrypcję określonych genów. Sekwencją regulatorową, do której przyłącza się *GAL4* jest właśnie sekwencja UAS (ang. *Upstream Activating Sequence*), natomiast genami, których transkrypcję aktywuje, są geny kodujące enzymy zaangażowane w rozkład galaktozy (np. *GAL1*, *GAL10*). Aktywujące działanie *GAL4*, a w konsekwencji transkrypcja genów takich jak *GAL1* czy *GAL10*, mogą być jednak zahamowane. Dzieje się tak wtedy, gdy do białka tego przyłączy się produkt innego genu – genu *GAL80*.

Ostatecznie to, czy dojdzie do transkrypcji genów kodujących enzymy rozkładające galaktozę zależy od jej obecności w środowisku. Galaktoza jest induktorem całego systemu. W jej obecności *GAL80* nie może wiązać się do *GAL4*, dzięki czemu *GAL4* aktywuje transkrypcję genów kodujących enzymy przeprowadzające jej rozkład. Z kolei brak galaktozy umożliwia powstawanie kompleksów *GAL80* - *GAL4* i skutkuje zahamowaniem transkrypcji tych genów. Dzięki regulacji ekspresji genów na poziomie transkrypcji, enzymy przeprowadzające rozkład galaktozy są obecne w komórkach drożdży tylko wówczas, gdy jest ona w komórce obecna, a więc gdy są komórce rzeczywiście potrzebne.

Jak działa system *GAL4/UAS* u *Drosophila*?

Działanie systemu *GAL4/UAS* u muszki owocowej polega na tym, że drożdżowe białko *GAL4* jest wykorzystywane do aktywacji interesującego nas genu (nad którego funkcją prowadzone są badania) w określonym typie komórek muszki lub na określonym etapie rozwoju tego owada. Wcześniej jednak gen ten musi być wyodrębniony, sklonowany (powielony) i wstawiony za sekwencją UAS, czyli umieszczony pod jej kontrolą. Tylko gen przez tę sekwencję kontrolowany, staje się genem docelowym (ang. *target gene*) dla *GAL4* i może być przez to białko aktywowany. Kluczowym jest tu fakt, że w genomie *D. melanogaster* nie występuje endogenna sekwencja, która byłaby podobna do sekwencji UAS u drożdży. Dzięki temu, w komórkach muszki, *GAL4* aktywuje wyłącznie transkrypcję badanego (wstawionego za UAS) genu.

Aby jednak system *GAL4/UAS* mógł działać w komórkach muszki, należy najpierw wprowadzić



Ryc. 2. Procedura transformacji *Drosophila*. W czasie pierwszych 2–2,5 godzin od zapłodnienia komórki jajowej muszki owocowej, jądro zygoty przechodzi kolejne podziały mitotyczne. Podziałom tym nie towarzyszą podziały cytoplazmy, a więc jajo staje się komórką wielojądrową (*syncytium*) zawierającą około 6000 jąder potomnych. Jądra te początkowo znajdują się w środkowej części cytoplazmy jaja, jednak wkrótce migrują ku powierzchni, gdzie układają się w jedną warstwę tworząc tak zwaną *blastodermę syncytialną*. Na tym etapie rozwoju embrionalnego (tj. między 2 a 3 godziną) jest wprowadzany wektor, element P zawierający wstawiany materiał genetyczny, przy czym jest on wprowadzany do embrionu *Drosophila* w plazmidzie (P1). Plazmid to bakteryjna

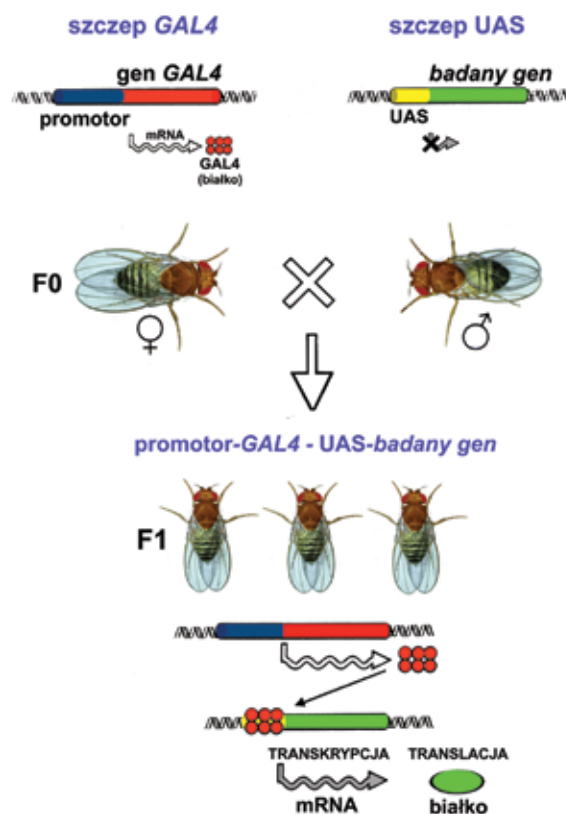
cząsteczka DNA, która występuje poza chromosomem i ulega replikacji niezależnie od chromosomalnego DNA. Wprowadzenie elementu P w plazmid umożliwia jego modyfikowanie tj. wstawianie do niego różnych genów, a następnie namnażanie w komórkach bakterii. Plazmid wraz z elementem P wprowadza się poprzez mikroiniekcję do tylniej części jaja, gdyż tam dochodzi do wyodrębnienia się grupy komórek linii płciowej zarodka. Ponieważ charakterystyczne dla elementu P, niekontrolowane przemieszczanie się w genomie mogłoby zaburzyć stabilność materiału genetycznego komórek płciowych, proces transformacji przeprowadza się w taki sposób, aby po wbudowaniu się w genom muszki, element P wraz z transgenem (wstawionym genem) nie mógł się już przemieszczać. Aby to osiągnąć, transformację przeprowadza się za pomocą dwóch plazmidów (**P1** i **P2**). Pierwszy z nich to plazmid, który zawiera sekwencję elementu P wraz ze wstawionym w niego genem (ang. *carrier P element*; **P1**), ale bez genu kodującego transpozazę, przez co nie jest on w stanie zintegrować się z genomem muszki. Drugi, to pomocniczy plazmid bakteryjny niosący gen transpozazy (ang. *helper*; **P2**). Plazmid ten ulega ekspresji (na matrycy DNA znajdującego się w nim genu komórka syntetyzuje enzym transpozazę), ale wkrótce się gubi, ponieważ nie może się wbudować w chromosom. Do **P1** wstawia się także tzw. gen markerowy, który wywołuje zmiany fenotypowe znakujące osobniki, u których proces transformacji powiódł się. Gdy transformuje się szczep muszek o białych oczach (homozygoty pod względem zmutowanego genu *white*-), genem markerowym może być gen *white*+ (czerwone oko – dziki fenotyp). Czerwone oko jest cechą dominującą nad białym okiem, a więc osobniki, u których element P zintegrował się z genomem mają czerwone oczy (czerwona strzałka). W tym przypadku selekcja muszek niosących transgen może być dokonana na podstawie barwy oczu.

konstrukty genetyczne zawierające drożdżowe sekwencje *GAL4* i UAS (wraz z sekwencją badanego genu) do genomu tego organizmu, czyli przeprowadzić genetyczną transformację muszek. Wektorem umożliwiającym wprowadzenie tego materiału genetycznego jest pochodzący z *D. melanogaster* transpozon zwany elementem P (ang. *P-element*). Jest to krótki odcinek DNA, który może zmieniać swoją pozycję w genomie komórek linii płciowej. W obecności enzymu transpozazy może wyskoczyć z danego miejsca i wbudować się niemal w każdym miejscu chromosomu (transpozycja). W transpozon ten wprowadza się metodami inżynierii genetycznej określony materiał genetyczny, w tym przypadku sekwencje z genomu drożdży, aby za pośrednictwem transpozonu włączyły się w genom muszki. W wyniku przeprowadzonej transformacji (ang. *P-element mediated transformation*, Ryc. 2) otrzymuje się szczepy muszek transgeniczných.

Wprowadzając do genomu muszek drożdżowe sekwencje *GAL4* i UAS, zazwyczaj umieszcza się je oddzielnie, tworząc dwa różne szczepy muszek pokolenia rodzicielskiego (Ryc. 3). Jeden z nich zawiera sekwencję kodującą *GAL4* (szczep *GAL4*), natomiast drugi – regulatorową sekwencję UAS (szczep UAS). W tym pierwszym, sekwencja kodująca *GAL4* jest umieszczana pod kontrolą określonego DNA regulatorowego muszki, czyli określonego promotora (promotor-*GAL4*). Promotor ten pełni bardzo ważną rolę. Jeżeli chcemy badać funkcję danego genu w określonym typie komórek lub tkanek, wówczas sekwencja *GAL4* musi być kontrolowana przez promotor kierujący jej ekspresję właśnie do tego typu komórek lub

tkanek. Z kolei w szczepie UAS, za sekwencją UAS znajduje się sekwencja kodująca badany gen, który jest genem docelowym dla *GAL4* (UAS-*badany gen/gen docelowy dla GAL4*). A zatem, miejsce ekspresji badanego genu jest determinowane przez miejsce ekspresji *GAL4*, a to z kolei kontroluje odpowiedni promotor.

W przypadku, gdy poszczególne elementy systemu *GAL4/UAS* są rozdzielone między dwoma szczepami muszek, osobniki wykazujące ukierunkowaną ekspresję badanego genu uzyskuje się dopiero po skrzyżowaniu ze sobą samca i samicy z tych dwóch szczepów (Ryc. 3). Dopiero w genomie ich potomstwa (F1) znajdują się wszystkie sekwencje potrzebne do jego mobilizacji. System *GAL4/UAS* nie działa w pokoleniu rodzicielskim (F0), gdyż u tych osobników nie jest kompletny. W szczepach typu UAS, gen docelowy pozostaje w uśpieniu z powodu braku aktywatora jego transkrypcji, czyli białka *GAL4*. Z kolei w szczepach *GAL4*, aktywator jest wprowadzany w niektórych komórkach obecny, ale nawet w nich nie może aktywować ekspresji żadnego genu, gdyż w genomie tych muszek brak jest sekwencji UAS (Ryc. 3).



Ryc. 3. Zasada krzyżowania szczepów transgeniczných *Drosophila melanogaster* w systemie *GAL4/UAS*.

Jaki sens ma umieszczanie w osobnych liniach transgeniczných genu *GAL4* i kontrolowanego przez UAS genu docelowego dla *GAL4*? Rozwiązanie to

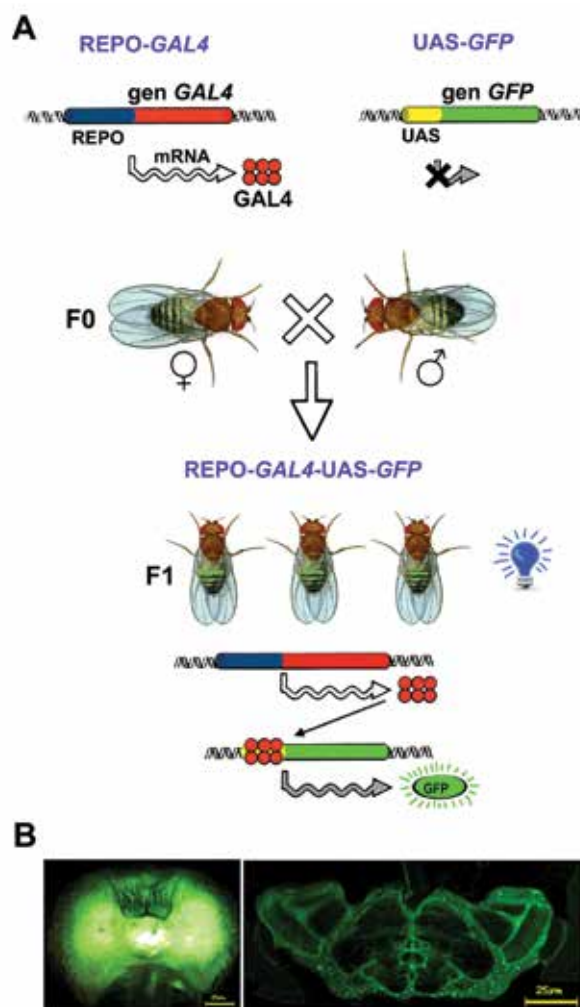
jest korzystne z praktycznego punktu widzenia. Będąc w posiadaniu odpowiednio dużej kolekcji szczepów muszek transgeniczných można szybko uzyskać (przez krzyżowanie, a nie transformację) osobniki, u których badany gen jest aktywowany w różnych typach tkanek lub komórek. W tym celu krzyżuje się muszki linii UAS-*badany gen* z muszkami różnych linii *GAL4*. W każdej z nich gen *GAL4* powinien znajdować się pod kontrolą innej sekwencji regulatorowych (promotorów różnych genów), przez co jego wzór ekspresji w organizmie będzie specyficzny dla genu, od którego pochodzi promotor.

Generowanie szczepów muszek transgeniczných o różnym wzorze ekspresji *GAL4* umożliwia technika *enhancer—trap* (z angielskiego). Aby wyjaśnić jej działanie należy przypomnieć, że transkrypcja większości genów eukariotycznych organizmów wielokomórkowych wymaga współdziałania dwóch rodzajów sekwencji regulatorowych DNA. Są to wspomniane wcześniej sekwencje promotorów, czyli odcinków DNA leżących zazwyczaj powyżej sekwencji kodujących oraz sekwencje enhancerów, czyli wzmacniaczy. Sekwencje wzmacniające transkrypcję, w przeciwieństwie do promotorów mogą być położone w znacznej odległości od danego genu, nawet kilka tysięcy par zasad powyżej lub poniżej jego sekwencji. Ważną ich cechą jest to, że funkcjonują tylko w określonych typach komórek (liniach komórkowych). Generowanie różnych szczepów *GAL4* w metodzie *enhancer—trap* polega więc na tym, że sekwencja kodująca *GAL4* jest wprowadzana do genomu muszki bez sekwencji regulatorowej. Ponieważ wektor niosący *GAL4* integruje się z genomem muszki owocowej w przypadkowej lokalizacji, transkrypcja tej sekwencji będzie kontrolowana przez przypadkowy, leżący w pobliżu miejsca jej wstawienia promotor i enhancer.

Technikę generowania różnorodnych linii *GAL4*, czyli technikę *enhancer—trap* stosuje się na wielką skalę. Dzięki niej cały czas są generowane i opisywane nowe szczepy muszek transgeniczných, które charakteryzuje komórkowo-specyficzny wzór ekspresji *GAL4*. Tego typu badania prowadzone są na przykład w ośrodku badawczym Instytutu Medycznego im. Howarda Hughes (Howard Hughes Medical Institute), w Janelia Farm Research Campus, w USA. Realizowany tam projekt badawczy zakłada generowanie i charakteryzowanie bardzo dużej liczby różnorodnych szczepów *GAL4*, dzięki którym można będzie badać funkcję interesującego nas genu *in vivo*, w różnych typach komórek.

Oddzielenie od siebie w osobnych szczepach transgeniczných badanego genu (genu docelowego dla *GAL4*) i genu kodującego *GAL4* jest rozwiązaniem

korzystnym, także ze względu na lepszą kondycję i żywotność muszek transgeniczných pokolenia rodzicielskiego. Ponieważ tylko w pokoleniu F1 obecne są wszystkie elementy potrzebne do uaktywnienia systemu *GAL4/UAS*, tylko w F1 uwidacznia się fenotyp ukierunkowanej ekspresji genu, wraz ze wszystkimi tego konsekwencjami. Niekiedy jest to śmierć organizmu (efekt letalny).



Ryc. 4. Schemat krzyżowania szczepów rodzicielskich (F0), gdy celem krzyżówki jest wyznaczenie za pomocą reporterowego GFP (gen docelowego dla *GAL4*) komórek glejowych układu nerwowego. A: Pokolenie F0 to dziewicze samice, u których sekwencja kodująca *GAL4* znajduje się pod kontrolą promotora genu *REPO* (kieruje ekspresję *GAL4* wyłącznie do komórek glejowych; szczep *REPO-GAL4*) oraz samce, u których gen reporterowy *GFP* jest umieszczony pod kontrolą sekwencji regulatorowej *UAS* (szczep *UAS-GFP*). U pochodzących z takiej krzyżówki osobników pierwszego pokolenia (F1), białko *GAL4* obecne jest tylko w komórkach glejowych, a więc tylko w tych komórkach przyłącza się do *UAS* i aktywuje transkrypcję genu docelowego leżącego za *UAS*, czyli genu reporterowego *GFP*. B: Zdjęcie tylnej części głowy muszki owocowej oświetlonej światłem niebieskim wzbudzającym fluorescencję GFP. Gdy *GFP* jest obecne we wszystkich komórkach glejowych układu nerwowego, jego fluorescencja jest widoczna nawet przez kutikulę głowy owada (panel lewy). Po wykonaniu cienkiego preparatu mikroskopowego (panel prawy) i wzbudzeniu fluorescencji *GFP* w mikroskopie konfokalnym widoczny jest mózg *D. melanogaster*. Zielona fluorescencja pokazuje w nim miejsca, w których występują komórki glejowe.

Niektóre z możliwych zastosowań systemu GAL4/UAS

Zastosowanie systemu GAL4/UAS jest bardzo szerokie. Umożliwia on ingerencję w procesy komórkowe pojedynczych komórek lub różnych typów komórek *in vivo*, a także mikroskopową wizualizację badanych typów komórek w organizmie.

Gdy genem docelowym dla GAL4 jest gen reporterowy, taki jak np. gen kodujący białko zielonej fluorescencji (GFP, ang. Green Fluorescent Protein; szczep: UAS-GFP), wówczas komórki organizmu transgenicznego, w których doszło do jego ekspresji są widoczne w świetle niebieskim (Ryc. 4). Pod wpływem światła niebieskiego ulega wzbudzeniu zielona fluorescencja obecnego w nich GFP. Jeżeli z muszkami szczepu REPO-GAL4 (promotor genu REPO kieruje ekspresję GAL4 do komórek glejowych układu nerwowego) skojarzymy muszki linii UAS-GFP, wówczas w układzie nerwowym ich potomstwa – tylko w jego komórkach glejowych, będzie obecne białko GFP. W ten sposób komórki te zostaną specyficznie wyznakowane (Ryc. 4B). Co ciekawe, linię transgeniczną REPO-GAL4 można krzyżować z różnego rodzaju liniami UAS-GFP, które pozwolą skierować ekspresję GFP do różnych miejsc w komórce. W przypadku krzyżowania z linią UAS-S65T-GFP (cytoplazmatyczna lokalizacja GFP), GFP będzie występować w cytoplazmie komórek glejowych, natomiast w przypadku krzyżówki z linią UAS-mCD8-GFP (błonowa lokalizacja GFP), GFP pojawi się w błonie komórkowej komórek glejowych. Gdy linią, z którą skrzyżujemy REPO-GAL4 będzie linia UAS-Act-GFP, wówczas reporterowe GFP uwidoczni cytoskielet aktynowy gleju, natomiast w przypadku

linii UAS-mito-GFP (GFP z sygnałem lokalizacji mitochondrialnej), zielona fluorescencja GFP wyznakuje mitochondria komórek glejowych.

Połączenie systemu GAL4/UAS z wyciszającą ekspresję genów interferencją RNA (iRNA), umożliwia wyciszenie ekspresji wybranego genu *in vivo*, w danym typie komórki czy tkanki, za pomocą małych, interferujących cząsteczek RNA (siRNA). Aby to osiągnąć wystarczy skrzyżować z odpowiednią linią GAL4 (zapewniającą tkankowo-specyficzne działanie całego systemu) linię UAS-iRNA, która jest nośnikiem siRNA dla tego genu. Na przykład, u muszek transgeniczných REPO-GAL4 – UAS-iRNA *badanego genu* ekspresja interesującego nas genu będzie wyciszona tylko w komórkach glejowych układu nerwowego. Kontrolujący transkrypcję GAL4 promotor genu REPO zmobilizuje system GAL4/UAS tylko w komórkach glejowych, natomiast iRNA *badanego genu* dokona w nich wyciszenia ekspresji tylko tego genu.

Oczywiście, aby generowanie określonych fenotypów komórkowych było jedynie prostą krzyżówką genetyczną, wyjściowe szczepy transgeniczne typu GAL4 i UAS muszą być ogólnie dostępne. Tak przeważnie się dzieje. Dzięki wspaniałomyślności wielu laboratoriów, głównie genetycznych, wyprowadzone przez nie szczepy są przekazywane do banków szczepów, gdzie są przechowywane i za niewielką opłatą udostępniane badaczom na całym świecie. W Bloomington Drosophila Stock Center (<http://flystocks.bio.indiana.edu/>) można kupić różnorodne linie transgeniczne typu GAL4 i UAS. Lista tych linii jest zamieszczona w katalogu „Common Tools”, czyli powszechnie stosowanych narzędzi badawczych, gdyż do takich niewątpliwie zalicza się dziś system GAL4/UAS.

Dr Jolanta Górską-Andrzejak jest adiunktem w Zakładzie Biologii i Obrazowania Komórki, Instytutu Zoologii, Uniwersytetu Jagiellońskiego.
E-mail: j.gorska-andrzejak@uj.edu.pl.

PYŁ KSIĘŻYCOWY I JEGO DZIWNE WŁASNOŚCI

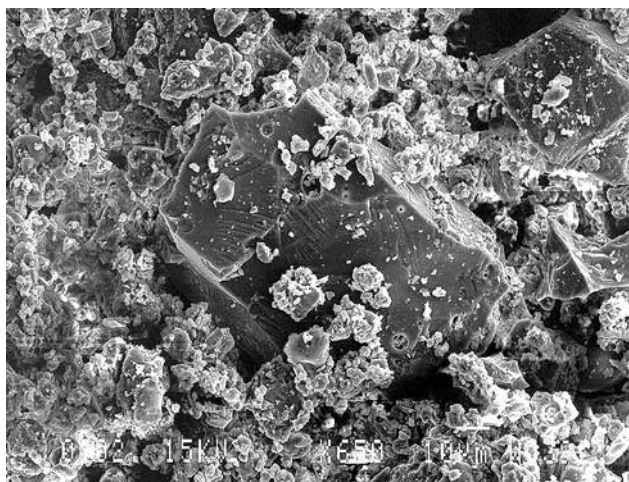
Marek S. Żbik (Queensland)

Księżyc fascynował ludzi od zarania dziejów i znalazł swoje miejsce w wielu wierzeniach, podaniach i opowieściach. Jeszcze nie tak dawno temu snuto spekulacje na temat natury powierzchni księżyca, jak również o tym, co kryje się po drugiej niewidocznej z Ziemi stronie srebrnego globu.

Pierwsze naukowo sprecyzowane dane na temat natury powierzchni księżyca pojawiły się jeszcze

przed początkiem ery kosmicznej. Oto w 1948 roku w biuletynie holenderskiego instytutu astronomicznego pojawił się artykuł (Wesselink 1948) gdzie w oparciu o pomiary fizyczne udowodniono, że na powierzchni księżyca występuje warstwa luźnego materiału okruskowego czyli gruntu. Wesselink przy pomocy teleskopu wrażliwego na zmiany temperatury badał reakcję termiczną gruntu księżycowego

podczas zaćmienia Księżyca. Z powodu braku atmosfery, temperatury na powierzchni, pomiędzy oświetloną częścią a pozostającą w cieniu, są ekstremalnie różne i te różnice dochodzą do 200°C. Przesuwająca się w czasie zaćmienia strefa cienia po powierzchni księżycy pozwoliła pomierzyć, jak szybko powierzchnia ochładza się przechodząc ze strefy oświetlonej w strefę cienia i na odwrót. Prędkość ta związana jest z pojemnością cieplną skał, a to z kolei z przewodnictwem cieplnym. Znając przewodnictwo cieplne podstawowych skał, można było obliczyć model rozdrobnienia tych skał, by zbliżony był do danych otrzymanych z pomiarów wykonanych bezpośrednio dla gruntu księżycowego. Po przeprowadzeniu niezbędnych obliczeń okazało się, że powierzchnia księżycy pokryta jest warstwą rozdrobnionych skał o średniej średnicy ziaren poniżej 0,3 mm. Późniejsze pomiary radarowe potwierdziły istnienie wielometrowej grubości warstwy gruntu księżycowego. Długo jeszcze nie znano własności gruntu księżycy i obawiano się czy aparaty i ludzie wysłani na księżyc nie zapadną się w gruncie jakby wciągnięci do bagna.



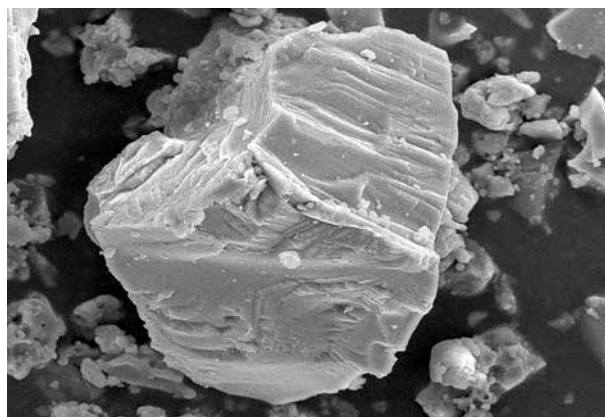
Ryc. 1. Mikrografia SEM gruntu księżycowego ukazuje współwystępowanie większych fragmentów skalnych i bardzo drobnego pyłu (długość kadru w przybliżeniu 0,5 mm).

Z odpowiedzią na powyższy dylemat trzeba było poczekać aż do okresu rozpoczęcia bezpośrednich badań powierzchni księżycy. Początek tej ery datować należy na 3 lutego 1966 roku, kiedy to po raz pierwszy w dziejach ludzkości wytwór technologii człowieka wylądował miękko na srebrnym globie. Tym pierwszym obiektem była sonda kosmiczna Łuna-9 która wylądowała na Oceanie Burz i przesłała drogą radiową pierwsze obrazy z powierzchni Księżyca. Pierwsze badania fizyczne powierzchni przeprowadziła następna z kolei sonda Łuna-13 pod koniec 1966 roku. Dodatkowe badania przeprowadzone przy pomocy sondy Surveyor-1 upewniły ludzi o możliwości

bezpiecznego lądowania i pracy na Księżycu. Pierwsi ludzie wylądowali na Księżycu 21 lipca 1969 roku, a pierwszy w historii ludzkości powrót z Księżyca automatycznej sondy kosmicznej Łuna-16 z próbką gruntu wylądował na Ziemi 24 września 1970 r.

W wyniku początkowego etapu eksploracji Księżyca uzyskano dane z badań bezpośrednio prowadzonych na jego powierzchni, jak i zgromadzono sporą masę gruntu i skał zebranych w czasie poszczególnych misji i poddanych najrozmaitszym testom w ziemskich laboratoriach. Wiele książek (Czerkasow, Schwarew 1979) i artykułów (Simon, Papike, Laul 1981, Grabowska-Olszewska 1984, Żbik 1991 i wiele innych) na temat składu i własności tego gruntu wydano w wielu językach na całym świecie. Pomimo jednak dobrze poznanych charakterystyk tego materiału wiele zagadek czeka jeszcze wyjaśnienia, a inne wciąż pojawiają się w zupełnie nieoczekiwanych okolicznościach (O'Brien 2009).

Czym zatem jest grunt księżycowy? Trzeba na samym początku wyjaśnić, że grunt ten nazywany jest powszechnie regolitem i wyglądem przypomina



Ryc. 2. Ziarno minerału anortytu wchodzące w skład gruntu księżycowego (długość kadru w przybliżeniu 0,2 mm).

ciemny sproszkowany grafit czy bazalt. Jest bardzo drobny, tak jak to przewidywał we wnioskach ze swoich badań Wesselink. Ma zapach, pachnie jak proch strzelniczy po wystrzeleniu pocisku ze strzelby. Jedynie 10% wagowych regolitu stanowią ziarna powyżej 0,25 mm średnicy, a większość to bardzo rozdrobniony pył o średnicach ziarenek poniżej 10 mikronów, jak widać to na mikrografii SEM (Ryc. 1). Tak małe ziarenka nie są już zauważalne dla oka ludzkiego i stanowią jedną zwartą i ciemną masę. Ze względu na te niezwykle małe rozmiary ziarenek księżycowego regolitu podstawowym narzędziem dla badań jest skaningowy mikroskop elektronowy (SEM). Przy

pomocy tego mikroskopu wyraźnie można studiować najmniejsze nawet fragmenty przy powiększeniach czasami ponad pół miliona krotnymi.

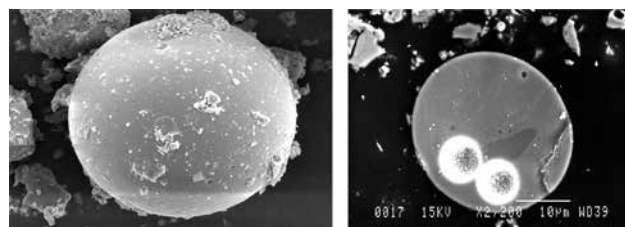
Na fotografiach mikrografiach SEM widoczne są większe fragmenty skał i minerałów oraz bardzo drobna masa ziarenek. Wśród skał dominuje anortozyt i bazalt. Anortozyt to dominująca skała budująca wyżyny i górskie rejony srebrnego globu widoczna na mikrografii SEM (Ryc. 2). Głównym składnikiem tej skały jest anortyt, minerał z rzędu plagioklazów. Jest to skała krystaliczna i zdecydowanie jaśniejsza od bazaltu, buduje ona jaśniejsze obszary Księżyca obserwowanego gołym okiem. Bazalty to skały wylewne, ciemniejszego koloru i budują księżycowe morza, widoczne jako ciemne plamy na oglądanym gołym okiem Księżyca. Do większych ziarenek również można zaliczyć brekcje księżycowe złożone ze spojonych ze sobą fragmentów bodajże wszystkich rodzajów ziaren, jakie można znaleźć na powierzchni Księżyca. We frakcji drobniejszej dominują fragmenty szkliska i rodzaju szlaki szklistej nazywanej aglutynatami.

Jak dotąd skład gruntu nie jest tak odmienny od spotykanego w niektórych rejonach Ziemi. Plagioklasy i ziarna bazaltowe są składnikami wielu podobnych regolitów ziemskich szczególnie w rejonach kojarzonych z wulkanizmem charakteru zasadowego jak przykładowo na Hawajach. Szkliska tam również występują, a szczególnie są częste w popiołach wulkanicznych i związanych z nimi utworami piroklastycznymi. W regolicie księżycowym jest jednak jeden zasadniczy składnik, którego brak jest w regolitach ziemskich – to chondry księżycowe. Chondry księżycowe, jak przedstawione na mikrografii SEM (Ryc. 3), to małe, mniej lub bardziej kuliste ziarenka o rozmiarach poczynając od mikronowych do nawet 0,5 mm. Powstały one w wyniku uderzeniowego topienia skał podczas upadku na powierzchnię Księżyca meteorów. Formy morfologiczne podobne do chondr księżycowych nieznane są na Ziemi. Genetycznie nieco do nich podobne mogą być tektyty osiągające znacznie jednak większe rozmiary. Występowanie zatem submikronowych ziarenek szkliska i chondr księżycowych jest charakterystycznym rysem morfologicznym wyróżniającym grunt księżycowy od gruntu ziemskiego. Czego w gruncie księżycowym brak w porównaniu do gruntu ziemskiego to kwarcu i minerałów ilastych. Obie te grupy mineralne są niezwykle rozprzestrzenione na Ziemi w gruntach, skałach osadowych i glebach.

Chemicznie grunt księżycowy wyróżnia się wysoką zawartością żelaza metalicznego oraz tytanu wchodzącego w skład licznie tu występującego

minerału ilmenitu. Charakterystycznym jest również niska zawartość wody (jak w tektytach) oraz wysoka zawartość tak egzotycznego na Ziemi helu, w dodatku, z kompletnie do niedawna nieznanym na Ziemi izotopem helu ^3H . Gazy te zostały implementowane w ziarenka gruntu księżycowego z wiatru słonecznego, który z prędkością około 400 km/s bombarduje regolit na Księżycu nie osłonięty tarczą atmosfery. Gazy te planuje się w przyszłości przemysłowo wydobywać z regolitu księżycowego.

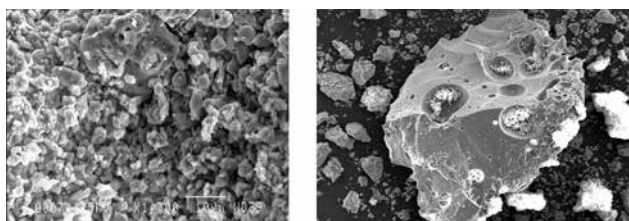
Niezwykłe własności gruntu księżycowego zaczęły dawać o sobie świadectwo już w czasie początków eksploracji srebrnego globu, kiedy to załogi Apollo wspominały o trudnościach z pozbyciem się pyłu księżycowego przylegającego do powierzchni ich skafandrów. Z czasem pojawiło się szereg artykułów, gdzie wyniki badań wskazywały na bardzo niezwykle własności regolitu (O'Brien 2009). Jedną z nich jest słabe przewodnictwo cieplne na skutek którego, pomimo bardzo zróżnicowanej temperatury na powierzchni, parę metrów pod powierzchnią regolitu panuje stała temperatura -40°C . Regolit księżycowy charakteryzuje się



Ryc. 3. Mikrografie SEM chondr księżycowych, na powierzchni chondry z lewej (o średnicy około 0,1 mm) widoczny jest drobny materiał przylgnięty do jej powierzchni, jak również małe, kraterki prawdopodobnie od uderzeń mikrometeoroidów. W przekroju chondry z prawej widoczne są dwa większe bąbelki, o bardzo nierównych ściankach wewnętrznych.

niezwykle silną adhezją i przylepia się mocno do rozmaitych powierzchni. Bardzo trudno jest go potem usunąć. Co gorsza ma wyjątkowo silne własności ściernie, to znaczy jest niezwykle abrazyjny. Jeśli przylgnie do poruszających się powierzchni mechanizmów lub części optyki, grozi to zatarciami i prędkim uszkodzeniem aparatury. Jest niezwykle aktywny chemicznie, może działać jako katalizator reakcji. Jak wspominałem już wcześniej, ma ciemny kolor i wysoką zawartość żelaza metalicznego. Potrafi unosić się ponad powierzchnią gruntu w postaci mgiełki i pozostawać w tak lewitującej postaci przez długi okres. Stwierdzono jego obecność nie tylko tuż przy powierzchni, ale nawet na wysokościach dochodzących do stu kilometrów ponad powierzchnią Księżyca. To pewnie jeszcze nie koniec listy wszystkich dziwnych własności regolitu i wiele jeszcze nie jest odkrytych. Ta garstka wymienionych powyżej własności już niepokoi ludzi odpowiedzialnych

za przyszłe misje kosmiczne. Opracowuje się specjalne metody pozbycia się pyłu przylegającego do powierzchni, bowiem w przypadku aparatury zwykle przecieranie jedynie pogarszałoby sytuację i zwiększałoby prawdopodobieństwo uszkodzenia. Utworzono przy NASA specjalną komisję badającą toksyczność pyłu księżycowego dla oddychania i to nie z uwagi na możliwość występowania nieznanych mikrobow, ale na ostrość reaktywności i silną adhezję cząsteczek. Komisja ta ma zająć się przedstawieniem rekomendacji dla zabezpieczenia przyszłych pomieszczeń stacji księżycowych przed wszędobylskim pyłem.



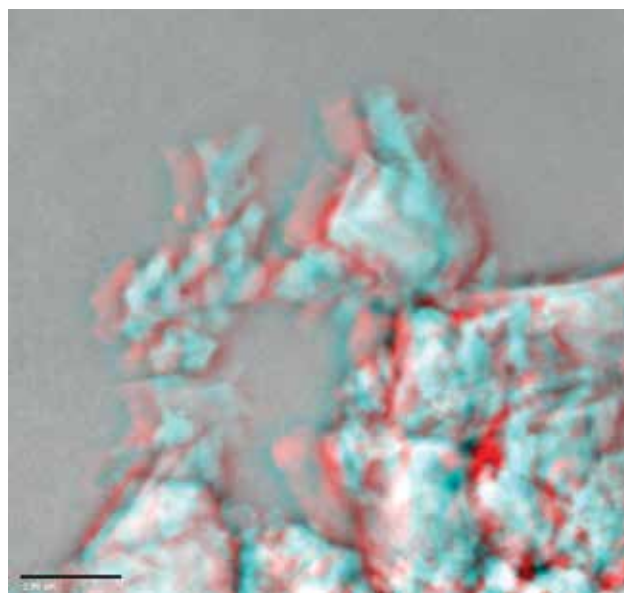
Ryc. 4. Mikrografie SEM, (z lewej) drobna frakcja pyłu księżycowego (z prawej), ziarno szklawe z gruntu księżycowego z otwartymi bąbelkami, w których widoczne są porowate struktury złożone z submikronowych cząsteczek.

Wydaje się, że wszystkie te niezwykle własności gruntu księżycowego wynikają z równie niezwykle warunków środowiska naturalnego, w którym grunt ten powstaje i podlega przemianom. Jedną z przyczyn jest niezwykle rozdrobnienie materiału regolitu widoczne na mikrografiach SEM (Ryc. 4). Rozdrobnienie to przypisać należy czynnikom takim jak silne zmiany temperatury i to w bardzo szerokim zakresie. Powoduje to fizyczne rozdrabnianie większych ziarenek na skutek nieustająco powtarzających się cykli rozszerzania i skurczu. Innym czynnikiem jest uderzanie o powierzchnię Księżyca meteoroidów pędzących w przestrzeni kosmicznej z prędkościami wielu kilometrów na sekundę, a często nawet 20 do 70 km/s. Takie niezwykle katastroficzne zdarzenia, częste na Księżycu w wyniku braku atmosfery niewątpliwie powiększają rozdrobnienie regolitu. W dodatku niezwykle wysokie temperatury i ciśnienia wywoływane w czasie tych wysoko energetycznych zderzeń powodują redukcję żelaza występującego w minerałach w formie utlenionej do żelaza metalicznego rozproszonego w formie nanometrowej wielkości wtrąceń. Wtrącenia te wpływają z kolei na pociemnienie koloru składników regolitu oraz powierzchni większych ziaren często kontaminowanych szlaką szklawa uderzeniowego (Żbik 1991).

Czarny kolor i reaktywność ziarenek regolitu księżycowego odnosić można również do amorfizacji ich powierzchni w wyniku oddziaływania z wysoko energetycznymi jonami wiatru słonecznego. Jony te

wbijając się w powierzchnię ziaren powodują stopniową erozję struktury ich materiału i pozostawiają ślady które można obserwować w mikroskopie.

Lewitacja drobnych ziaren regolitu ponad powierzchnią gruntu oraz do znacznych wysokości, jak to było obserwowane z pokładu misji Apollo 17, tłumaczy się elektryzacją cząsteczek na skutek oddziaływania światła słonecznego i lokalnego środowiska plazmy przypowierzchniowej (zjawisko niespotykane na Ziemi) z gruntem. Prowadzi to do znacznej elektryzacji drobnych, mikronowej średnicy cząsteczek i ich odpychaniem ponad powierzchnię prowadzącą do lewitacji, czy wyrzucanie ich strumieniami na znaczne wysokości ponad powierzchnię Księżyca.

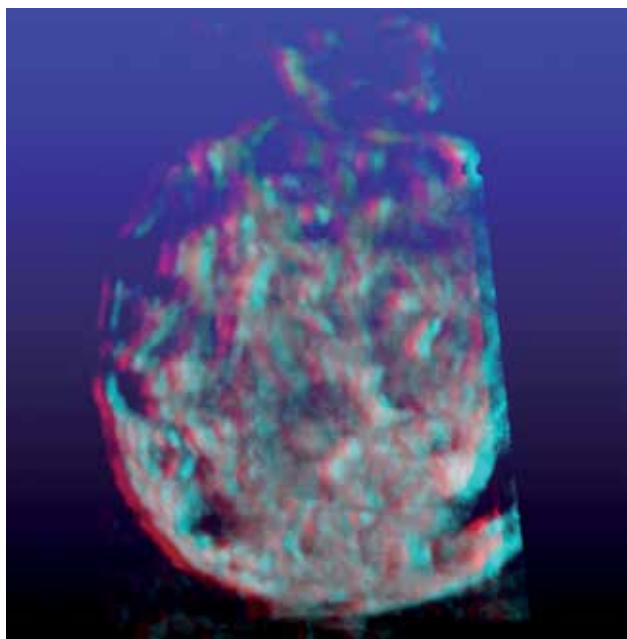


Ryc. 5. Trójwymiarowy anaglif tomograficznej rekonstrukcji komputerowej z TXM przedstawiający porowatą strukturę fragmentu agregatu pyłu księżycowego.

Można dziś zaryzykować twierdzenie, że za niezwykle zachowanie się gruntu księżycowego odpowiedzialna jest najdrobniejsza frakcja składowa. Jej rola i geneza nie jest jeszcze w pełni zrozumiana i pewnie wiele nowych faktów w tej dziedzinie będzie przedmiotem odkryć w niedalekiej przyszłości. Pewne jednak światło na niektóre zagadnienia niosą wyniki badań ostatnich lat. Dla wyjaśnienia bardzo słabego przewodnictwa cieplnego regolitu oraz genezy frakcji najdrobniejszej zastosowano najnowsze osiągnięcie techniki mikroskopowej – transmisyjny mikroskop rentgenowski (TXM). Mikroskop ten oparty jest na synchrotronowym źródle promieniowania i tomograficznym odwzorowaniu mikrostruktury agregatów drobnych ziarenek w przestrzeni trójwymiarowej (Attwood 2006).

Badania prowadzone na drobnej frakcji regolitu księżycowego przedstawione zostało na trójwymiarowym

anaglifie (oglądać go należy przez czerwono-niebieskie okulary, Ryc. 5). Submikronowe cząsteczki gruntu układają się w łańcuchy i budują wysoko porowate komórkowe struktury (Żbik i inni 2009). Przestrzenie wewnątrz tych komórek wypełnia próżnia i ciepło przewodzone jest jedynie poprzez promieniowanie. Ponadto kontakty pomiędzy ziarnami, które



Ryc. 6. Trójwymiarowy anaglif tomograficznej rekonstrukcji komputerowej z TXM przedstawiający delikatną strukturę wewnętrzną bąbelka w szkliwie księżycowym (szerokość kadru 7 μm).

mogłyby przewodzić ciepło, jeśli w ogóle istnieją, są niezwykle małe, mniejsze niż 60 nm, co jest poniżej progu rozdzielczości mikroskopu. Na przedstawionej mikrografii ziarna wydają się nie stykać ze sobą. Jest to zatem rodzaj termosu przez który ciepło praktycznie nie jest w stanie się przedostać. Tak dobre właściwości termalne gruntu księżycowego będzie można w przyszłości wykorzystać dla naturalnej ochrony przyszłych baz księżycowych od nadmiernego przegrzania czy wychłodzenia jak i również przeciw promieniowaniu kosmicznemu i mikrometeoritom.

Literatura

1. Wesselink A.J. *Bulletin of the Astronomical Institutes of the Netherlands*, X, 390, 351–363 (1948).
2. O'Brien B. *Geophys. Res. Lett.*, 36, (2009) L09201.
3. Simon S.B., Papike J.J., Laul J.C. *Proc. Lunar Planet. Sci.*, 12B (1981).
4. Czerkasow I.I., Schwarew W.W. *Gruntoviedienie Luni*, Nauka, Moscow (1979).
5. Żbik M.S., Frost R. L., Song Y.-F., Chen Y.-M. *Proc. 9th Aust. Space Sc. Conf. 2009*. 55–65 (2010),
6. Grabowska-Olszewska B., Żbik M. *Przegląd Geologiczny*. PIG Warsaw Nr 7, 418–420 (1984).
7. Żbik M. *Bull. Pol. Ac. Sc. Earth Sc.* 39, Warsaw p. 299–309 (1991).
8. Attwood D. *Nature*, 442, 642–643 (2006).

Część prawdy o pochodzeniu najdrobniejszej frakcji regolitu tkwi wewnątrz bąbelków szkliwa księżycowego. Jak wspominałem uprzednio, szkliwo jest bardzo ważnym składnikiem regolitu. Szkliwo to jest porowate i zawiera liczne pęcherzyki. Dobrze to widać na fotografii SEM (Ryc. 2) gdzie wewnątrz pęcherzyków nie jest puste i gładkie, ale wypełnione masą bardzo drobnego materiału. Dotychczas mało kto na ten fakt zwrócił uwagę, pewnie uważając, że jest to zanieczyszczenie drobną frakcją regolitu. Ostatnie jednak wyniki badań bąbelków w stanie zamkniętym wewnątrz szkliwa, prowadzonych metodą TXM wykazały, że wypełnione są one wysoko porowatą pajęczyną sieci, w której cząsteczki szkliwa i innych składników o rozmiarach średnich 100 nm budują dyskretną sieć przestrzenną. Widać to dobrze na przestrzennym trójwymiarowym anaglifie Ryc. 6. Wyniki tych badań są dopiero przesłane do publikacji (Żbik i inni w druku). Rycina 6, przedstawia odwzorowanie tomograficzne z TXM jako trójwymiarowy anaglif wnętrza bąbelka o średnicy około 5 mikronów. Jak można zobaczyć na tej rycinie wewnętrzna struktura jakby pajęczej sieci jest niezwykle skomplikowana. Jest to zupełnie nowe odkrycie i przypuszczać można, że ten drobny materiał powstały wewnątrz bąbelków szkliwa księżycowego po ich rozbiciu wydostaje się na zewnątrz wzbogacając grunt w składową najdrobniejszych ziaren. Dalsze fascynujące badania tego fenomenu pewnie w niedalekiej przyszłości ujawnią jeszcze wiele niespodzianek i wyjaśnić pomogą przyczyny dziwnych właściwości gruntu księżycowego.

MORWA, BRUSONECJA I ŻÓŁTNICA POMARAŃCZOWA

Roman Karczmarczyk (Wrocław)

Do rodzaju morwa (*Morus*) z rodziny morwowatych (*Moraceae*) zaliczamy około 12 gatunków drzew znanych z umiarkowanej i subtropikalnej strefy półkuli północnej. W naszym kraju jest uprawiana wyłącznie morwa biała (*M. alba*), która pochodzi z Chin, gdzie znano ją od bardzo dawnych czasów. Osiąga wysokość 15 m i charakteryzuje się heterofilią – różnolistnością. Młode skrętoległe liście są różnie powcinane, a u starych drzew niepodzielone lub 3–5-klapowe. Owoce, drobne niełupki pokryte soczystymi osnówkami utworzonymi z okwiatu, zespolone w gęste owocostany, stanowią niezbyt częsty przykład owocu rzekomego. Wyglądem przypominają jeżyny, ich słodkawy smak jest mdły, a barwa w okresie dojrzewania zmienia się od białej poprzez czerwoną do prawie czarnej. Zawierają około 18% cukrów, 1,4–4% kwasów organicznych, wśród których dominuje cytrynowy oraz dość dużo soli mineralnych, przede wszystkim żelaza. W nasionach stwierdzono około 30% oleju zasobnego w nienasycone kwasy tłuszczowe, w drewnie zaś nawet 35% garbników. Natomiast w liściach wykryto kwas cytrynowy, jabłkowy, szczawiowy i winowy, a ponadto prowitaminę A oraz olejki eteryczne. Spora ilość barwników flawonoidowych, zarówno w liściach, jak i w drewnie, nadaje się do barwienia jedwabiu i wełny na żółto lub pomarańczowo.



Ryc. 1. Morwa biała (*Morus alba*) – liście. Fot. Justyna Kiersnowska.

Dość twarde, żółte drewno morwy, z brunatną twardzielą, służy do wytwarzania mebli, instrumentów muzycznych, drobnych przedmiotów i celulozy. Z gałązek można wyplatać kosze, a z kory udało się Chińczykom w IX stuleciu wyprodukować pierwsze papierowe banknoty. Jednak największa rola przypada

w udziale liściom, dostarczającym niezbędnej karmy gąsienicom jedwabnika morwowego (*Bombyx mori*). Należy wyjaśnić, że do tego celu nadaje się też morwa czarna, lecz jej bardziej owłosione liście stanowią gorszy pokarm, jedwab zaś jest mniej wartościowy.



Ryc. 2. Morwa biała (*Morus alba*) – forma o białych owocach. Fot. Justyna Kiersnowska.

Walory terapeutyczne rośliny już dawno dostrzeżono na Dalekim Wschodzie. Specyfikami z owoców i drewna leczą w Tybecie zapalenie tkanki kostnej i okołostawowej oraz niedomogi kobiet. Natomiast w chińskiej medycynie kora z korzeni ma zastosowanie w zmniejszaniu wysokiego ciśnienia krwi, a kora z pnia morwy jest pomocna w schorzeniach serca, astmie i bronchicie, a ponadto zwiększa diurezę. Liście likwidują stany zapalne, a sporządzony z nich napój, podawany dzieciom, wzmacnia ich prawidłowy rozwój. Skuteczny ma być również syrop z owoców, stosowany w chorobach przewodu pokarmowego.

Przedmiot naszych rozważań uplasował się też na widocznym miejscu w weterynarii. Odwar z owoców łagodzi przeziębienia, kaszel i zaparcia, a podobnie spreparowany lek z morwy białej i czarnej znalazł zastosowanie przy chorobach nerek, astmie oskrzelowej oraz osłabieniu mięśnia sercowego. Natomiast odwar z liści i kory z korzenia działa skutecznie jako środek przeciwbaczykowy i przeczyszczający. Z kolei okłady z kory są pomocne w stanach zapalnych tkanki kostnej, przykurczach i zwichnięciach. Suszone owoce zapewniają ptactwu domowemu przyrost wagi ciała, a ponadto lepszą nieśność i wartość jaj. Oprócz tego świeży sok uzyskany z owoców wykorzystuje się do zwalczania tasiemczycy, nosówek, gorączki, kaszlu i pryszczycy.

Morwę białą spotykamy u nas najczęściej przy drogach, w parkach i ogrodach. Dość dobrze są również zachowane niektóre żywopłoty.

Z badań archeologicznych wynika, że morwę białą kultywowano w Państwie Środka już w trzecim tysiącleciu *ante Christum natum*, a sekret wyrobu jedwabiu był priorytetem. Ten wysoce atrakcyjny wówczas towar przesyłano z azjatyckich pieleszy do różnych krajów tzw. jedwabnym szlakiem, liczącym 4800 km długości. Zaspokajał potrzeby licznych odbiorców i przynosił niemałe zyski. Warto przy tym dodać, że jego obecna światowa produkcja wynosi zaledwie 50 tys. t rocznie, czyli 0,2% ogólnej wytwórczości włókna.



Ryc. 3. Morwa biała (*Morus alba*) – forma o czarnych owocach. Fot. Justyna Kiersnowska.

Wiadomości o jedwabiu nie były obce starożytnym Grekom; informuje nas o tym wybitny filozof Arystoteles, zetknęli się z nim też podczas zwycięskiego pochodu wojsk twórcy rozległego imperium – Aleksandra Wielkiego (356–323). Dopiero w 550 r. n.e. przemycono do stolicy Cesarstwa Bizantyjskiego, Konstantynopola, jajeczka motyla i tajemnicę produkcji, która z biegiem wieków przenikała coraz dalej na zachód. W 1148 r. osiągnęła Sycylię, a w 1340 r. Toskanię, stamtąd zaś inne włoskie prowincje oraz Hiszpanię. W XIII stuleciu zaczęto wytwarzać jedwab we Francji, a od XVII w. w wielu innych krajach europejskich.

Do Polski poszukiwaną tkaninę sprowadzano z Dalekiego Wschodu i Persji już w XIII w., a w następnym również z Italii, Flandrii i Turcji. W XVI w. dzięki tkaczom ormiańskim powstało krajowe jedwabnictwo, w oparciu o importowany surowiec. Jakkolwiek pierwsze manufaktury utworzono w Zamościu i Brodach już w XVII w., to jednak ich intensywny rozwój nastąpił dopiero sto lat później, obejmując m.in. Horodnicę, Korsuń, Słuck i Sokołów Podlaski. Natomiast w XIX stuleciu pojawiły

się wyroby fabryczne wytwarzane w Warszawie, Krakowie i w okręgu łódzkim. Znaczny rozwój tej dziedziny po pierwszej wojnie światowej zawdzięczamy rodzeństwu Henrykowi i Stanisławie Witaczkom, którzy w 1924 r. założyli w Milanówku Centralną Doświadczalną Stację Jedwabniczą (CDSJ).



Ryc. 4. Morwa czarna (*Morus nigra*). Za: Otto Wilhelm Thomé, *Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz*, Gera 1885 (www.BioLib.de).

Dzięki licznym akcjom uświadamiającym udało się im zachęcić okolicznych mieszkańców do sadzenia drzew morwowych i hodowli jedwabników. Zainicjowane przedsięwzięcie poparły też władze państwowe. Ministerstwo Komunikacji zaleciło obsadzanie torów kolejowych żywopłotami z morwy. Nie tylko dostarczały one karmy dla gąsienic, lecz również stanowiły zabezpieczenie przed zamieciami śnieżnymi. W nadleśnictwach powstawały szkółki drzewek, a ponadto akcją sadzenia morwy objęto szkoły, zakłady opiekuńcze, garnizony wojskowe i tereny rolnicze. Gdy kokony napływały już w wystarczających ilościach, rozpoczęto pierwszą w Polsce produkcję z surowca krajowego. Początkowo wykorzystywano drewniane krosna tkackie projektu Henryka Witaczka, a w okresie późniejszym zakupiono nowoczesne maszyny. Bogaty asortyment wyrobów sprawił, że

w latach trzydziestych XX stulecia powstało wiele firmowych sklepów, a liczba hodowców wzrosła do 2400. Dziełem CDSJ była również doskonała tkanina spadochronowa, którą zwiedzający ujrzeli na XIV Targach Poznańskich w 1935 r. Przed inwazją hitlerowską przedsiębiorstwo rozwijało się bardzo dynamicznie. Kapitał zakładowy szacowano na 150 tys. zł, zatrudniano 137 pracowników, a w skład wyposażenia wchodziły 42 maszyny. Podczas okupacji potraktowano zakład jako nieodzowny z punktu widzenia gospodarki wojennej, tkaniny produkowano z wiskozy, a wydawane zaświadczenia chroniły załogę przed ulicznymi łapankami. Zorganizowano ożywioną działalność konspiracyjną, ukrywano sporo zagrożonych osób i pomagano uchodźcom. Po zakończeniu zmagania zbrojnych CDSJ przejął tym-



Ryc. 5. Brusonecja chińska (*Broussonetia papyrifera*) – kwiatostan żeński. Fot. Justyna Kiersnowska.

czasowy zarząd państwowy, a Henryka Witaczka mianowano dyrektorem naczelnym. W 1948 r. *anima vilis* niechcianych przybyszy pozbawiła stanowiska tego wielce zasłużonego fachowca. Ograniczono się do wyrobu tkanin z włókien sztucznych, a ponadto zlikwidowano wszystkie, tak dobrze prosperujące, sklepy. W latach późniejszych nastąpił wprawdzie renesans jedwabiu naturalnego, lecz nieopłacalne ceny kokonów wyeliminowały hodowców i dlatego import surowca stał się nieodzowny. W 1997 r. Zakłady Jedwabiu Naturalnego uległy prywatyzacji, zostały wchłonięte przez Jedwab Polski Sp. z o.o. i przez wiele lat musiały spłacać długi państwowego przedsiębiorstwa.

Można jeszcze przypomnieć, że na nic nie zdały się usiłowania króla Fryderyka II Wielkiego (1712–1786), aby wprowadzić jedwabnictwo do Prus. Próby rozpoczęto w miejscowości Nowawes koło Poczdamu.

Obecnie do najważniejszych producentów jedwabiu naturalnego należą Japonia, Chiny, Indie i Włochy, a 90% kokonów pochodzi z Azji.

Z innych gatunków zasługuje na wyróżnienie morwa czarna (*Morus nigra*), która jest drzewem jednopiennym, osiągającym wysokość 25 m. Charakteryzuje się krótkim pniem, okrągłą koroną, jajowatymi lub 3–5-klapowymi liśćmi oraz ciemnopurpurowymi



Ryc. 6. Brusonecja chińska (*Broussonetia papyrifera*) – owocostany. Fot. Magdalena Mularczyk.

albo czarniawymi owocami. Rodzima w lasach zlokalizowanych na południe od Kaukazu i Morza Kaspijskiego, jak również w Iranie. W czasach starożytnych zaczęła rozpowszechniać się w Azji Mniejszej i Centralnej oraz w krajach śródziemnomorskich. W Grecji otaczano ją kultem i traktowano jako drzewo Pana. Warto zaznaczyć, że był on bóstwem opiekuńczym pasterzy i trzód. Od jego przeraźliwego krzyku podczas ścigania spłoszonych nimf pochodzi współczesne określenie „paniczny lęk”. Wzmianki



Ryc. 7. Brusonecja chińska (*Broussonetia papyrifera*) – dojrzały owocostan. Fot. Magdalena Mularczyk.

o prezentowanym drzewie widnieją w dziełach greckich uczonych tej miary co Teofrast z Eresos na wyspie Lesbos (370–287), ojciec medycyny Hipokrates z Kos (ok. 460–377), a ponadto botanik i lekarz Dioskurides (I w. n.e.). Nie zapomnieli też o nim rzymscy luminarze, m.in. wielki poeta Wergiliusz (70–19), liryk Horacy (65–8) oraz autor traktatu o rolnictwie Kolumela z Gades (I w.).

Należy jeszcze dodać, że edykty prawne króla Franków i Longobardów Karola Wielkiego (742–814) zalecały kultywację morwy na północ od Alp.



Ryc. 8. Kudrania trójklapowa (*Cudrania tricuspidata*) – owocostany. Fot. Magdalena Mularczyk.

Owoce morwy są spożywane nie tylko na surowo, lecz również w postaci dżemów, soków, galaretek i kompotów. Cieszące się dużym popytem soczyste



Ryc. 9. Zółtnica pomarańczowa (*Maclura pomifera*) – liście. Fot. Magdalena Mularczyk.

i bardzo smaczne owoce morwy czarnej sprawiły, że jest ona od dawna kultywowana jako drzewo owocowe w Azji Zachodniej, na Kaukazie, Półwyspie Bałkańskim i w Stanach Zjednoczonych. Podobną

wartość ma północnoamerykańska morwa czerwona (*M. rubra*) o dużych owocach, bogatych w barwniki antocyjanowe zwalczające miażdżycę. Natomiast zmielone owoce himalajskiej morwy piłkowanej (*M. serrata*) dodawane są do potraw, a suszone wzmacniają organizm człowieka podczas wypraw i wycieczek. Z kolei owoce morwy białej nadają się do kupażu (w winiarstwie: zabieg mieszania różnych moszczów celem otrzymania lepszego produktu).



Ryc. 10. Zółtnica pomarańczowa (*Maclura pomifera*) – korowina starego okazu. Fot. Magdalena Mularczyk.

Jadalne owoce ma również należąca do tej samej rodziny, dwupienna brusonecja chińska (*Broussonetia papyrifera*) i jednopienna *B. kazinoki*, które można oglądać między innymi we wrocławskim Ogrodzie Botanicznym. Pierwsza, pochodząca z Chin i Japonii, osiąga wysokość 16 m, a jej 20-centymetrowe, skrętolegle ułożone, jajowate liście są od spodu miętko owłosione. Kwiatostany męskie występują w postaci zwisających cylindrycznych kotek, żeńskie zaś tworzą główki o średnicy 2 cm. W sierpniu powstaje z nich kulistawy owocostan złożony z licznych czerwonych pestkowców. Sadzi się ją często nie tylko na Dalekim Wschodzie, lecz również w Europie Południowej i Ameryce Północnej. Natomiast rodzima w Japonii i Korei *Broussonetia kazinoki*, znacznie lepiej znosząca niskie temperatury, występuje w postaci krzewu lub drzewa dochodzącego do wysokości 5 m.

W Chinach rośnie również należąca do rodziny morwowatych kudrania trójklapowa (*Cudrania tricuspidata*), dostarczająca słodkich, jadalnych owoców, przy-



Ryc. 11. Żółtnica pomarańczowa (*Maclura pomifera*) – owocostan. Fot. Magdalena Mularczyk.

pominających wyglądem maliny. W Polsce można ją spotkać jedynie w ogrodach botanicznych i w uprawie amatorskiej, jest bowiem wrażliwa na mróz.

Należy ponadto wspomnieć o spokrewnionej z morwą żółtnicy pomarańczowej (*Maclura pomifera*), znanej ze środkowych i południowo-wschodnich obszarów Stanów Zjednoczonych. Dorasta do 20 m wysokości, charakteryzuje się gęstą koroną i gałązkami uzbrojonymi w dwucentymetrowe ciernie oraz skrętolegle ułożonymi, jajowatymi liśćmi. Rozdzielnopłciowe kwiaty są zespolone w kulistawe kwiatostany, a niejadalny owoc rzekomy składa się z drobnych niełupek pograżonych w mięsistej osi kwiatostanu, z którą tworzy kulistawy, pomarańczowy owocostan o średnicy 15 cm. Cała roślina zawiera biały sok mleczny, szczególnie obfity w owocostanie. Kwitnienie rozpoczyna się u schyłku maja i trwa jeszcze w czerwcu. Ciężkie, żółte drewno stanowi wartościowy materiał tokarski. W uprawie dostrzegana często w zachodniej i środkowej Azji oraz w południowej Europie, w swej ojczyźnie zaś jest też użytkowana do tworzenia żywopłotów.

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

GRABARZ (COLEOPTERA), JAKIEGO NIE ZNACIE

Arkadiusz Urbański

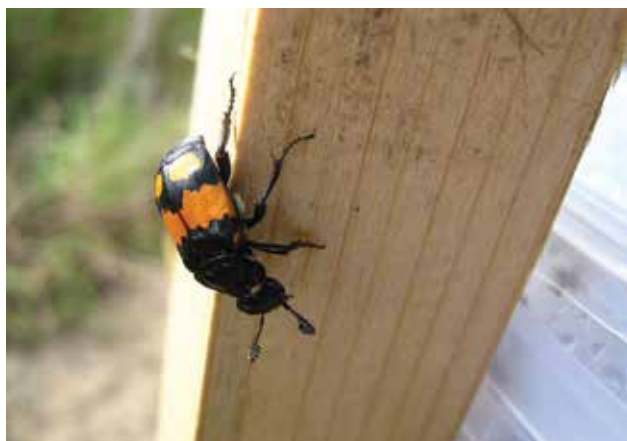
Takie zachowania, jak opieka nad potomstwem, karmienie młodych, czy ochrona przed konkurentami, są cechami kojarzonymi głównie z gatunkami zwierząt żyjących w społeczeństwach, jak np. niektóre ssaki i ptaki lub termity, mrówki, bądź pszczoły. Ale chyba mało kto wie, że podobnie zachowują się padlinożerne gatunki z rodzaju grabarz (*Nicrophorus*). Choć interesowano się nimi już od XIX wieku i dość dobrze je poznano, wiele aspektów ich zachowań nie zostało jeszcze wyjaśnionych. Ich wyjątkowość podkreśla fakt, że mimo podobieństwa do innych rodzajów z rodziny omarlicowatych (Silphidae), do której należą, tylko u nich wykazano relacje społeczne. Dlatego chrząszcze te (Coleoptera) stanowią doskonały model do badań dotyczących ewolucyjnych podstaw wykształcenia się zachowań socjalnych wśród owadów. Może warto je więc bliżej poznać?

Grabarze w faunie Polski są reprezentowane przez 10 gatunków. Od innych rodzin Coleoptera różnią się kształtem ciała (owalne, spłaszczone grzbietobrzusznie) i czułków zakończonych 4-członową buławką oraz wielkością. Jak na naszą rodzimą koleopterofaunę są na ogół dość duże (od 10–20 mm), a niektóre gatunki osiągają nawet 35 mm. Od innych

omarlic przedstawiciele rodzaju grabarz wyróżniają się skróconymi pokrywami i widocznymi ostatnimi segmentami odwłoka. Chociaż skrócone pokrywy występują także u wielu innych grup chrząszczy, np. u kusaków, niektórych majek lub innych rodzin. Większość gatunków grabarzy charakteryzuje się bardzo kontrastowym ubarwieniem pokryw w czerwone lub pomarańczowe pasy, bądź plamy na ciemnym tle. Czego nie można pomylić z żadną inną rodziną chrząszczy (Ryc. 1). Pewne jednak gatunki mają czarne pokrywy, rzadko upstrzone jaskrawymi plamami (Ryc. 2).

Przedstawiciele rodzaju *Nicrophorus* zasiedlają głównie obszary strefy klimatów umiarkowanych i możemy je spotkać od kwietnia do października, zarówno na terenach leśnych oraz łąkowych. Chrząszcze te wyszukują przede wszystkim martwych zwierząt, zwykle małych kręgowców, ale także bezkręgowców, w tym większych owadów. Ale niektóre gatunki mogą wykazywać zmiany preferencji pokarmowych, jak np. *Nicrophorus pustulatus* w rejonie Michigan w USA. Grabarz ten w celach reprodukcyjnych zasiedla zwykle uszkodzone jaja węży, ale niektóre jego populacje czasem także jaja nieuszkodzone. Zmiana

rodzaju pokarmu u tego gatunku nastąpiła prawdopodobnie pod wpływem intensywnej konkurencji ze strony innych gatunków grabarzy, a kluczową adaptacją było rozpoznanie świeżego jaja, jako nowego, potencjalnego źródła zasobów. Konkurencja o zasoby pokarmowe pomiędzy blisko spokrewnionymi gatunkami jest bardzo silna. Żeby jej unikać i ograniczyć do minimum kontakty, wybierają one odmienne siedliska i zmieniają okres aktywności dobowej. Na przykład, występujące w podobnym okresie sezonu wegetacyjnego grabarze zajmują inne siedliska – *N. vespillo* dominuje na łąkach, a *N. vespilloides* najczęściej spotykany jest w lasach. Grabarze są zwykle owadami nocnymi, ale w przypadku jednoczesnego występowania w tym samym środowisku dwóch konkurujących gatunków, zmieniają one swój rozkład aktywności dobowej tak, żeby szczyty tej aktywności przypadały w różnych porach doby.



Ryc. 1. Przykład czarno-pomarańczowego ubarwienia – *N. vespilloides*. Fot. A. Urbański.

Poszukiwanie padliny i zwabianie partnerki

Gatunki z rodzaju *Nicrophorus* wyróżnia od innych grup chrząszczy opieka samca i samicy nad potomstwem. Zanim bez reszty poświęcą się temu, muszą najpierw wyszukać odpowiednią padlinę, a samce partnerkę do rozrodu.

Dzięki znakomicie rozwiniętemu zmysłowi węchu, którego narządy (sensille) znajdują się na 3 ostatnich segmentach czułków, grabarze potrafią wyczuć martwe zwierzę nawet z odległości 3 kilometrów, już po kilku godzinach od ustania jego czynności fizjologicznych. Efektywność powonienia jest cechą osobniczą u poszczególnych gatunków i zależy od liczby sensilli wrażliwych na siarkowodor i cykliczne związki węgla, które uwalniają się podczas rozkładu martwych zwierząt. Oprócz poszukiwania padliny jako miejsca rozrodu, doskonały węch ułatwia także

wzajemną komunikację pomiędzy dojrzałymi partnerami płciowymi. W celu zwabienia samicy, samce niektórych gatunków, oprócz znalezienia pokarmu, emitują także feromony płciowe.

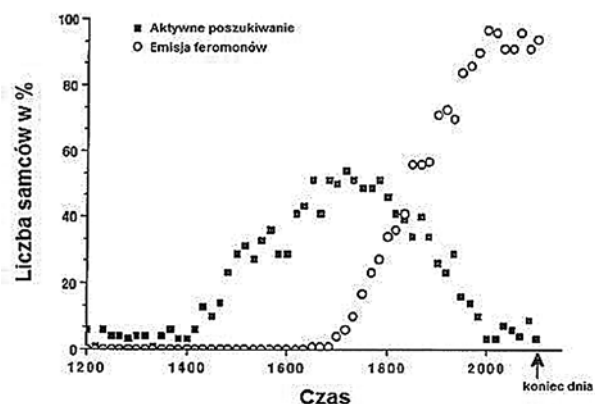
W przypadku znalezienia padliny następuje różny zbieg zdarzeń w zależności od tego, która płć pierwsza ją znajdzie. Jeżeli jest to samica i w dodatku z wypełnionym woreczkiem nasiennym po wcześniejszej kopulacji, to natychmiast przystępuje ona do przygotowywania miejsca rozrodu. Składa jaja, a potem sama opiekuje się potomstwem podczas jego rozwoju, bez udziału drugiego osobnika rodzicielskiego. Natomiast, gdy samiec pierwszy odnajdzie zasoby, to zaczyna wydzielać feromony płciowe, zwabiając partnerkę. Wówczas wspina się zwykle na najwyższy punkt znajdujący się w pobliżu i przybiera charakterystyczną postawę. Podpierając się pierwszą parą odnóży i kierując przednią część ciała ku dołowi, wynosi możliwie jak najwyżej odwłok. Jednocześnie porusza ostatnim segmentem w górę i w dół, rozprzestrzeniając feromony dzięki membranę znajdującą się pomiędzy segmentami.



Ryc. 2. Przykład czarnego ubarwienia – *N. humator*. Fot. A. Urbański.

Samce grabarzy dążą do jak największej liczby kopulacji i w początkowych godzinach aktywności skupiają się głównie na znalezieniu zasobów. Jednak wraz z upływem czasu coraz więcej osobników męskich decyduje się na stosowanie strategii alternatywnej. Usiłują one zwabić samice nawet wtedy, gdy nie znajdują padliny. Punkt czasowy, w którym następuje zmiana taktyki jest cechą indywidualną każdego samca i ma prawdopodobnie podłoże genetyczne. Ale zależy także od czynników środowiskowych, np. dostępności zasobów pokarmowych na danym obszarze (Ryc. 3). W nocy zazwyczaj zwiększa się ilość padliny wykorzystywanej przez nekrofagi, gdyż aktywność

małych kręgowców oraz drapieżników jest też bardziej intensywna. Modyfikacja zachowań samców wynika przypuszczalnie z tego, że w późniejszych godzinach aktywności zmniejsza się prawdopodobieństwo znalezienia nowych zasobów, a tym samym



Ryc. 3. Zależności pory dnia od stosowanej strategii przez *N. vespilloides* (Eggert 1992).

maleje szansa kontaktu z kolejnymi samicami. Różnice w czasie poświęcanym na realizowanie jednej z omawianych strategii są na tyle istotne, że samce możemy pogrupować na: 1) spędzające więcej czasu na poszukiwaniu padliny, 2) skupiające się dłużej na emisji feromonów płciowych, bez uprzedniego znalezienia zasobów. Obie strategie zwabiania partnerki różnią się efektywnością. Zauważono, że samce wybierające drugi rodzaj taktyki są bardziej atrakcyjne dla samic w ciągu dnia. Spowodowane jest to zapewne dłuższym czasem wydzielania przez nie feromonów, co zwiększa liczbę ich kopulacji. Jednakże zaraz po przekazaniu nasienia podczas pierwszej kopulacji, samica odlatuje w poszukiwaniu innego partnera. W efekcie powoduje to drastyczne obniżenie ewentualnego sukcesu reprodukcyjnego tego samca, co jest chyba największym minusem związanym ze stosowaniem tej taktyki. Z kolei samce, które najpierw znajdują padlinę, a potem emitują feromony, poświęcają mniej czasu na przywabianie samic i w pierwszej ocenie może to wydawać się dużo mniej atrakcyjne od poprzedniej taktyki. W skrajnych przypadkach może nawet nie dochodzić do kopulacji. Jednakże zwabiona samica zawsze zostaje na padlinie, co zwiększa szanse tego samca na wielokrotne kontakty płciowe, pomimo początkowo małego zainteresowania. Ponadto krótszy czas pomiędzy przekazaniem nasienia a zapłodnieniem, znacznie zwiększa sukces reprodukcyjny tego samca. Samice rozpoznają strategię, jaką posługuje się samiec dopiero przy pierwszym kontakcie płciowym z danym samcem. Mimo

to decydują się na wielokrotne kopulacje z różnymi partnerami, gdyż potrzebują zmagazynować nasienie w zbiorniczku nasiennym i zabezpieczyć się na wypadek, gdyby same znalazły odpowiednią padlinę. Przygotowanie zasobów pokarmowych i składanie jaj obciążone jest tak dużym kosztem energetycznym, że samica nie może pozwolić sobie na złożenie niezapłodnionych jaj.

Zakopywanie i preparacja padliny

Znalezienie padliny nie zawsze oznacza, że zostanie ona wykorzystana w celach rozrodczych. Warunki glebowe oraz stan zasobów muszą odpowiadać wymaganiom grabarzy, dlatego podlegają one szczególnej weryfikacji. Sprawdzane są poprzez obchodzenie padliny i jej bezpośredniego sąsiedztwa oraz delikatne poruszanie, mające na celu sprawdzenie jej ciężaru. Kwestia wielkości zasobów ma istotne znaczenie, ponieważ wraz z ciężarem wzrasta relatywna wielkość wylęgu. Wydłużeniu ulega również czas potrzebny do odpowiedniego jej przygotowania oraz maleją szanse ochrony zasobów przed konkurentami. Padlina o dużych rozmiarach nie jest najbardziej oczekiwana, mimo że stanowi duży rezerwuár pożywienia. Zdarza się jednak, że w określonych warunkach większe padliny wykorzystywane są przez grupę kooperujących ze sobą osobników. Nie mniej istotne podczas preparowania zasobów są także warunki glebowe. Jeżeli są one niekorzystne, grabarze przesuwają padlinę, szukając dogodniejszego miejsca do jej zakopania. W tym celu jeden z chrząszczy szybko wchodzi pod padlinę, obraca się na pokrywy i za pomocą bardzo masywnych nóg skrupulatnie przesuwają ją centymetr po centymetrze. Grabarze są w stanie przemieścić martwego kręgowca nawet na odległość jednego metra w ciągu godziny. Jednak do tej pory nie ustalono, jakimi kryteriami kierują się one w wyborze miejsca do zakopania padliny.

Sam proces zakopywania i preparowania zasobów trwa około ośmiu godzin. Początkowo grabarze swoją uwagę skupiają na odnalezieniu i usunięciu wszystkich jaj i larw nekrofagicznych muchówek. W tym pomagają im symbiotyczne roztocza z rodzaju *Poecilochirus*, które są przez te omarlice przenoszone. Roztocza te są ściśle wyspecjalizowanymi drapieżnikami jaj oraz larw muchówek, które przez grabarze są niepożądane. Cykl życiowy tych roztoczy jest skorelowany z obecnością grabarzy w dole rozrodczym. Umożliwia im to przenoszenie się wraz z chrząszczami z padliny na padlinę.

Podczas zakopywania grabarze rozdrabniają i kruszą glebę, spulchniając ją pod padliną. Następnie,

rozluźniona ziemia wypychana jest na boki, co skutkuje stopniowym zapadaniem się padliny, która dodatkowo zasypywana jest wcześniej wybranym materiałem. Gdy padlina jest już częściowo „pochowana”, chrząszcze używając potężnych żuwaczek oczyszczają ją z sierści lub piór oraz formują z niej kompaktową kulę będącą rezerwuarem pożywienia (Ryc. 4). Podczas tego procesu, grabarze „zaszczepiają” padlinę, wykorzystując wydzielinę gruczołów ślinowych i odbytowych, co powoduje częściowe zahamowanie jej rozkładu. Skład wydzielin może ulegać modyfikacjom w zależności od stanu zasobów, warunków środowiskowych i relacji z innymi osobnikami. Jednak dokładny mechanizm tego zjawiska nie został jeszcze poznany. Jedną z ostatnich czynności wykonywanych w dole rozrodczym jest stworzenie nad padliną niewielkiej jamki, do której samica składa zapłodnione jaja. Następnie para lub sama samica wraca do padliny, aby wytworzyć w niej specjalne zagłębienie. Kiedy wylegną się larwy, będzie przez otwór ten dostarczany płynny pokarm strawiony wcześniej przez rodziców.



Ryc. 4. Zakopywanie i preparowanie padliny przez samice *N. vespilloides*.
Fot. A. Urbański.

Opieka nad potomstwem

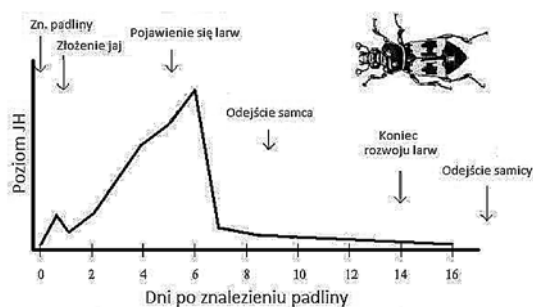
Zapewnienie odpowiednich warunków rozwojowych znacząco wpływa na przeżywalność larw. Opieka nad potomstwem stanowi najważniejszy czynnik decydujący o sukcesie reprodukcyjnym grabarzy. Rozpoczyna się ona od momentu złożenia jaj przez samicę. Początkowo przybiera dość nieoczekiwaną formę, przypominającą bardziej zachowania typowe dla ptaków i ssaków, niż dla owadów. Młode larwy, tuż po wykluciu się z jaj, wyciągają się w kierunku osobników rodzicielskich, domagając się pożywienia ruchem żuwaczek i dotykiem odnóży. Wywołuje to odruchy wymiotne u opiekunów. W pierwszych stadiach rozwojowych większość larw grabarzy nie jest

w stanie samodzielnie pobierać pokarmu. Dlatego opieka w początkowej fazie jest najbardziej intensywna i kluczowa dla dalszego ich rozwoju. Z czasem, potomstwo, coraz bardziej się usamodzielnia, powoli przechodząc na stały pokarm. Co ciekawe, larwy żerują o pożywienie tylko w obecności osobników rodzicielskich. Umieszczenie w dole rozrodczym osobników niespokrewnionych nie wywołuje takich efektów. Jak więc zachodzi identyfikacja? Kluczową rolę w tym mają białka znajdujące się w oskórku. Są one charakterystyczne dla danego osobnika i to właśnie dzięki nim potomstwo może rozpoznać swoich rodziców. Zachowanie żerujące larw może być także stymulowane strydulacją (wydawaniem dźwięków) dorosłych osobników.

Pomimo coraz większego usamodzielniania się larw grabarzy, opieka nad nimi trwa aż do momentu zamiany w poczwarki. Wliczając okres poświęcony na spreparowanie padliny, złożenie jaj (12–48 h) oraz rozwój zarodkowy (56 h), można stwierdzić, że grabarze poświęcają łącznie od 9 do 16 dni na opiekę nad swoim potomstwem. Tak duża rozpiętość czasowa wynika przede wszystkim z tego, że rozwój zachodzi znacznie szybciej w wyższych temperaturach. Dotyczy to głównie czasu opieki samicy, gdyż samiec z reguły opuszcza padlinę parę dni wcześniej, skupiając się głównie na maksymalizacji sukcesu rozrodczego. Staje więc przed wyborem, co jest dla niego korzystniejsze – zostanie w dole i pomóc samicy, czy też szukanie kontaktów z innymi partnerkami. Samiec potrafi ocenić stadium rozwojowe larw oraz stan padliny. Opuszcza on więc dół rozrodczy, gdy zagrożenie ze strony konkurentów jest minimalne. Istotny wpływ na czas opieki samca ma zagęszczenie populacji grabarzy. Im jest ona liczniejsza, to samiec opiekuje się dłużej, ponieważ ryzyko przejęcia padliny jest większe.

W dole rozrodczym panuje wyraźny podział obowiązków pomiędzy osobnikami rodzicielskimi. Samiec zajmuje się głównie utrzymaniem padliny w odpowiednim stanie oraz ochroną dołu rozrodczego przed ewentualnymi konkurentami. Samica natomiast większość czasu poświęca na przygotowywanie pokarmu oraz karmienie młodych. Jednak zachowanie grabarzy jest na tyle plastyczne, że w razie konieczności jest ono dostosowywane do danej sytuacji. Koronnym przykładem tego jest sytuacja, w której samica przedwcześnie opuszcza potomstwo. W takim przypadku samiec przejmuje wszystkie obowiązki partnerki. Jednak, gdy to samiec za szybko opuści dół rozrodczy, behavior samicy nie ulega drastycznym zmianom. Może to wskazywać, że samica od początku maksymalnie angażuje się

w opiekę i nie jest w stanie poświęcić więcej energii na dodatkowe obowiązki. Istnieje również inna hipoteza mówiąca, że te same czynności u samca i samicy mogą być obciążone różnymi kosztami. Dlatego przy obecności obu osobników w dole rozrodczym, wykonywanie niektórych czynności jest dla samca nieopłacalne. Badania z ostatnich 10 lat pokazują, że duży wpływ na opiekę w początkowej fazie ma stężenie hormonów juwenilnych w hemolimfie pary rodzicielskiej. Hormony te są głównie odpowiedzialne za kontrolę rozwoju larwalnego owadów, ale mogą również wpływać na zachowania oraz procesy towarzyszące rozmnażaniu, jak ma to miejsce u grabarzy. Nie regulują one bezpośrednio zachowania, lecz pośrednio dostosowują organizm do wzmoczonego wysiłku związanego z opieką. Od złożenia jaj, aż do pojawienia się larw, stężenie hormonów w hemolimfie samca i samicy regularnie wzrasta. Najwyższe wartości osiąga w pierwszych dniach życia larw, gdy opieka jest najbardziej intensywna, a wraz z rozwojem potomstwa ulega obniżeniu (Ryc. 5). Doświadczalnie wykazano, że zamiana starszych, bardziej rozwiniętych larw na młode, powoduje podwyższenie stężenia hormonów. Dowodzi to, że głównym bodźcem wpływającym na poziom hormonów opiekunów jest stadium rozwojowe potomstwa.



Ryc. 4. Schemat poziomu JH u samicy *N. orbicollis* (Scott, Panaitof 2004).

Konkurencja i kooperacja

W warunkach naturalnych padlina stanowi główną bazę pokarmową dla wielu grup zwierząt. Dodatkowo, stosunkowo mała jej dostępność powoduje, że rywalizacja o zasoby wśród nekrofagów jest ogromna. Do głównych konkurentów grabarzy należą muchówki, przede wszystkim plujki (*Calliphoridae*) (Ryc. 6) oraz inni przedstawiciele rodzaju *Nicrophorus*. Dlatego niektóre gatunki rodzaju grabarz, chcąc zmaksymalizować swój sukces rozrodczy, wykształciły szereg zachowań mających na celu ograniczenie konkurencji. O ile zakopywanie i preparowanie padliny niweluje problem much, to konkurencja z innymi

grabarzami jest intensywniejsza i trwa znacznie dłużej. Para osobników, zanim zakopie znalezioną padlinę, musi stoczyć o nią wiele pojedynków z innymi grabarzami. Jednak nie kończy to rywalizacji, ponieważ stosunkowo częstą praktyką jest przejmowanie już spreparowanych zasobów. Sama walka charakteryzuje się małym stopniem agresji i w głównej mierze polega na mocowaniu się osobników lub pojedynczym kontakcie czułków. Niezwykle rzadko konfrontacje grabarzy kończą się poważnymi kontu-



Ryc. 6. *Lucilla* sp. przedstawiciel rodzaju *Calliphoridae*. Fot. A. Urbański.

zjami. W skrajnych przypadkach oddziaływania pomiędzy grabarzami przekraczają ramy konkurencji, a nawet klasyfikowane są jako kleptopasożytnictwo. Przykładem takich zachowań są relacje pomiędzy *N. quadripunctatus* i *N. vespilloides*. Pierwszy z nich, mimo, że jest gatunkiem mniejszym znajduje większą liczbę martwych zwierząt. Struktura dominacji zmienia się po zakopaniu padliny. Wówczas większy i silniejszy *N. vespilloides* przejmując dużą część zasobów uprzednio zakopanych przez swojego konkurenta. Gdy rywale znajdą się na padlinie i nie zostaną odpędzeni, zabijają larwy aktualnie rezydującej pary, po czym przystępują do rozrodu. Można więc zrozumieć jak ważne jest pozostawianie samca w dole rozrodczym. Skupiając się w dużej mierze na ochronie dołu rozrodczego, znacząco wpływa to na ograniczenie szans przejścia padliny przez konkurentów.

W ramach konkurencji grabarze stosują także mimi krę. W razie zagrożenia, chrząszcze te przewracają się na pokrywy, rozszerzają szeroko odnóża i wydają krótkie pulsacyjne dźwięki, pocierając pokrywami o pilniki znajdujące się na piątym segmencie odwłoka. Ma to na celu imitowanie zachowań rozłożonego trzmiecia. Dodatkowo, rywalizujący osobnik wydziela z gruczołów odbytowych pienistą substancję o nieprzyjemnym zapachu, mającą na celu odstraszanie intruza.

Mimo wrogich relacji pomiędzy grabarzami, na padlinach o dużych rozmiarach, osobniki w większym

stopniu akceptują obecność konkurentów i wspólnie zajmują się potomstwem. Wówczas na padlinie może jednocześnie znajdować się kilka osobników, zarówno samic jak i samców. Częstość tworzenia tego typu zgrupowań zależy od indywidualnych predyspozycji danego gatunku oraz od wielkości zasobów. Jednakże osobniki należące do mniejszych gatunków częściej decydują się na tego typu zachowania niż większych. Samice chętniej i częściej wchodzą w korelacje z innymi samicami niż samce. Czas trwania współpracy jest regulowany przez samicę dominującą i w zależności od stanu oraz wielkości zasobów może zakończyć się na każdym etapie opieki. Występowanie hierarchii nie wpływa jednak na samą opiekę. Żadna z larw nie jest dyskryminowana i każdej poświęcana jest taka sama ilość czasu, pod warunkiem, że wszystkie samice złożyły jaja mniej więcej w tym samym czasie, co samica dominująca. Już kilkugodzinne różnice w wieku larw powodują, że są one zabijane. W opiece uczestniczą wszystkie samice, ale to dominująca uzurpuje sobie prawo do jak największej ilości kontaktów z larwami. Dodatkowa kooperacja

nie niweluje agresywnych zachowań. Tłumaczone jest to na dwa sposoby. Po pierwsze samica chce dysponować całą padliną, ponieważ nie chce zmniejszenia zasobów dla jej potomstwa. Po drugie ataki związane są z behawioralnymi wzorcami, w których po złożeniu jaj dół rozrodzony jest przed konkurencją. Mechanizm oraz przyczyny wspólnej opieki nie są do końca poznane i są pełne kontrastów oraz sprzeczności. Teoretycznie wielkość zasobów wpływa na sukces rozrodzony, zwiększając limit liczby złożonych jaj. Duża padlina daje więc znacznie większe możliwości rozrodcze, ale mniejszym gatunkom trudniej jest to w pełni wykorzystać. Wiąże się to z dłuższym czasem preparowania padliny oraz większymi nakładami energii związanymi z ukryciem jej w ziemi. Istnieje ponadto większe prawdopodobieństwo znalezienia zasobów przez konkurencję. Dlatego też wspólne przebywanie oraz ochrona miejsca rozrodu ma kluczowe znaczenie. Koszty poniesione w związku z dodatkowymi trudnościami oraz większą ilością rezydentów rekompensowane są przez uzyskanie większej liczby osobników potomnych.

ENERGETYCZNE ODPADY

Tomasz Ordza (Poznań)

Przeciętny człowiek produkuje rocznie ok. 350 kg odpadów, które w większości trafiają na składowiska. Poprzez recykling odzyskuje się pewną część materiałów, które ponownie mogą zostać włączone w gospodarczy obieg. Czy istnieje inny sposób zastosowania materiałów poprodukcyjnych lub postkonsumpcyjnych? Okazuje się, że tak. Odpady mogą stanowić źródło energii, która określana jest mianem *biogaz*. Czy ekoenergetyka to droga do rozwoju, bezpieczeństwa i niezależności? Czy wręcz przeciwnie do różnego rodzaju uciążliwości dla człowieka?

Historycznie współczesny biogaz

Biogaz – powstaje na drodze fermentacji metanowej. Docelowy produkt tego procesu stanowi metan (50–75%), który jest głównym składnikiem biogazu. Ponadto w jego skład wchodzi m.in. ditlenek węgla (35%) oraz siarkowodor i tlenek węgla. Biogaz jest pozyskiwany z biomasy, a w szczególności z instalacji do przeróbki odpadów roślinnych lub zwierzęcych,

oczyszczalni ścieków czy składowisk odpadów. Po procesie technologicznym może być wykorzystany jako źródło energii elektrycznej lub ciepłej. Ponadto może zostać włączony w sieć gazową oraz służyć jako paliwo transportowe.

Pomysłowość człowieka z minionych epok jest zadziwiająca. Według badań archeologicznych biogaz znany był już w X w. p.n.e. w Asyrii oraz w XVI w. p.n.e. w Persji. Służył przede wszystkim do podgrzewania wody. Myśl wykorzystania tego gazu ewoluowała. Pierwsze technologiczne zastosowanie biogazu w Europie miało miejsce w Anglii w 1890 roku. Ówczesnie zasiliał lampy uliczne. Natomiast w 1928 roku Poznań, jako pierwsze polskie miasto, wykorzystał odpady z oczyszczalni ścieków do jego produkcji.

Współcześnie, prymitywne fermentatory zostały zastąpione budowlami o ciekawych, czasami niecodziennych kształtach. Znane od wieków zastosowanie biogazu dołączyło do elitarnego grona zielonych energii. Jego technologiczne wykorzystanie znalazło swoje miejsce między innymi w rolnictwie czy na składowiskach odpadów. Pozostałości pochodzące

z produkcji rolniczej, przemysłu spożywczego (np. gorzelnictwo, ubojnie) czy z oczyszczalni ścieków mogą zostać zutyliczowane w komorach fermentacyjnych. W ten sposób rozwiązuje się trzy problemy jednocześnie: pozbywa się uciążliwego odpadu oraz uzyskuje z niego określony rodzaj energii, a ponadto po procesie fermentacji otrzymuje się higienicznie czysty nawóz, który jest jedynym odpadem poprodukcyjnym.

Krótko- vs. Dalekowzroczność

Inwestycje związane z budową biogazowni wywołują kontrowersje, a czasami konflikty społeczne. Niekiedy są one związane tylko z niewiedzą – boimy się nowoczesności, innym razem sprzeciw uargumentowany jest w rzeczowy sposób.

Instalacja do przetwarzania biomasy może znacząco wpłynąć na otaczający teren, dlatego aby mogła powstać potrzebna jest urzędowa decyzja o oddziaływaniu inwestycji na środowisko. Lokalne władze wydając ten dokument mogą zablokować lub wesprzeć, budowę, która jak każde większe przedsięwzięcie ma swoje wady i zalety.

Przeciwnicy biogazowni jako minus tego typu przedsięwzięcia wymieniają roznoszący się po okolicy fetor. Zapach ten wydobywać się może podczas transportu substancji do przedsiębiorstwa oraz w ewentualnej fazie ich składowania. Nic dziwnego, że jest to uciążliwe, ponieważ rozkładające się substancje organiczne to dla węchu nic przyjemnego. Kolejny minus biogazowni to fakt, iż inwestycja ta należy do bardzo kosztownych. Jednakże na szczęście dla inwestorów, Polska stawia na innowacyjne rozwiązania i istnieje możliwość zdobycia dofinansowania na realizację takiego pomysłu. Wśród obaw przed biogazownią wymienia się także możliwość jej wybuchu. Argument ten należy do tych z typu: nie należy latać samolotami, bo spadają.

Przedstawione wady wydają się być krótkowzrocznymi – oddziałują przede wszystkim na zmysł węchu najbliższego otoczenia oraz na portfel potencjalnego inwestora, lecz nie mogą zostać pominięte w ujęciu całokształtu sytuacji.

Argumenty przemawiające za biogazownią można podzielić na dwie zasadnicze grupy: społeczno-gospodarcze oraz biologiczne.

Do pierwszej z nich należy zaliczyć aktywizację rolnictwa danego terenu. Możliwość uprawiania roślin energetycznych daje szansę rozkwitu rolnictwa w miejscach, gdzie przestało ono odgrywać swoją ważną rolę z przeszłości. Z przyrodniczego punktu widzenia monokulturowe uprawy energetyczne mogą stać się zagrożeniem dla różnorodności biologicznej. Problem

ten wydaje się nie być aż tak istotny, ponieważ uregulowania prawne oraz stworzenie odpowiedniego systemu upraw w prosty sposób mogą go wyeliminować. Następny aspekt z grupy społeczno-gospodarczych to częściowe rozwiązanie kwestii odpadów. Segregacja i wykorzystanie komunalnych czy postprodukcyjnych bioodpadów powoduje, iż ogranicza się ich magazynowanie na składowiskach odpadów. W ten sposób można zmniejszyć objętość wysypisk. Kolejny ważny argument popierający budowę biogazowni to zwiększenie bezpieczeństwa energetycznego oraz decentralizacja energii w kraju. Wydawać się może, że są to stwierdzenia górnolotne i ogólne – nic bardziej mylnego. We współczesnym świecie bezpieczeństwo energetyczne to jeden z najważniejszych gwarantów rozwoju państw oraz sposób na uniknięcie konfliktów.

Wśród argumentów biologicznych, przemawiających za inwestycjami w tego rodzaju elektrownie, wymienić należy ograniczenie emisji metanu do atmosfery – gazu wywołującego efekt cieplarniany. Powstaje on w naturze samorzutnie, np. na bagnach, lecz bardziej lub mniej świadomie generowany jest także antropogenicznie, np. na składowiskach odpadów. Gdy stężenie metanu osiągnie określoną wartość zarządcy składowisk mają obowiązek jego zagospodarowania. Na dużych wysypiskach zazwyczaj tworzy się system odgazowujący, gdzie metan może być źródłem energii. Mniejsze lub te, które nie mają możliwości wykorzystania gazu gospodarczo, spalają go w specjalnych pochodniach. Natomiast gdy jego ilość jest mniejsza, niż wartość progowa potrzebna do zagospodarowania, po prostu ulatnia się on do atmosfery.

Ograniczenie deponacji bioodpadów na składowiskach poprzez lokowanie i wykorzystanie ich w biogazowniach jest dobrą praktyką stosowaną w krajach Europy Zachodniej, z której w tym przypadku powinno brać się przykład.

Zielone światło dla energii z odpadów

Zwolennicy tak nowoczesnych przedsięwzięć poprzez pryzmat lokalny patrzą globalnie. Krótkowzroczność zastępowana jest przez dalekowzroczność. Która z nich jest istotniejsza? To zależy od punktu widzenia, a właściwie od punktu lokalizacji biogazowni. Gdy powstaje konflikt społeczny, to mieszkańcy, władze lokalne i inwestor powinni dojść doensusu, wspólnie dając zielone światło dla rozwoju innowacyjności w Polsce. Czysta forma pozyskania energii, bezpieczna dla ludzi i środowiska, znana od wieków to jedna z alternatyw na przyszłość. Od *Homo sapiens* – człowieka rozumnego, zależy czy w prawidłowy sposób zagospodaruje swoją pomysłowość.

Literatura:

1. Jędrzak A., *Biologiczne aspekty przetwarzania odpadów*.
2. Gołębiowska U., Gostomczyk W., Krużewski W., Mas R., Mikulski W., *Odnawialne źródła energii – technologia, legislacja, ekonomika*.
3. *Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 14 sierpnia 2008 r. w sprawie szczegółowego zakresu obowiązków uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia, uiszczenia opłaty zastępczej, zakupu energii elektrycznej i ciepła wytworzonych w odnawialnych źródłach energii oraz obowiązku potwierdzania danych dotyczących ilości energii elektrycznej wytworzonej w odnawialnym źródle energii*

■ Tomasz Ordza – student V roku biologii o specjalności ekologia i zarządzanie zasobami przyrody Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu.

BADANIA GEORADAROWE W SŁUŻBIE ARCHEOLOGII

Najciekawsze odkrycia archeologiczne często były dziełem przypadku. Niespodziewana obserwacja zgłoszona właściwym osobom zapoczątkować może cykl badań o doniosłym znaczeniu. Również odkrycia o mniejszym znaczeniu zaczynały się często od szczęśliwego zbiegu okoliczności.

Tak właśnie stało się w niewielkiej wsi w powiecie proszowickim, Żębocinie (389 mieszkańców), o wielkiej tradycji, zgodnie z którą pierwszy kościół został w niej zbudowany w 1050 roku, a lipy koło niego sadził jego proboszcz, późniejszy biskup krakowski i patron Polski – Stanisław Szczepanowski. Biskup Szczepanowski nie był jedynym świętym związanym z Żębocinem – jako błogosławiona jest czczona przez parafian żyjąca około pół wieku później Małgorzata, żona dziedzica Żębocina, Mikołaja, która aby zachować czystość w czasie wyprawy wojennej na Ruś (prowadzonej przez mordercę świętego Stanisława) zamknęła się na czas nieobecności męża samotnie w wieży.

Obecny gotycki kościół pochodzi z połowy XIII wieku, a wizytacja biskupia w 1598 roku potwierdza istnienie murowanego kościoła pod wezwaniem obu bohaterów religijnych Żębocina – św. Stanisława i św. Małgorzaty (choć patronką jest oczywiście nie mało znana świątobliwa żona właściciela wsi, ale święta Małgorzata z Antiochii Pizydyjskiej). Kościół przechodził różne koleje, był rekonsekrowany w 1614 roku i uszkodzony (prawdopodobnie przez trzęsienie ziemi). Przebudowano go w latach 1757–1783, a w latach 1925–1930 wybudowano obok plebanii. Tradycyjnie istniejący cmentarz przykościelny został zlikwidowany w połowie XIX wieku i zastąpiony przez cmentarz parafialny, położony około 100 m od kościoła św. Stanisława i św. Małgorzaty.

Nic dziwnego, że na miejscu o takiej tradycji i ulegającemu różnym przebudowom mogą kryć się

zagadki archeologiczne. Zupełnie przypadkowo na ich trop natrafiono, kiedy dla wygody parafian obecny proboszcz, ksiądz Krzysztof Olszewski, władający parafią przez ostatnią dekadę, postanowił wybudować parking na łące w pobliżu kościoła.

Pierwsze uderzenia łopaty natrafiły na próg kamienny, który okazał się pierwszym stopniem prowadzącym w dół, do lochów.



Ryc. 1. Zespół kościelny w Żębocinie – kościół pw. św. Małgorzaty i św. Stanisława z XIII, XVIII wieku, dzwonnica z 1776, mur z XIII–XVIII wieku. Fot. Sebastian Rózga (Licencja Wikipedia Commons).

Podziemne pustki

Pod pozornie trwałą i stabilną Powierzchnią Ziemi przebiegają złożone procesy i kryją się zagadki niedostępne ludzkim oczom. Do niedawna o istnieniu niektórych z nich mogliśmy się domyślać, inne zostawały odkryte jedynie przez szczęśliwy przypadek. Sytuacja – jak to bywa zwykle w nauce – radykalnie zmieniła się przez odkrycie i wprowadzenie nowych technik badawczych. Dla poszukiwań podziemnych było to wprowadzenie georadaru.

Georadar (Ground-penetrating radar (GPR)) jest metodą geofizyczną stosującą fale elektromagnetyczne do obrazowania przestrzeni pod powierzchnią gruntu. Polega ona na wysyłaniu w głąb gruntu fal elektromagnetycznych w zakresie częstotliwości od 10 MHz do 2,5 GHz, które penetrują obszary podziemne, odbijając się od granic ośrodków o różnej stałej dielektrycznej. Odbicia te są rejestrowane przez anteny odbiorcze i po odpowiednim przetworzeniu komputerowym pozwalają uzyskać obrazy anomalii na echogramach. Fale penetrują skały, glebę, lód, wodę, a dzięki ich odbiciom można wykrywać istnienie różnych przedmiotów, zmiany w składzie chemicznym (np. skażenia chemiczne), pustki i szczeliny. Kiedy wysłana przez antenę nadawczą fala natrafia na zagrzebany obiekt lub granicę ośrodków o różnej stałej dielektrycznej, antena odbiorcza rejestruje zmianę odbitego sygnału.



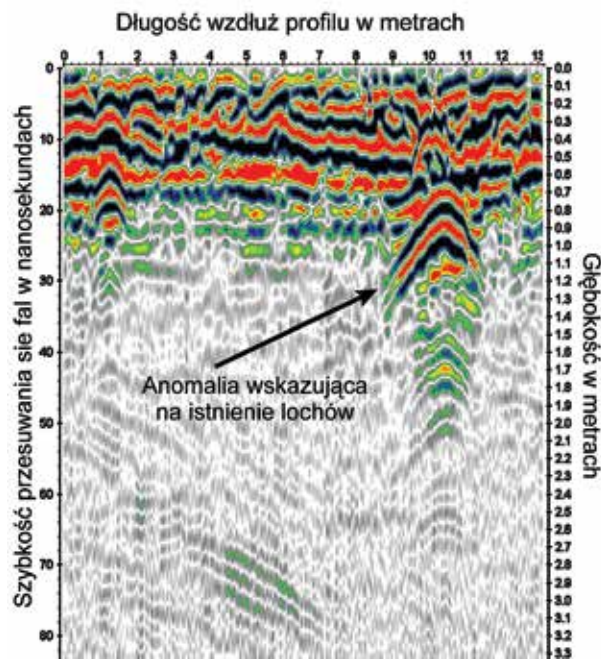
Ryc. 2. Odkryte na parkingu wejście do podziemi kościoła. Fot. Sylwia Tomecka-Suchoń.

Georadar nie jest metodą doskonałą. Działa on słabo w ośrodkach o dużej przewodności elektrycznej, takich jak gliny i gleby skażone solanką, ponieważ w takich ośrodkach fale elektromagnetyczne są silnie tłumione. Także jeżeli gleba jest niejednorodna, na przykład zawiera liczne odłamki skalne, rozpraszanie się sygnału utrudnia interpretację wyników.

Inne kłopoty, zapewne do przewyciężenia w niedalekiej przyszłości to to, że interpretacja otrzymanego obrazu, radiogramu, wymaga dużego doświadczenia. Podobnie jak trzeba posiadać doświadczenie, aby zinterpretować szmery i tony serca przy osłuchiowaniu klatki piersiowej. Rzeczywiście trzeba stać się ekspertem, aby prawidłowo zaprojektować, przeprowadzić i interpretować wyniki badań georadarowych.

Mimo problemów, postęp metodologiczny znacznie ułatwił badania georadarowe, które zostały zapoczątkowane już w latach 20. zeszłego wieku

w Niemczech (do poszukiwania zagrzebanych przedmiotów), ale naprawdę zaczęły rozwijać się od czterdziestu lat, a obecnie, od lat dwudziestu przeżywają swój rozkwit.



Ryc. 3. Przykładowy echogram radarowy na łące opodal kościoła w Żębocinie. Na kolejnych echogramach na przestrzeni czterech metrów kontuuje się anomalia wskazująca na istnienie lochów.

Z wielu dziedzin, w których zastosowano badania georadarowe, można wymienić ochronę środowiska (wykrywanie skażeń chemicznych), gospodarkę komunalną (wykrywanie rur i światłowodów), inżynierię budowlaną, zwłaszcza wykrywanie pustek zagrażających drogom i liniom kolejowym, a także w glaciologii (badanie lodowców) i wojskowości (wykrywanie min). Takie badania prowadzono między innymi w Katedrze Geofizyki WGGiOŚ AGH, gdzie zajmowaliśmy się problemem wędrujących ku powierzchni ziemi pustek powstałych w wyniku działalności górniczej i zagrażających szlakom komunikacyjnym i budowlom, a także skażeniami środowiska powodowanymi przez wypłukiwanie składników mineralnych z hałd górniczych. Ostatnio zainteresowaliśmy się również możliwościami wykorzystania metod georadarowych w archeologii.

Pierwszym naszym projektem było zbadanie okolic kościoła świętego Benedykta na wzgórzu Lassoty w krakowskiej dzielnicy Podgórze. Zgodnie z niektórymi hipotezami archeologicznymi, zwłaszcza wysuniętymi przez wybitnego polskiego architekta i popularyzatora wiedzy archeologicznej, profesora Politechniki Krakowskiej, Wiktora Zina (1925–2007) w miejscu kościoła stał pierwotny dwór władców Małopolski, zanim osiedlili się oni na przeciwnym

brzegu Wisły, na wzgórzu Wawel. Badania Zina sugerowały, że w miejscu kościoła znajdowała się w IX lub X wieku rezydencja książęca, której głównymi elementami był kościół w kształcie rotundy oraz obszerne *palatium*, właściwa siedziba księcia i dworu. Wyniki badań archeologicznych profesora Zina zostały bardzo mocno poparte wynikami naszych badań georadarowych, właśnie publikowanych w *Acta Geophysica*. W badaniach tych wyraźnie określiliśmy przebieg murów mogących stanowić ściany *palatium* oraz przebieg absydy rotundy.

Zachęcona tymi wynikami, wyraźnie wskazującymi możliwości wykorzystania techniki georadarowej, rozpoczęłam badania georadarowe w Żębocinie. Średniowieczna tradycja tego miejsca, rozpowszechniona dzięki Ignacemu Kraszewskiemu w powieści

„Boleszczyce” oraz legendami miejscowymi (na przykład o odkryciu bardzo starożytnego wina w lochach kościoła, którego daty jednak nie można ustalić, gdyż odkrywcy szybko je skonsumowali) uznałam kościół w Żębocinie i jego okolice za dobre miejsce do przeprowadzenia praktycznych zajęć ze studentami z zastosowania georadaru. Faktycznie pierwsze wyniki są obiecujące, ale oczywiście nie nadają się jeszcze do publikacji. Niewątpliwie wskazują one jednak, że metoda georadarowa jest potencjalnie wielkim sprzymierzeńcem archeologa, i że geofizyka współczesna ma szanse wnieść istotny wkład do naszej wiedzy o dziejach Polski.

Sylvia Tomecka-Suchoń, Piotr Pyka (Kraków)

Dr Sylvia Suchoń jest adiunktem w Zakładzie Geofizyki WGGiOŚ AGH w Krakowie. Inż. Piotr Pyka jest absolwentem AGH, a pomiary georadarowe w Żębocinie wykonywał w ramach swojej pracy inżynierskiej.

ŻYCIE W ZIMIE – PRZYPADEK NAJMNIEJSZYCH SSAKÓW ŚWIATA

Zima to piękna pora roku. Śnieg całkowicie odmienia krajobraz, a mróz czyni powietrze krystalicznie przejrzystym. Okres piękny zwłaszcza, gdy obserwujemy go przez okno przytulnego mieszkania. Zapadnięci w wygodnym fotelu, z gorącym kubkiem herbaty w dłoni, z lodówką pełną jedzenia i gorącą wodą w kranie... Zmieńmy jednak na chwilę ten obrazek. Przypomnijmy sobie oczekiwanie na spóźniający się tramwaj czy krótki spacer do osiedlowego sklepu. Zaledwie 10 min spędzonych na półotwartej przestrzeni wydaje się wiecznością. Zdaje się wtedy, że temperatura poniżej -10°C nie pozwala na jakąkolwiek aktywność poza drżeniem. Umysł i całe ciało domagają się powrotu do ciepłego domu. A przecież zazwyczaj jesteśmy zaopatrzeni w wiatroodporne kurtki z polarem, ocieplane buty, termoaktywną bieleźnię i cały ten, niemal alpinistyczny, sprzęt. A co z nieubranymi zwierzętami, zwłaszcza tymi małymi? W jaki sposób są w stanie przetrwać takie warunki ryjówki – najmniejsze ssaki świata?

Najmniejszy polski gatunek ryjówki (*Soricidae*) – ryjówka malutka (*Sorex minutus*) – waży zaledwie 3 g. Nie jest to nawet pełna łyżeczka cukru. Jej wyjątkowo mały organizm pracuje bardzo szybko. O wiele szybciej, niż przewidywali

naukowcy dla takiej wielkości ciała. Serce bije nawet 1000 razy na minutę. Tak ogromne tempo przemiany materii wymusza na nich ciągłe poszukiwanie pokarmu, by sprostać wymaganiom energetycznym. W ciągu doby zwierzę to musi zjeść ilość pokarmu odpowiadającą masie jej ciała. Samica ryjówki malutkiej, gdy jest w ciąży, zjada w ciągu doby nawet trzy razy więcej. Z drugiej strony, małe ciało nie pozwala na zgromadzenie dużych zapasów energetycznych w postaci tłuszczu. Ich żołądek musi więc być stale pełny – gdy tylko zabraknie w nim pokarmu, odpoczywająca ryjówka musi natychmiast wznowić intensywne żerowanie. Jeśli nie zapełni go ponownie w ciągu kilku godzin – umrze. W podobnej sytuacji jest jej trochę większa kuzynka, ryjówka aksamitna (*Sorex araneus*) (8 g) oraz już spory, jak na rodzinę ryjówkowatych (*Soricidae*), rzęsorek rzeczek (*Neomys fodiens*) (14 g). Te trzy gatunki, wraz z rzęsorkiem mniejszym (*Neomys anomalus*), tworzą reprezentację polskich ryjówek z podrodziny *Soricinae*.

W jaki sposób udaje się więc tym zwierzętom przetrwać zimę? W Polsce ta pora roku bywa naprawdę sroga. Zdarzało się nawet, że temperatura spadała do -40°C . Można więc podejrzewać, że takie mrozy zmniejszają dostępność pokarmu, utrudniają żerowanie,

zwiększają straty ciepła, a co za tym idzie – zwiększają potrzeby energetyczne.

A trzeba tu podkreślić, że żaden z tych gatunków nie posiada zdolności do zapadania w stan hibernacji. W związku z tym, nie mogą po prostu przespać zimy, jak o wiele większe od nich susły czy niedźwiedzie. Mimo wszystko, ryjówki w toku ewolucji wykształciły tak skuteczne (choć subtelne) mechanizmy zimowania, że ich śmiertelność w tym sezonie nie jest wcale duża. Co więcej – może być nawet mniejsza niż jesienią, czy późnym latem.

organów wewnętrznych. Mniejsze stają się nerki, wątroba, trzustka itd. Spada też ich aktywność wydzielnicza. Jedynym organem, który nie podąża tym trendem jest serce. Wiąże się to z ogromnym obciążeniem mięśnia sercowego, które nie pozwala na zmniejszenie jego wydolności. Ryjówkom w tym sezonie udaje się także obniżyć całkowity poziom metabolizmu – i to nawet o 30%! To wszystko połączone ze spadkiem ilości wody w tkankach pozwala na znaczące obniżenie wymagań energetycznych. Przykładowo, u ryjówki aksamitnej spadek masy ciała o 20% równa się obniżeniu zapotrzebowania na pokarm na podobnym poziomie. Mimo to, jeszcze do niedawna trwa-



Ryc. 1. Ryjówka aksamitna *Sorex araneus*. Fot. Cezary Korkosz.



W jaki więc sposób to osiągają? Najciekawszą adaptacją jest zjawisko nazywane efektem Dehnela. Nazwane tak zostało na cześć wybitnego polskiego naukowca, który opisał je jako pierwszy – prof. Augusta Dehnela. Zimą ryjówki dosłownie się zmniejszają. I nie mówimy tu tylko o spadku masy ciała, która notabene może spaść nawet o 1/3! Dzięki częściowej resorpcji dysków w ich kręgosłupach, długość ich całego ciała ulega skróceniu. Spada pojemność czaszki, a co za tym idzie wielkość samego mózgu. Warto też podkreślić, że ogólny spadek masy ciała jest proporcjonalnie mniejszy, niż spadek masy energochłonnych

ła dyskusja: czy aby na pewno chodzi tu o adaptację wspomagającą przetrwanie zimy? Przecież od dawna oczywistym dla wszystkich jest, że im mniejsze zwierzę, tym stosunek jego wielkości do powierzchni staje się mniej korzystny termicznie. Ciepło z mniejszego zwierzęcia ucieka szybciej. Najnowsze badania pokazują jednak, że i ten problem został przez ryjówki ewolucyjnie rozwiązany. Otóż gdy spada wielkość ciała ryjówki, rosną właściwości izolacyjne jej futra, rekompensując ten niekorzystny stosunek. Banalnie proste.

Ryjówki jako rodzina posiadają także najwięcej, spośród wszystkich znanych i dotąd przebadanych ssaków, brunatnej tkanki tłuszczowej. Jest to wyjątkowa tkanka, działająca na zasadzie „elektrociepłowni”. Podczas gdy mitochondria komórek wszystkich innych tkanek przetwarzają glukozę w ATP (paliwo niezbędne do funkcjonowania wszystkich organizmów żywych), mitochondria komórek brunatnej tkanki tłuszczowej przetwarzają ten cukier bezpośrednio w ciepło. Te małe zwierzęta nie tylko mają tej tkanki najwięcej. W sezonie zimowym jej aktywność zdecydowanie wzrasta i zaczyna wytwarzać nawet do 50% więcej ciepła!

Ale oprócz przystosowań fizjologicznych, ryjówki przejawiają pewne wyrafinowane modyfikacje w zachowaniu się, które także składają się na ich strategię zimowania. Jednym z behawioralnych przystosowań do tej niekorzystnej pory roku jest ściśle samotny tryb życia. Poza zaledwie kilkugodzinnym okresem zalotów i kopulacji, ryjówki są nieprzeciętnie agresywne wobec swych współplemieńców. Za wszelką cenę starają się unikać kontaktów, a jeśli już do tego dojdzie, to zwykle kończy się konfliktem. Można więc zapytać: niby jak ma to pomóc przetrwać zimę? Takie zachowanie odbiera możliwość wspólnego gnieźdzenia się i wzajemnego ogrzewania (obserwowanych u spokrewnionych z ryjówkami zębielek), co z pewnością zmniejszyłoby straty ciepła. Na pewno jest to minusem takiego trybu życia. Jednak szalę korzyści przechyliła przywłaszczenie sobie na wyłączność zasobów całego terytorium. Ryjówki żywią się głównie różnego rodzaju bezkręgowcami. Ich rozmieszczenie w przyrodzie jest dość przewidywalne, zarówno w czasie jak i przestrzeni. Ryjówkom więc opłaca się bronić dostępu do zasobów poprzez obronę terytoriów zawierających ilości pokarmu pozwalające im na zaspokojenie ogromnych wymagań energetycznych. Zwłaszcza zimą nie ma miejsca na dobroduszne dzielenie się jedzeniem. W tym okresie, ryjówki jeszcze wyraźniej trzymają się swych terytoriów, których granice przestają się nakładać.

To jednak nie wszystko. Jak było wspomniane wcześniej, ryjówki muszą jeść niemal nieustannie. Są więc zwierzętami aktywnymi prawie przez całą dobę. Wiosną, latem i jesienią są jednak w większej mierze aktywne w godzinach nocnych. Pozwala to m. in. na zmniejszenie ryzyka bycia upolowanym przez większe drapieżniki (np. ptaki drapieżne). Zimą natomiast ryjówki zaczynają rozciągać swój czas aktywności na cieplejsze godziny dnia. O tej porze roku są bowiem zwykle ukryte przed drapieżnikami pod pokrywą śniegu, nocna osłona przestaje więc być priorytetem.

Niedawno udało się jeszcze głębiej wniknąć w sezonowe różnice zachowań tych zwierząt. Subtelne zmiany, którym podlega ich aktywność lokomotoryczna, aktywność żerowa czy długość czasu spędzanego poza gniazdem, może robić wrażenie. Zimą ryjówki ograniczają czas spędzany poza kryjówką i redukują aktywność lokomotoryczną, a intensyfikują aktywność żerową. Choć magazynują pokarm także w innych sezonach, to zimą skłonność do tego zachowania wyraźnie nasila się. A mając zapasy pokarmu w gnieździe lub w jego pobliżu mogą tym bardziej skrócić czas aktywności poza ciepłym gniazdem. A to wciąż nie wszystko! Należy jeszcze wspomnieć, że zimą ryjówki starają się spędzać jak najwięcej czasu pod izolującą pokrywą śnieżną, gdzie panują bardziej sprzyjające warunki termiczne niż na powierzchni. Zapewne też w większym stopniu niż latem przebywają pod powierzchnią ziemi i wykorzystują do przemieszczania się korytarze kretów i gryzoni.

Jak widać silna presja niskich temperatur, spadku dostępności pokarmu i innych towarzyszących zimie niesprzyjających warunków, doprowadziła do wykształcenia się u ryjówek wielu ciekawych przystosowań. Subtelne zmiany fizjologiczne i behawioralne pozwalają dożyć im do wiosny, kiedy to dojrzewają, przystępują do rozrodu i potem odchowują kilka miotów młodych. Późnym latem stare, ponad jednoroczne ryjówki, zmęczone zimą i sezonem rozrodczym umierają, pozostawiając miejsce ich następcom. Nowe pokolenie, dzięki przekazanym w genach zdolnościom, przeżyje kolejną zimę. Zapewni to przetrwanie populacji i gatunku, a nam pozwoli na głębsze zrozumienie ich niesamowitej biologii.

Michał Bogdziewicz (Poznań)

WSZECHŚWIAT PRZED 100 LATY

Polscy badacze w Rosji

Na olbrzymich przestrzeniach państwa rosyjskiego, gdzie tak niezmierna liczba zadań cywilizacyjnych, badawczych, ekonomicznych i t. d. czeka nieustannie na rękę umiejętną a z trudem ją znajduje, w rozproszeniu, oddzieleni jeden od drugiego setkami i tysiącami kilometrów, żyją i pracują nasi rodacy. Ojczyzna nie wie o nich, często nie zna nawet ich nazwisk, a ileż razy się zdarza, że i oni o swej ojczyźnie zapominają zupełnie albo słabe zaledwie gdzieś na samem dnie serca zachowują wspomnienie. Gdzież podziewają się corocznie te liczne setki najlepszej młodzieży z krajów zabranych, które w uniwersytetach i instytutach cesarstwa szukały wyższego wykształcenia zawodowego? W bardzo przeważnej części dążą na wschód, szukając chleba lub karyery, i często osiągną jedno i drugie, ale dla swego społeczeństwa zwykle giną bezpowrotnie. Z ogólnoludzkiego punktu widzenia może powinniśmy cieszyć się, że myśl polska przyczyniła się w wysokim stopniu do zbadania tych obszarów, że dłoń polska w znacznej części zaprowadziła na nich instytucje i urzędy kulturalne, ale też pamiętać winniśmy, że w zamian nie otrzymujemy nic, oprócz wymówek i narzekania na natręctwo Polaków, którzy wyrывают z rąk ludności rdzennej... to, o czym ludność owa nawet i marzyć jeszcze nie umie w sennych przywidzeniach. Wielkie to z pewnością zadanie rozświecać mroki ludzkości i wnosić światło cywilizacji aż gdzieś za słupy graniczne Uralu, aż w samo serce Azji, aż nad niegościnnie brzegi Oceanu Lodowatego i Pacyfiku, ale kto je podejmuje, powinienby przynajmniej w nagrodę mieć poczucie spełnionego obowiązku względem czegoś, co bardzo ukochał. Czy nasi sybirscy, turkietańscy i kaukaski badacze mają taką kompensatę?

Może kiedy Polska przypomni sobie o tych synach straconych. Może Komisja do historii oświaty stworzy dział osobny, w którym pomieści życiorysy tych Polaków, którzy pod obcymi sztandarami prowadzili szczytny bój zdobywczy z przyrodą. Trudności takiego przedsięwzięcia będą olbrzymie, ale niemniejsza i zasługa.

M.Cz. Ludwik Młokosiewicz. *Wszechświat* 1912, 31, 19 (14 I)

Owadzia krew obronna

Znana jest powszechnie zdolność rozmaitych owadów „udawania śmierci” w chwili gdy usiłujemy je schwytać. Symulowanie śmierci uważano nie tylko za środek obrony, lecz i za czynność dowolną, co jednak nie zgadza się z istotnym stanem rzeczy. Pozatem znany jest jeszcze fakt, że owady schwyte wydzielają barwny płyn (krew) żółty, czerwony, zielony lub błękitny. Niedawno ogłoszona rozprawa p. Hollande’a zawiera szczegółowe badania nad tem zjawiskiem. Mamy tu do czynienia nie z krwawieniem wskutek uszkodzenia lub zranienia, jak przypuszczają niektórzy uczeni, lecz z istotnem wydzielaniem krwi, samokrwawieniem przez same owady. Hollande stwierdził przedewszystkiem, że krwawienie zdarza się nie tylko u chrząszczy, błonkoskrzydłych i prostoskrzydłych, lecz i u motyli, półpokrywych i dwuskrzydłych

zarówno u larw, jak i u osobników doskonałych. Miejsce wydzielania się krwi i mechanizm tego procesu zależne są od gatunku owada. Niekiedy małe pęcherzyki chitynowe, leżące w pobliżu głowy lub w pierścieniach odwłokowych, nabrzmiewają i pękają pod ciśnieniem krwi. U owadów błonkoskrzydłych krew wychodzi przez otwory, mieszczące się nad przetchlinkami i dychawkami i otoczone dwoma nabrzmieniami chitynowymi, które rozsuwają się pod działaniem specjalnego mięśnia. U motyli krew wychodzi przez pęcherzyki elastyczne lub wprost wskutek pęknięcia powłoki chitynowej. Zdarza się wreszcie, że krew ukazuje się skutkiem przerwania błony stawowej (u chrząszczy). Wydzielana krew bywa zazwyczaj bardzo jadowita, niekiedy jednak bywa zupełnie pozbawiona własności trujących. Hollande przypuszcza z jednej strony, że wydzielanie się krwi odbywa się na skutek chwilowego zwiększenia się ciśnienia cieczy w jamach ciała (pod wpływem skurczu mięśni podczas chwytania owadu), z drugiej zaś strony, że istnieje ścisła analogia między pęcherzykami krwionośnymi a pęcherzykami gruczołowymi, co pozwalałoby przypisywać krwawieniu pochodzenie gruczołowe. Samo krwawienie wreszcie, według Hollande’a, nie jest bynajmniej środkiem obrony, zależnym od woli zwierzęcia, jak chcą niektórzy uczeni, lecz aktem odruchowym.

Cz. St. (Statkiewicz) *Wydzielanie krwi przez owady. Wszechświat* 1912, 31, 15 (7 I)

Uprzemysłowienie królowych

Wielki przemysł fabryczny zagarnia coraz to nowe dziedziny, gdzie do niedawna nikomu ani się śniło o nim, a wdzierając się tam, pociąga za sobą zmiany nieraz bardzo nawet zasadnicze. Szczególnie na wielką skalę odbywa się to z tamtej strony Oceanu, w Ameryce, gdzie wpływ jego rzuca się wybitnie w oczy nie tylko w środowiskach fabrycznych ale i po wsiach, wśród pracowników rolnych. W rolnictwie hurtowym maszynowa produkcja panuje tam coraz bardziej niepodzielnie, a i pszczelnictwo, do niedawna ciche i poboczne zajęcie ludności wiejskiej, zaczyna przeradzać się w przedsiębiorstwo fabryczne, w prawdziwie amerykański „business”: pszczoły stają się jakby robotnikami fabrycznymi, które muszą wyrabiać miód ściśle według wskazówek swych panów i stosować się we wszystkim do ich przepisów, nawet królowe muszą przyjmować takie, jakie im ludzie narzucają.

Nasi przodkowie spoglądali z pewnem nabożeństwem na królową pszczół za to, że mogła ona bez przerwy (nielicząc naturalnie zimowego spoczynku) znosić jaja przez 4 i 5 lat. Uchodziłoby to nawet za pewien rodzaj świętokradztwa, gdyby ktoś się poważał przeszkadzać jej w tej czynności, chyba, że cały rój był już przeznaczony na podkurzenie i zagładę.

Dzisiejszy pszczelarz nie pozwala królowej „rządzić” w ulu dłużej niż dwa lata, poczem bez żadnych względów usuwa ją stamtąd i zastępuje inną. Amerykanie nie czekają nawet przeważnie dwu lat, ale zazwyczaj odnawiają królową co rok. A że tam za Oceanem wielcy przedsiębiorcy

pszczelnicy posiadają tysiące uli, potrzeba więc całych półków królowych, żeby móżdżek co rok wszystkie zastąpić nowymi. Pociągnęło to za sobą powstanie nowego przemysłu, specjalnych „fabryk” do produkowania królowych, które tam wyhodowuje się sztucznie dziesiątkami tysięcy i następnie rozsyła się we wszystkich kierunkach.

Zasady tego „fabrycznego” produkowania królowych pszczelich chcemy przedstawić w niniejszym artykule.

Wiadomo powszechnie, że i królowe i robotnice pszczele powstają z zupełnie jednakowych jaj, ale larwa królowej otrzymuje lepsze i obfitsze pożywienie; komórka, w której one się znajdują, jest również odmienna, większa, niż dla robotnic, i innego kształtu, nie sześcioboczna, ale zaokrąglona, naparstkowata.

Jest to rzeczą wielce godną podziwu, jak dokładnie i ściśle pszczoły umieją zmieniać skład pokarmu zależnie od tego, czy z larwy ma wyjść królowa, czy też robotnica zwykła. Larwy królowych otrzymują przez cały czas, to jest przez 6 dni taki sam pokarm, poczem są już całkiem gotowe do przekształcenia się w poczwarkę. Pokarm ów stanowi zupełnie przetrawioną papkę, składającą się z 45% materiałów białkowych, 13-14% tłuszczu i 20% cukru.

Pokarm robotnic ulega zmianie w ciągu ich życia larwowego: do czwartego dnia otrzymują one 53% białka, 8% tłuszczu i 18% cukru, a więc papkę zbliżoną składem do tej, jaką dostają larwy królowych; od czwartego dnia ilość białka ulega zmniejszeniu do 28%, a tłuszczu do 4%, cukru zaś wzrasta do 45%.

Co robią pszczoły, żeby przyjęte pokarmy przerabiać w żołądku na papkę o tak rozmaitym składzie, jest dla nas zagadką i pozostanie nią może i nadal.

W każdym jednak razie możemy z tego wyprowadzić pewne wnioski praktyczne.

Widzimy mianowicie, że jaja pszczoł są zupełnie jednakowe, jak również początkowy rozwój larw; dopiero z chwilą zmiany pokarmu zostaje stanowczo rozstrzygnięta kwestia, czy ma ona przeobrazić się w robotnicę, czy w królowę. Chodzi więc tylko o poznanie, co skłania pszczoły do zmiany sposobu odżywiania larw, a wtedy będziemy mieli możność kierować tem odżywianiem i zmuszać robotnice do hodowania królowych w większej liczbie, niżby to czyniły z własnej woli.

Zapomocą spostrzeżeń i doświadczeń przekonano się, że pobudkę do tego daje pszczółkom kształt komórki, i to właśnie stanowi podstawę w sztucznej hodowli królowych.

Mianowicie, jeżeli pszczelarz rozporządza sztucznymi czy naturalnymi komórkami o kształcie naparstkowatym, to dość będzie przenieść do nich jajka z komórek roboczych, a pszczoły zaczną tak karmić wylęgłe z nich larwy, że przeobrażą się one w królowe, a nie w robotnice. Można nawet przenosić w taki sposób i larwy robotnic, byleby nie starcze nad 3 dni, później bowiem wskutek odmiennego pokarmu mają one już zdecydowany charakter roboczy i niemożna z nich wyhodować królowych.

Wiedzą o tem dobrze same pszczoły i w razie jakiegoś nieszczęśliwego wypadku z królową biorą z komórek roboczych dla wyhodowania nowej albo jajko, albo jedno lub dwudniową larwę roboczą, sporządzając przed tem dla niej naparstkowatą królewską kolebkę z kilku zburzonych sześciobocznych.

Do sztucznej hodowli królowych używano początkowo wyłącznie naturalnych komórek królewskich, które gromadzono w tym celu we właściwym czasie póki się

one znajdowały w ulach, t. j. na wiosnę i w lecie przed rojeniem się. Gdy minie ten okres, pszczoły nie potrzebują już hodować więcej królowych, niszczą więc komórki królewskie, jako zajmujące tylko bez potrzeby miejsce, i budują z nich zwykle sześcioboczne na larwy robocze albo na składanie miodu.

Pszczelarz więc musi uchwycić chwilę, kiedy młode matki opuszczą kolebki, i wycina wówczas ostrym nożem odpowiednie komórki z plastra. W następnym roku przenosi je do innych pni, umieszczając w dziurach, zrobionych umyślnie w plastrach, i wkładając do nich jajka lub parodniowe larwy. Resztę, t. j. wykarmienie i wychowanie królowych pozostawia pszczółom.

Sposób ten ma swoje niedogodności, mianowicie wyszukiwanie takich komórek w plastrach zabiera przedewszystkiem sporo czasu, co się nie zgadza z dążnością do możliwie szybkiej produkcji, jaka panuje obecnie we wszystkich gałęziach przemysłu; następnie zaś bardzo łatwo uszkodzić pewną część komórek, roznosiąc je niewłaźnie palcami czy to podczas wyjmowania, czy też wkładania.

Doprowadziło to do pomysłu, żeby takie komórki wyrabiać sztucznie. Przekonano się przytem, że niepotrzeba bynajmniej robić całej sztucznej komórki; wystarczy sporządzić z wosku jej podstawę w kształcie czareczki z zaokrąglonym dnem, a górną część dobudują już pszczoły same. Czareczki takie sporządza się w sposób bardzo prosty przez zanurzanie w stopionym wosku końca cienkiego pręcika zwilżonego wodą, o grubości, odpowiadającej wewnętrznej średnicy komórki królewskiej. Tworzy się wówczas na nim cieniutka powłoka z wosku w kształcie naparsteczka, odstająca bardzo łatwo skutkiem uprzedniego zwilżenia patyczka wodą. Wygląda ona zupełnie jak dolna część komórki królewskiej; pszczoły też przyjmują ją za zaczątek komórkę i kończą dalej same.

Dla większej zachęty pszczelarz smaruje jej dno i boki papką, wyjętą z komórki, w której pszczoły hodują już królewską larwę; a oprócz tego wkłada do niej jajko albo larwę z komórki roboczej, najwyżej trzydniową. Takie sztuczne komórki przytwierdza się wprost do plastra albo też przymocowuje się ich kilka razem woskiem do cieniutkiej listewki i wstawia się ją do ula między plastry.

Umieszczanie w ulach sztucznych komórek królewskich zostało uwieńczone zupełnym powodzeniem. Nie zadowolilo to jednak pszczelarzy: człowiek ma taką naturę, że gdy mu się uda osiągnąć jakiś zysk w pewnem przedsięwzięciu, zamysła zaraz o nowych większych korzyściach. To też i pszczelarze, widząc, że pszczoły przeważnie dobrze przyjmują sztuczne komórki z wosku, postanowili zrobić śmiało doświadczenie i użyć drewnianych komórek zamiast woskowych. Taka drewniana czareczka przedstawia tę korzyść, że jest znacznie mocniejsza, nie łamie się tak łatwo, może trwać prawie nieograniczenie długo i wreszcie daje się doskonale osadzić zapomocą ostrego sztyfcika, umieszczonego w dnie.

I te czareczki drewniane przedstawiają również tylko spodnią część komórki, górną dorabiają pszczoły z wosku. Ale żeby je zachęcić do tego, trzeba koniecznie włożyć je wewnątrz cieniutką warstewką wosku, tak samo wysmarować papką z komórki królewskiej i wreszcie umieścić w każdej jajko lub młodą larwę.

Próby z drewnianymi komórkami powiodły się również: robotnice kończyły je i hodowały na królowe

umieszczone w nich jajka lub larwy. Trzeba jednakże dodać, że nie wszystkie pszczoły podejmują się równie chętnie takiego wychowywania narzuconych królowych; bardzo często nie zwracają one najmniejszej uwagi na sztuczną komórkę.

Zależy to przede wszystkim od rasy i z tą okolicznością pszczelarz musi się liczyć koniecznie, są bowiem rasy bardzo skłonne do podejmowania się hodowli królowych i są takie, którym zupełnie niewarto dawać sztucznych komórek, ponieważ nie chcą wcale z nich korzystać.

Mianowicie pszczoły włoskie nie mają zupełnie popędu do wyhodowywania większej liczby królowych i dlatego bardzo niechętnie kończą sztuczne komórki. Cypryjskie natomiast w stanie naturalnym hodują zwykle królowe w większej obfitości, budują same przez się nie mniej jak sto komórek królewskich rocznie i z tego powodu prawie zawsze zabierają się do kończenia zaczętych sztucznych. To samo dotyczy pszczół kraińskich. To też bardzo wielu pszczelarzy używa pszczół z tych dwu ras nawet wtedy, gdy chodzi o wyhodowanie matki włoskiej. Umieszczają oni wówczas sztuczne komórki z jajami lub larwami pszczół włoskich w ulach rasy cypryjskiej albo kraińskiej.

Wstawiając sztuczne komórki do ula, trzeba się zresztą liczyć jeszcze i z innymi okolicznościami. Jeżeli królowa w nim jest już bardzo stara, albo niema jej tam wcale, to wstawiać sztuczną komórkę z jajkiem lub larwą można bez żadnej obawy. Ale pszczelarze, dążący do odświeżenia roju, starają się odnowić w nim królową roczną, a najwyżej dwuletnią, zupełnie jeszcze młodą i bardzo zazdrosną o rywalki, któreby się zjawiły obok niej w ulu. Wydawać jej na łup nowe królowe bez żadnej ochrony nie byłoby wcale rzeczą bezpieczną.

Dlatego też sztuczne komórki królewskie należy tak umieszczać w ulu, aby dostęp do nich miały jedynie robotnice, nigdy zaś dawne królowe. Osiągnąć to wcale nietrudno, opierając się na różnicy wzrostu między matką a pszczołami roboczymi. W tym celu pszczelarze używają specjalnych klatek o siatkowanych bokach, urządzonych tak, że przez otwory w siatce mogą przecisnąć się jedynie robotnice, dla królowych zaś i trutniów są one całkiem niedostępne. W klatce takiej umieszcza się listewkę ze sztucznymi komórkami i następnie umocowuje się ją w jednej z ramek ula zupełnie tak samo jak plaster.

Taka klatka zabezpiecza w zupełności nowe pokolenie królowych od napadu dawnej i chodzi już tylko o to, aby robotnice podjęły się ich wychowywania. A i tutaj pszczelarz może nieraz doznać zawodu, niezależnie nawet od rasy samych robotnic. Przekonano się mianowicie, że pszczoły tej samej rasy nie zawsze są w jednakowym stopniu skłonne do przyjmowania sztucznych komórek królewskich.

Zapomocą szeregu prób i spostrzeżeń stwierdzono, że najdogodniejszą i najwłaściwszą porą do wstawiania sztucznych komórek jest okres przed rojeniem się, czas, kiedy pszczoły zaczyna ogarniać popęd do zmiany miejsca pobytu i kiedy pod jego wpływem biorą się gorączkowo do budowania komórek królewskich. Przyjmują wówczas bardzo chętnie wstawione sztuczne, kończą je i już po upływie kilku godzin zaczynają karmić znajdujące się w nich larwy. A o to tylko chodzi, aby zaczęły to robić, wówczas bowiem na pewno doprowadzą wychowanie królowych do końca.

Po stwierdzeniu tego faktu powstało od razu pytanie, czy nie można wywołać sztucznie stanu psychicznego, w jakim znajdują się pszczoły w okresie przed rojeniem się. W takim bowiem razie możnaby było wprowadzić je w taki stan w dowolnym czasie i zmuszać do hodowania królowych, kiedy się będzie chciało.

Wskazówek dostarczyło zwrócenie uwagi na inną okoliczność: niepokój, połączony z popędem do gorączkowego budowania komórek królewskich, ogarnia pszczoły zawsze wtedy, kiedy im. zaczyna się robić ciasno w ulu.

Stąd nasuwa się od razu praktyczny wniosek, że dla wprowadzenia pszczół w taki stan psychiczny należy większą ich liczbę zamknąć w ciasnej przestrzeni. Sporządzono więc specjalne małe skrzynki, które nazwano „skrzynkami do rojenia się” (swarm boxes): zawierają one miejsca na pięć ramek z plastrami, ale wstawia się do nich tylko 3 plastry - dwie zaś ramki przeznacza się na listewki ze sztucznymi komórkami, których jednak nie umieszcza się tam od razu; oprócz tego wstawia się do skrzynki naczynie z wodą. Dno skrzynki składa się z gęstej siatki, która umożliwia przewiew powietrza, nie pozwala jednak pszczołom wymykać się stamtąd. Plastry, wstawione do skrzynki, powinny zawierać jedynie miód i pyłek, być zaś zupełnie wolne od komórek z jajami lub larwami.

Taką skrzynkę z 3 plastrami stawia się przed ludnym rojem i strząsa się lub zmiata do niej pszczoły z sześciu plastrów, pilnie jednak bacząc, aby nie było wśród nich królowej; należy się przeto upewnić zawczasu, że znajduje się ona w innej stronie ula. Po umieszczeniu pszczół w skrzynce zamyka się ją szczelnie i wstawia na sześć godzin do piwnicy lub innego chłodnego miejsca, żeby przerażone i wstrząśnięte pszczoły miały możliwość w zaciśniętym kącie uspokoić się i zapoznać się z nowym mieszkaniem.

Po upływie sześciu godzin wynosi się skrzynkę z piwnicy i wtedy dopiero wstawia się do niej dwie ramki ze sztucznymi królewskimi komórkami, w których znajduje się nieco papki królewskiej i jajka lub młode parodniowe larwy. Wówczas prawie na pewno pszczoły wezmą się do kończenia komórek i karmienia młodych. O to zaś właśnie chodzi.

Nietrzeba też wcale trzymać pszczół w tem ciasnym więzieniu, dopóki nie wykarmią one larw zupełnie i nie zamkną komórek wieczkami. Przeciwnie, można je wypuścić, skoro tylko upewnimy się, że zaczęły tę pracę, co następuje do 18 godzin, a najpóźniej do drugiego dnia.

Wówczas skrzynkę stawia się przed ulem, z którego pochodzą robotnice, i otwiera się ją: uwiecznione owady wracają do rodzinnego ula, a ramki z zaczętemi komórkami na królowe można przenieść do dowolnego roju, naturalnie pod osłoną zabezpieczającej siatki. Pszczoły z każdego ula podejmą pracę, zaczęta już przez towarzyszek, i doprowadzą ją do końca, do wyhodowania królowych.

W ten sposób można w silnym roju wyhodować sobie rocznie do stu królowych.

Ale i tu nastroczają się pewne trudności. Jasną jest rzeczą, że z tych kilkudziesięciu królewskich komórek, które się wstawia w ramce okratowanej do ula, młode królowe wylęgają się mniej więcej jednocześnie; nietrudno zaś sobie wyobrazić, co by to za powszechna rzeź powstała, gdyby tak od razu znalazło się w jednym miejscu kilkadziesiąt takich zawistnych rywalek.

Do tego niemożna więc dopuścić w żadnym rasie. Ażeby zaś uniknąć takiego niepożądanego spotkania się młodych matek, trzeba każdą już zasklepioną komórkę umieścić w małej klateczce drucianej, ale niewcześniej jak w wigilię wydobyć się królowej, żeby pszczoły miały możliwość zmieknąć w ostatniej chwili wieczko komórki, co ułatwia wielce wydostanie się na zewnątrz młodej matce.

W takiej klateczce przenosi się ją do ula, w którym ma ona być królową; naturalnie przedtem należy usunąć starą. Jeśli rój ją przyjmie, a tak się dzieje zazwyczaj, to królowa odbywa wzlot weselny i wszystko idzie dalej zwykłym naturalnym biegiem.

Inaczej jednak sprawa się przedstawia, jeśli pszczelarz hoduje królowe nie na własną potrzebę, ale na handel, wówczas bowiem należy im umożliwić zapłodnienie jeszcze przed wysłaniem. A że w Ameryce zwłaszcza jest mnóstwo pszczelarzy, którzy prowadzą obszerny handel królowymi pszczół, wysyłając je co rok tysiącami w świat, kwestya ta więc nabiera poważnego znaczenia.

Handlarze królowych używają w tym celu małych prawdziwie lilipucich uli, zawierających jeden a najwyżej parę plastrów i tylko kilkadziesiąt (najwyżej do 100) pszczół roboczych. Ule te służą wyłącznie na kilkodniowy pobyt dla królowych, które mają być zapłodnione. Skoro tylko pszczelarz przekona się, że zapłodnienie nastąpiło – a poznać to można po tem, iż królowa zaczyna składać jaja – wyjmuje ją stamtąd i wpuszcza na jej miejsce inną. Znaleźć zaś ją w tak małym ulu można od razu i od razu zobaczyć, czy już składa jaja. Przytem mały ul przedstawia także tę zaletę, że szczupłe roje prawie zawsze chętnie przyjmują nową królową, gdy w ludnych pszczoły witają ją nieraz bardzo wrogo, a czasami nawet wręcz zabijają.

Wadę takich małych rojów stanowi to, że bardzo łatwo ulegają rabunkowym napadom innych pszczół. U tych owadów, skądinąd niezmiernie pracowitych, nadzwyczaj łatwo rozwija się chęć do rabowania cudzego dobytku, skoro tylko zauważą słaby rój, niemogący stawiać należytego oporu. Żeby się od tego zabezpieczyć, w takim małym ulu do zapładniania królowej trzeba koniecznie robić bardzo niewielki otwór wchodowy, dla jednej tylko pszczoły, wtedy bowiem mieszkanki jego potrafią się bronić od wtargnięcia obcych pszczół; ale jeżeli urządzić otwór tak szeroki, że kilka robotnic będzie mogło przesuwać się przezeń swobodnie, to na pewno rój nie zdoła obronić się od napastników i stanie się łupem silniejszych sąsiadek.

Słowem, cały ten pomysł sztucznego hodowania matek pszczelich okazał się wielce praktycznym.

Dyakowski B. Sztuczna hodowla królowych pszczół. *Wszechświat* 1912, 31, 120 (25 II)

Walka z gradem

W celu walki z gradem, przez długi czas używano dział przeciwgradowych kosztownych, niewygodnych, niekiedy niebezpiecznych. Od 1899 r. ks. de Beauchamp czynił próby z gradochronem, opartym na nowych zasadach. Jeżeli powstanie gradu, co jest prawdopodobne, ma źródło swoje w naelektryzowaniu górnych okolic atmosfery, możnaby więc uniknąć tego przez zmniejszenie potencjału elektrycznego pomiędzy ziemią a atmosferą. Przyczą ks. de Beauchampa jest rodzajem udoskonalonego

piorunochronu o licznych kolcach, posiada on dyfuzator z miedzianej blachy elektrolitycznej, zanurzony w wodzie (studni, sadzawce i t. p.) Dyfuzator ten łączy się z miedzianą koroną, umieszczoną na wysokości 60 m i zaopatrzoną w kolce biegnące we wszystkich kierunkach (kolce powinny być starannie wyzłocone). Za ich pomocą odbywa się ciągle wymiana elektryczności między ziemią a atmosferą. Gradochrony ustawia się w pewnej odległości w ten sposób, aby tworzyły rodzaj ogrodzenia elektrycznego.

Jedno z takich ogrodzeń, składające się z czterech gradochronów, funkcjonuje od 3 lat w okolicy Poitiers. Otrzymane wyniki były bardzo obiecujące.

Cz. St. (Statkiewicz). Gradochrony elektryczne. *Wszechświat* 1912, 31, 15 (7 I)

Jak uczeni rozmawiają z władzą?

Najjaśniejszy Panie!

Dzień dzisiejszy złotemi głoskami zapisze się w rocznikach naszej Akademii. Poraz pierwszy bowiem monarcha Italii, światły miłośnik sztuk i nauk, zaszczyca obecnością swoją to miejsce, poświęcone studjom, to starodawne stowarzyszenie, założone w roku 1754 przez trzech Turynczyków: Saluzzę, Cignę i Lagrangea, a uznane urzędowo w roku 1783 za Akademię królewską przez króla z domu Sabaudzkiego, Wiktora Amadeusza. Jest to wielki hold złożony nauce, to też z niemałym wzruszeniem wyrażam głęboką wdzięczność Waszej Królewskiej Mości.

Dzień dzisiejszy pozostanie sławnym w rocznikach naszej Akademii, ponieważ będzie on przypominał potomości, że tu odbyła się wielka manifestacya, którą nazwałbym apoteozą idealizmu ludzkiego.

W imię wielkiego ideału Wiktor Emanuel, Mazzini, Cavour i Garibaldi stworzyli Włochy polityczne; w imię innego ideału, nie mniej wielkiego Lagrange, Berthollet, Volta i Avogadro stworzyli Włochy naukowe. Dzieło naukowe trwalsze jest od dzieła politycznego. Instytucje polityczne Grecyi starożytnej zniknęły bez śladu, ale mądrość Leucyppa, Demokryta, Arystotelesa i Platona trwa i trwać będzie wiecznie.

W tej chwili oczy całego świata naukowego zwrócone są ku Turynowi; sława Avogadra wielka jest w swej prostocie, wielka i prosta jak prawo, które nosi jego imię.

Rok 1911 przypomina nam nie tylko szczęśliwe zdarzenie polityczne, jakim jest pięćdziesiąta rocznica konstytucyi królestwa włoskiego oraz słynnej deklaracyi Cavoura, że Rzym ma być stolicą nowej Italii; rok ten przywodzi nam na pamięć inne jeszcze wielkie zdarzenie natury naukowej – w nim przypada setna rocznica ukazania się w druku słynnej rozprawy Amadeusza Avogadra o budowie molekularnej gazów. Jest to faktem rzadkim, powiedziałbym może jedynym w dziejach wiedzy, że wielka idea, prawie zapomniana, źle rozumiana, lub wcale nierozumiana przez lat z górą 50, ukazuje się na nowo, powraca do nowego życia po upływie wieku, by na podobieństwo nieśmiertelnej pochodni oświecić drogę nauki. Guareschi I., W setną rocznicę hipotezy Avogadra (Mowa wygłoszona 21 września 1911 roku podczas uroczystego obchodu w Turynie w obecności króla włoskiego i najwyższych, dostojników oraz delegatów wielu ciał naukowych włoskich i obcych). *Wszechświat* 1912, 31, 64 (4 II)

Grzyb-myśliwy

Lowienie żyjótek przez rośliny, czerpiące z tych ofiar substancje azotowe, jest znanym od dawna faktem, lecz tylko przeważnie wśród roślin wyższych. Pewne rodziny roślin kwiatowych zawierają prawie wyłącznie gatunki „owadożerne”. Takimi rodzinami są mianowicie: *Nepentaceae*, *Sarraceniaceae*, *Droseraceae*, *Cephalotaceae*, *Lentibulariaceae*. Wśród bezkwiatowych, np. grzybów, znamy olbrzymią ilość t. zw. pasorzytów, osiedlających się właśnie na żywych organizmach bądź to roślinnych, bądź zwierzęcych, lecz tworów łowiących żyjątko tylko przygodnie a normalnie rozwijających się nie na żywym podłożu nie znaliśmy zupełnie, jeśli nie zaliczymy do tej kategorii opisanego w roku 1888 przez W. Zopla pleśniaka *Arthrotrix oligospora* spotykanego na gnijących roślinach i nawozie i łowiącego w pętli swej grzybni węgorków (*Anguillulae*), wysysającego następnie ich trupy swemi strzępkami (*hyphae*). W danym razie jednak można również przypuścić, że grzybek korzysta tylko z trupów, które znalazł przypadkowo zaplątane w siatce swej grzybni. Obecnie jednak p. H. Sommerstoffs opisał pod nazwą *Zoophagus insidians* znaleziony przez siebie wśród nici glonów *Cladophora* i *Spirogyra*, zebranych w Gratweinie w Styrii i ogrodzie botanicznym w Gracu. Nazwa rodzajowa wskazuje właściwość jego odżywiania się, gatunkowa zaś czyni aluzję do rodzaju przymocowania strzępków grzybka na niciach glonu.

Ciało *Zoophagus* składa się z długich, mających około 7 mikronów w średnicy strzępków, przylegających lub oplatających nici *Cladophora* lub *Spirogyra*, będących jakby podporą grzybka. Od tych długich strzępków odchodzą prostopadle niby w postaci gałązek liczne krótkie (długość około 20 mikronów) i cienkie (średn. 3 mikr.) strzępki. Młody, rosnący strzępek pozbawiony jest przegród, tak, iż długi strzępek i cienkie gałązki stanowią jedno całość, wewnątrz której można dostrzedz dość szybkie krążenie rzadkiej zarodki z pogrążonemi w niej okrągłemi i jakiemiś przewężonemi (w kształcie biszkopty) ziarnkami. W miarę obumierania tylnego końca grzybni tworzą się przegródki, oddzielające tę część od żyjącego i rosnącego wierzchołka.

Rozpatrując pod mikroskopem ów grzybek, badacz dostrzegł na nim wielką ilość nieżywych robaczek w pośród Rotatoria, uciepionych otworem ustnym za wierzchołki krótkich strzępków. Obserwując czas dłuższy materyał z akwaryum, w którym były nici grzybka i różne żyjątko, ujrzał on naraz ze zdziwieniem, jak robaczek pełzający po nitce wodorostu, oplecionego strzępkami *Zoophagus*, natrafiwszy na sterzący krótki strzępek ustami, przylgnął nagle doń i pomimo wszelkich wysiłków w celu uwolnienia się zamarł po upływie kilkunastu minut nie zerwawszy się ze swej wędk. Spostrzeżenie to udało mu się potwierdzić kilkadziesiąt razy. Chwyciwszy ofiarę, grzybek poczynił ją użytkować. Cienki strzępek, odgrywający rolę wędk, wstąpił do wnętrza ofiary, wypuszczając liczne rozgałęzione ssawki, zapomocą których wysysał soki z żyjątko i transportował je następnie do matczynego (długiego) strzępka, co można było wnioskować z obfitego strumienia zarodki, płynącego od ssącego strzępka do długiego pnia. Po upływie mniej więcej doby z robaczka pozostawała jedynie skóreczka kutikularna i części chitynowe; strzępek, który wysysał żyjątko i spełnił

przez to swe zadanie życiowe, wciągał swą zarodkę do długiej nici i oddzielał się przegródką od narastających części. Jeśli jednak ofiara, była dość duża z obfitą ilością pokarmu dla grzybka, to tworzyła się nie tylko ssawka lecz cała masa grubych (około 40 mikronów w średn.) strzępków, które całkowicie wypełniały trupa, a następnie, przebijając pokrowiec zewnętrzny, rozrastały się, dając początek nowym strzępkom. To stadium zawiera, być może, w sobie także proces płciowego rozmnażania się, albowiem badacz znalazł obok takiego „nadzianego” grzybną robaczka jakieś cysty i kupkę złożoną z ośmiu gołych wiciowatych zarodników, które następnie pokryły się błonkami.

Muszyński J. Grzybek łowiący drobne zwierzęta (*Zoophagus insidians* Sommerstoffs). *Wszechświat* 1912, 31, 91 (11 II)

Kuzyn Nessie

Dzienniki i czasopisma szwedzkie, a za niemi niemieckie ogłosiły spostrzeżenia podróżnika szwedzkiego (nazwisko niewymienione), z których się okazuje, że osławiony wąż morski, zjawiający się zazwyczaj w lecie w czasie ogórkowym, jest tylko płodem złudzenia i fantazyi.

Na wstępie artykułu autor jego podaje okoliczności i warunki, w jakich podróżnicy spostrzegają tego mitycznego węża. Wąż zjawia się tylko podczas zupełnej ciszy w powietrzu; jeżeli słońce oświeca całkiem spokojną powierzchnię wody; jeżeli słońce znajduje się z tyłu za obserwatorem; wąż ma zawsze ciało ciemno zabarwione i tułów zgięty; największe zgięcia występują w pobliżu „głowy”, a stąd stale maleją w kierunku ogona; na przodzie zgiętego, ciemnego tułowia znajduje się biała, lub szara głowa; wąż zawsze płynie w takim kierunku, że względem obserwatora porusza się z prawej strony ku lewej, lub odwrotnie, nigdy zaś wprost ku niemu, albo w dal od niego; zjawisko okazuje się kilka razy raz po raz w tej samej okolicy.

Po tym wstępie autor opisuje obserwowane zjawienie się węża morskiego w następujący sposób;

Parowiec sunął szybko po spokojnem zwierciadle wody wybrzeży norweskich i zrobił nagle ostry zwrot, wytwarzając przez to fale znacznej wysokości. Znajdowałem się w tylnej części pokładu, oczy moje zwrócone były w kierunku przeciwnym ruchowi statku, słońce stało wysoko, poza mną w kierunku ruchu statku. W chwili, kiedy obserwowałem fale z boku nadpływające, dostrzegłem, że fale te w przebiegu swym utworzyły czarne zgięte cielsko z białą pluskającą pianą przed pierwszym wzniesieniem fali, a całość przedstawiała dokładnie opisywanego tak często węża morskiego. Potwór kołysał się i przewalał, a wygląd miał bardzo niemiły. W kilka chwil wąż dał nurka, to znaczy fale się wyrównały, a morze pozostało znów gładkie jak szkło.

Na zasadzie licznych swych spostrzeżeń autor opisu wyprowadza następujące wnioski: Potworne „wężę morskie” powstają w ten sam sposób, t. j. nie wskutek fal wytworzonych przez parowiec, lecz wskutek zjawiska fal przyrodzie, zwanego przez geologów trzęsieniem morza (drżeniem dna morskiego). Jeżeli wstrząśnienie występuje w skorupie ziemi na lądzie, to mamy trzęsienie ziemi, jeżeli zaś skorupa ziemi drży w miejscu przykrytem wodą (morzem), to mamy trzęsienie morza.

Jeżeli trzęsienie morza wydarzy się podczas zupełnej ciszy w powietrzu, jeżeli słońce znajduje się poza

obserwatorem, i tenże widzi fale przed sobą, to wtenczas właśnie widzi „węża morskiego”. Łatwo teraz zrozumieć, że, wobec stopniowego zmniejszania się wielkości fali, „głowę” jaśniej zabarwioną stanowi piana, wytworzona na powierzchni wody przez pierwszą górę fali.

Jeżeli wstrząśnienie było bardzo silne i nagle, natenczas mogą się na grzbietach fal tworzyć także grzebienie piany, które brano za pletwy grzbietowe potwora, do nich rzeczywiście bardzo podobne.

W wytworzeniu obrazu fantazyja patrzącego ma oczywiście największe znaczenie. Gdyby jednak było kilku obserwatorów zjawiska, to z pewnością każdy z nich przedstawiłby odmiennie szczegóły.

Pojawianie się „węża morskiego” ma przeto związek z miejscowymi zmianami na dnie morskiem zachodzącymi i właśnie dlatego łatwo pojąć, że zjawisko to widzieć można często w pewnych okolicach, np. na oceanie Spokojnym i innych, w których drżenie dna morskiego częściej się powtarza.

F. W. (Wilkosz). *Wąż morski. Wszechświat 1912, 31, 93 (11 II)*

Astronomia stosowana

Państwowa komisja rybacka szwedzka podejmowała w ostatnim czasie hydrograficzno-biologiczne badania i doświadczenia, mające na celu rozwiązanie zagadnienia, jakie okoliczności wywierają skuteczny wpływ na rybność wód przybrzeżnych. Doświadczenia przeprowadzono przeważnie na zachodnich wybrzeżach Szwecji w Gullmars-fjordzie. Wyniki tych badań przedstawił profesor Oton Petersson Akademii Umiejętności w Sztokholmie w zajmującym wykładzie, w którym wyraził pewność, że między obfitością ryb (szczególnie śledzi) przy zachodnich wybrzeżach Szwecji a prądami, wciskającymi się od oceanu Atlantyckiego pod wierzchnią warstwę wód szwedzkich, ścisły zachodzi związek, że znów stanowisko i droga księżycy wywiera ważny wpływ na mocno słone prądy wody z oceanu płynące. Jeżeli poddamy badaniu stanowisko i drogi księżycy w ostatnich 200 latach, to się przekonamy, że w tych latach, w których księżyc wywierał najsilniejszy wpływ na wodę, przyplływ ryb z oceanu do wybrzeży szwedzkich był także najobfitszy. Badania wykazały równie, że obfitość ryb w wodach przybrzeżnych zależy w znacznej części w ogóle od stosunku niektórych ciał niebieskich do ziemi. Dlatego w przyszłości zapomocą obliczeń astronomicznych będzie można ustalić, w których latach połów ryb na wybrzeżach będzie korzystniejszy, a w których mniej wydajny. Potężny wpływ wywiera także słońce; i jemu przypisać należy, że śledzie w 6-ciu miesiącach zimowych ukazują się najobficiej w wodach przybrzeżnych.

F. W. (Wilkosz). *Wpływ słońca i księżycy na obfitość ryb w morzu. Wszechświat 1912, 31, 175 (17 III)*

Powstanie sekcji ochrony Tatr Towarzystwa Tatrzańskiego

Umiłowanie przyrody krajowej to jedna z najważniejszych części składowych prawdziwej miłości ojczyzny. Łączy się nierozzerwanymi węzły ze znajomością kraju i z dbałością o jego przyszłość. Gdy się rozwija prawidłowo, napętnia serca patriotów otuchą, bo przecież umiłowanie, które zaczyna się od najtrwalszej i najbardziej niezmienną podstawy, musi mieć w sobie zadatki siły

i niezmienności. Dlatego to ze szczera i głęboką radością witać należy każdy krok nowy na tej drodze, dlatego wszelkim usiłowaniom w tym kierunku najgoręcej życzyć trzeba zupełnego a zasłużonego powodzenia.

W dniu 11 b. m. odbyło się w Zakopanem zebranie organizacyjne nowej, piątej z kolei sekcji Tow. Tatrzańskiego: wzięła ona za cel swój ten punkt statutu Tow. Tatr., w którym jest mowa o ochronie rzadszych zwierząt i roślin tatrzańskich, rozszerzając zakres swej działalności na pieczę nad zachowaniem krajobrazu tatrzańskiego w najszerszym znaczeniu tego słowa, t. j. zarówno z punktu widzenia naukowego jak i estetycznego. Stąd nazwa „Sekcja ochrony Tatr”.

Udostępnienie Tatr sprawiło, że coraz znaczniejsze zastępy „gości” przeciągają przez góry, niosąc ze sobą beznamiętność i bez troskę w używaniu swobody. Pod pozorami kultury tai się nieraz dzikie barbarzyństwo. „Szanujcie ciszę i majestat gór” – te słowa Karłowicza przebrzmiewają niesłyszane. Nieustanny hałas odstrasza kozice w głąb lasów węgierskich. Łamanie limb na pamiątkę, masowe zrywanie szarotek i tym podobne przekroczenia w stosunku do przyrody rywalizować mogą ze szkodnictwem w zakresie wytworów pracy ludzkiej, np. z paleniem schronisk dla rozrywki, niszczeniem ścieżek przez rzucanie głazów po zboczach, deptaniem młodych sadzonek i t. p. objawami rodzimego niedbalstwa, niszczycielstwa lub też zgoła łupiestwa. A cóż mówić o góralach, o strzelcach z atawistycznym instynktem myśliwskim, o kopaczach świstaków dla cudotwórczego sadła, o juhasikach, ogoławających całe zbocza wapienne z kocih łapek i goździków dla groszowego zysku.

Z roku na rok zmieniają się Tatry. Niejedna jeszcze im grozi katastrofa, dziś już niszcząca bezpowrotnie piękną przyrodę krajów zachodnich. Najwyższy już czas podjąć odpowiedzialność wobec pokoleń przyszłych za los krajobrazu tatrzańskiego, będącego jednym z najcenniejszych zabytków naturalnej szaty ziemi ojczystej. Środkiem do tego jest organizacja ludzi dobrej woli. W zakresie konserwatorstwa sztuki w kraju naszym coraz to słychać o nowem zwycięstwie poczucia piękna nad panoszącą się tandetą, w zakresie ochrony piękności przyrody również coraz to bardziej skupiają się walczące szeregi.

„Człowiek kochający Tatry, powinien zacierać za sobą ślady stóp”.

Szkic programu działalności Sekcji ochrony Tatr obejmuje: organizowanie obywatelskiej straży górskiej celem opieki nad rzadszymi roślinami i zwierzętami tatrzańskimi oraz celem przeciwdziałania niewłaściwemu zachowywaniu się człowieka w górach; wpływanie na czynniki decydujące w myśl zasady zachowania o ile możliwości pierwotnego charakteru gór; wpływanie w tym duchu na opinię publiczną przez odpowiednie odezwy, wydawnictwa, odczyty, wystawy, wycieczki i t. p.; utrzymywanie odpowiedniego księgozbioru; zawiązywanie i utrzymywanie stosunków z towarzystwami o pokrewnym zakresie działania w kraju i zagranicą.

Członkiem Sekcji może być każdy członek Tow. Tatr., opłacający na cele Sekcji rocznie 1 kor. (czł. zwyczajny), 10 kor. (czł. wspierający) lub jednorazowo 100 kor. (czł. założyciel).

Pożądanem jest współdziałanie wszystkich przyjaciół Tatr. Adres tymczasowego zarządu Sekcji ochrony Tatr Tow. Tatr.: Dworzec Tow. Tatrzańskiego w Zakopanem. *Ochrona Tatr. Wszechświat 1912, 31, 126 (25 II)*

zwyczajów i kultu pogańskiego plemienia Galindów, dawnych mieszkańców tych okolic.



Ryc. 4. Konik polski. Fot. M. Olszowska.

Żeglując na północ, w porcie Wierzbą mijamy prom linowy łączący brzegi Bełdan. Płyniemy na przesmyk Przeczka i dalej na Śniardwy do portu Popielno. Chcę ponownie odwiedzić Stację Badawczą Rolnictwa Ekologicznego i Hodowli Zachowawczej Zwierząt Polskiej Akademii Nauk. Placówka utworzona została



Ryc. 5. Samica bobra (*Castor fiber*) pozowała jak prawdziwa aktorka. Fot. M. Olszowska.

w latach pięćdziesiątych XX wieku. Jej celem było wzbogacenie i ratowanie naszych zasobów przyrodniczych. W stacji kontynuowane są badania dotyczące biologii cyklu poroża, rozrodu i behawioru jelenia szlachetnego, ale stacja nie zajmuje się już prowadzonymi dawniej badaniami związanymi z problematyką transplantacji narządów u tych ssaków. W Popielnie powstał program hodowli konika polskiego, który żyje wolno w lesie doświadczalnym Stacji o powierzchni 1600 ha (fragment Puszczy Pińskiej). Koniki polskie są rodzimą, prymitywną rasą

konii, wykazującą podobieństwo do dzikiego konia tarpiana (Ryc. 4). W Popielnie prowadzona jest unikatowa hodowla fermowa bobrów (Ryc. 5), umożliwiającą poznanie biologii tego gatunku. W stacji realizowany jest wieloletni „Program aktywnej ochrony bobra”. W doświadczalnej pasiece określa się ilość związków toksycznych przedostających się ze środowiska do organizmu pszczoł i produktów pszczelich. Od lat osiemdziesiątych prowadzono krzyżówki bizona preriowego, żubra i krowy rasy czerwonej polskiej. Celem krzyżówek było otrzymanie mieszańców o wysokich przyrostach masy ciała i wdrożenie tej hodowli do praktyki. Mięso hybrydów ma wybitne walory smakowe o niskiej zawartości cholesterolu. Obecnie nie kontynuuje się tych prac. Hodowle zachowawcze konika polskiego oraz bydła polskiego czerwonego prowadzone są w ramach światowego programu



Ryc. 6. Potężny byk Brutus na wybiegu. Fot. M. Olszowska.

ochrony zasobów genowych zwierząt gospodarskich. Na wybiegu zobaczymy byka Brutusa urodzonego w 1999 roku (Ryc. 6), ostatniego z żyjących mieszańców. W stacji działa Regionalny Ośrodek Edukacji Ekologicznej i Muzeum Przyrodnicze, mieszczące się w zabytkowym spichlerzu z XVIII wieku. W muzeum zgromadzone są materiały i eksponaty prezentujące dorobek placówki.

Trzeba było wyruszyć z Popielna, zanim wzmagał się wiatr nie rozhuśta Śniardw. Przy silnym wietrze na jeziorze w krótkim czasie powstają dwumetrowe fale. Z nimi na tym akwenie nie ma żartów. Nic nie może uśpić naszej czujności. Śniardwy są największym w Polsce morenowym jeziorem o powierzchni około 113,8 km². Jest płytkie w wielu miejscach. Na dnie leżą liczne głazy, niektóre zdradliwie czyhają tuż pod powierzchnią wody, przez co Śniardwy wymagają od żeglarzy szczególnej ostrożności. W tym roku (2011) ruszył system ostrzegania zlokalizowany na 17 masztach w różnych miejscach szlaku. Jego zadaniem jest powiadamianie żeglarzy o możliwości wystąpienia

zagrożenia pogodowego. Żeglarze, którzy zauważą rytmicznie mrugające żółte światło o zwiększającej się częstotliwości, muszą włączyć myślenie i odczytać ten sygnał jako komunikat „Uwaga niebezpieczeństwo”. Takie maszty widzieliśmy na Śniardwach, na Kisajnie, przy kanale Giżyckim oraz na Mamrach. Żeglując przez Śniardwy na półwysep Szeroki Ostrów, mijamy dwie zielone wyspy: Pajęczą i Czarci Ostrów (Ryc. 7). Według starej mazurskiej legendy Czarci Ostrów zamieszkują złe moce, a wewnątrz wyspy kryje zakopane diabelskie skarby. Kiedy rybak Trojan wybrał się na połów w okolicy Czarciego Ostrowiu,



Ryc. 7. Na kursie Czarci Ostrów i Wyspa Pajęcza na Śniardwach. Fot. M. Olszowska.

zaatakowała go czarna łapa z pazurami. Przed rozbiciem się o skały ocalała rybaka żarliwa modlitwa. Chciwy, ale i odważny Trojan nie wystraszył się złych mocy i postanowił zagarnąć diabelskie skarby. Kiedy sięgał po skrzynie pełne klejnotów, rzucił się



Ryc. 8. Ołtarz ofiarny Galindów nad Śniardwami. Fot. M. Olszowska.

na niego olbrzymi niedźwiedź. Rybak usiłował uciekać wpław, ale tym razem czarna łapa wciągnęła go w wodną otchłań. Opowiadają, że Czarci Ostrów

jeszcze długo potem rozbrzmiewał diabelskim śmiechem.

Płynąc dalej w kierunku południowym, znajdziemy się na jeziorze Seksty, które stanowi zatokę Śniardw.



Ryc. 9. Kormoran czarny (*Phalacrocorax carbo*). Fot. M. Olszowska.

Wzdłuż wschodniego brzegu jeziora Seksty przebiega granica Mazurskiego Parku Krajobrazowego, a na północnym zachodzie akwen przechodzi w jezioro



Ryc. 10. Łączeń baldaszkowaty (*Butomus umbellatus*). Fot. M. Olszowska.

ro Kaczerajno. Z Sekst możemy wpłynąć na jezioro Roś, którego rynnę lodowiec wrył równoleżnikowo. Wcześniej jednak należy „zaliczyć” służę Karwik i kanał Jegliński, najdłuższy kanał szlaku. Wracając na Przeczkę od strony południowo-zachodniej, przepłyniemy obok rezerwatu przyrody Jezioro Warnołty. To rezerwat krajobrazowo-ornitologiczny. Bytuje tu wiele gatunków ptactwa błotnego i wodnego.

Przy przewężeniu między Dybowskim i Popieliskim Rogiem ominiemy kolejny rezerwat. Wytopiskowe, płytkie jezioro Łuknajno o niedostępnych brzegach. Stanowi ono ornitologiczny rezerwat biosfery UNESCO wpisany na listę dziedzictwa przyrodniczego świata. Rezerwat utworzono dla ochrony łabędzi niemych zatrzymujących się tu na przelotach.



Ryc. 11. Wioska żeglarska Mikołajki. Fot. M. Olszowska.

Wody Łuknajna są bogate w ramienice, stanowiące główny pokarm tych ptaków. Warunki siedliskowe w tym jeziorze są także korzystne dla wielu innych przedstawicieli fauny. Łuknajno od 1983 roku jest też objęte międzynarodową konwencją Ramsar chroniącą obszary błotne i podmokłe.

Podpływamy do półwyspu Kusnort. Tu, na wzgórzu leży największy głaz narzutowy w Mazurskim Parku Krajobrazowym (Ryc. 8) o wymiarach 1,2 m obwodu i wysokości 2 m. Służył pogańskiemu plemieniu Galindów za ołtarz ofiarny. Dobrze zachowane są dwie misy ofiarne.

Przepluwamy przez Przeczkę, omijamy siedzącego na pniaku kormorana czarnego (*Phalacrocorax carbo*) (Ryc. 9) i wpływamy na jezioro Mikołajskie. Obecnie zachęcające do kąpieli, bo woda tu teraz znacznie czystsza niż kiedyś. Przy brzegach rośnie ładna roślina – łączeń baldaszkowaty (*Butomus umbellatus*) (Ryc. 10), a wśród trzcinowisk słychać trzciniaکی. W oddali widać czerwone dachy domów w Mikołajkach. Wpływamy do wioski żeglarskiej, bardzo zatłoczonej w sezonie, bo jak nie zawinąć do stolicy polskiego żeglarstwa?? (Ryc. 11). Po złożeniu masztu płyniemy pod mikołajskimi mostami na jezioro Tałty. Pod jednym z nich widać ogromną, zieloną rybę w złotej koronie na głowie. To Król Sielaw, który jak głosi XVI-wieczna legenda od zawsze pilnował jezior. Gdy rozpoczął się napływ osadników na te tereny, a rybacy nadmiernie trzebili jeziora, pruscy bogowie wezwali na pomoc Króla Sielaw. Ten rozpoczął

wojnę z rybakami. Wśród ludności zapanował głód. Jeden z rybaków wykuł stalową sieć, w którą złowił władcę jezior. Ryba poprosiła go o darowanie życia i obiecała obfite połowy. Rybak nie chciał jednak wypuścić z rąk takiej zdobyczy i przykuł króla do mikołajskiego pomostu, aby tkwił tu na wieki (Ryc. 12).

Tałty to najgłębsze jezioro szlaku. Jego głębokość



Ryc. 12. Król Sielaw pod mikołajskim mostem. Fot. M. Olszowska.

w niektórych miejscach sięga nawet pięćdziesięciu metrów. Tałty są prostą rynną stanowiącą jeden ciąg z jeziorem Ryńskim. Oba jeziora mają słabo rozwiniętą linię brzegową. Żeglując jeziorem Ryńskim na północ, dopłyniemy do niewielkiego, urokliwego miasteczka Ryn. Tutaj nad wodami jeziora wznosi się potężny XIV-wieczny krzyżacki zamek. Najstarsze źródła podają, że w zamku często przebywał Wielki Książę Litewski Witold, kiedy spiskował z krzyżakami przeciwko Jagielle. Niedawno zamek odbudowano i zaadaptowano na Centrum Kongresowo-Wypoczynkowe. Zamek w swoich zbiorach posiada wiele cennych średniowiecznych eksponatów.

Jeśli chcemy kontynuować rejs i płynąć z jezior środkowych na jeziora północne, musimy z Rynu wrócić na jezioro Tałty i przepłynąć przez cztery kanały łączące z sobą aż pięć jezior. To najdłuższy odcinek unikatowego systemu kanałów łączących główne akweny Wielkich Jezior Mazurskich. Jego budowę rozpoczęto w XVIII wieku. System dróg wodnych połączył jezioro Roś na południu szlaku z rzeką Węgorapą w porcie Węgorzewo na północy.

Ahoj.

ISLANDIA – UNIKATOWA KRAINA TRZECH ŻYWIOŁÓW

Marzena Kohut, Monika Kwaśniak (Kraków)

Nie ma drugiej takiej krainy, gdzie spotykają się i współgrają ze sobą takie żywioły jak gorące lawy wulkanów, zimne i stateczne lodowce oraz wiatr, który nie daje chwili wytchnienia wędrowcom... Wielkie wrażenie na każdym odwiedzającym Islandię wywiera już pierwszy obraz bezkresu otaczającej przestrzeni. Krajobraz pozbawiony jest drzew i wysokich budowli, co znacząco utrudnia określanie odległości. Odczuwanie ogromnej przestrzeni, ograniczonej jedynie znikającymi w chmurach wulkanami nie ustaje bez względu na odwiedzane miejsca, jak i na zmienną pogodę (Ryc. 1).



Ryc. 1. Krajobraz Islandii. Fot. M. Kwaśniak.

Islandia jest wyspą położoną na Oceanie Atlantyckim, należącą geograficznie i politycznie do Europy Północnej. Pierwszymi ludźmi, którzy zamieszkivali Islandię byli irlandzcy mnisi, którzy osiedlili się tam najprawdopodobniej w VIII w. Nie istnieją jednak żadne archeologiczne dowody irlandzkiego osadnictwa. Dysponujemy jedynie wzmiankami ze starych ksiąg, mówiącymi o obecności Irlandczyków na wyspie. Przypuszcza się, że mnisi opuścili Islandię na krótko przed przybyciem Normanów, którzy stopniowo skolonizowali wyspę w latach 870–930. Islandia była przez to ostatnim zasiedlonym krajem europejskim. Głównym źródłem informacji na temat zasiedlania Islandii jest Landnámabók (Księga Osadnictwa), napisana w XII w., która daje nam szczegółowy opis pierwszych osadników. Za pierwszego, islandzkiego osadnika uważa się Ingólfura Arnarsona, którego farma znajdowała się w miejscu obecnej stolicy Islandii – Reykiaviku. Również demokracja rozwinęła się na Islandii niemalże równocześnie z zasiedlaniem wyspy. Już w X wieku praktykowano rządy ludu. Raz do

roku organizowany był tzw. Althing, czyli zgromadzenie wolnych mieszkańców Islandii, gdzie każdy mógł decydować o prawie i losach swojego narodu. Położenie wyspy i niesprzyjający klimat spowodował, iż napływ nowych mieszkańców na wyspę był ograniczony. Dzięki długoletnim tradycjom spisywania dziejów islandzkich rodzin w księgach, tzw. Sagach, Islandczycy mogą się poszczycić szczegółową wiedzą o swoich przodkach i ich zwyczajach.



Ryc. 2. Uczestnicy Wyprawy na lodowcu Eyjafjallajökull. Fot. M. Kwaśniak.

Ta jedyna w swoim rodzaju wyspa stała się celem dla studentów Wydziału Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska Akademii Górniczo-Hutniczej w czasie wyprawy Studenckiego Koła Naukowego Geologów (SKNG) AGH w sierpniu 2010 roku. Młodzi geolodzy wraz z opiekunami mieli okazję przemierzyć Islandię, poznając zarówno przepiękną przyrodę, jak i złożoną geologię. Wyprawa geologiczna członków SKNG AGH, studentów z amerykańskiego Uniwersytetu w Utah oraz przedstawicieli szwedzkiego Uniwersytetu w Uppsali, trwała ponad 14 dni. W trakcie wyjazdu najważniejsze z geologicznego punktu widzenia miejsca zostały odszukane i sfotografowane, m.in. monumentalne wulkany, doliny ryftowe, gejzery, lodowce i wiele innych (Ryc. 2). Chęć utrwalenia wspomnień, spisania zdobytych informacji i doświadczeń stała się przyczynkiem do napisania niniejszej opowieści o urokach, ale także o genezie, geologii i wulkanizmie tej krainy.

Położenie Islandii i jej geneza związane są z efektem działania dwóch procesów geologicznych. Wulkaniczna aktywność ryftu oceanicznego biegnącego

pośrodku Oceanu Atlantyckiego i przecinającego Islandię, jest potęgowana działalnością prawdopodobnej plamy gorąca (z ang. *hot spot*), transportującej magmę z płaszcza Ziemi. Ta złożona geneza i efektowne zjawiska wulkaniczne przyciągają turystów i naukowców z całego świata.



Ryc. 3. Ryft oceaniczny w Lakagigar. Fot. M. Kwaśniak.

Zgodnie z teorią tektoniki płyt litosfery, skorupa ziemska składa się z płyt oceanicznych i kontynentalnych o różnych właściwościach, które oddziałują wzajemnie na siebie. W zależności od typu granicy między płytami różne zjawiska i procesy geologiczne występują w strefach ich kontaktu. Teoria ta tłumaczy zmiany w wielkości i położeniu kontynentów i mórz na Ziemi. W triasie istniał jeden wielki superkonty-



Ryc. 4. Oddzielność słupowa bazaltu islandzkiego. Fot. M. Kwaśniak.

nent Pangea, który pękając, podzielił się na mniejsze kontynenty oddzielone morzami i oceanami. Na przełomie wczesnej i środkowej jury można mówić o powstaniu Atlantyku, który po dziś dzień stale się rozszerza. Dzieje się tak ponieważ pośrodku Atlantyku, aktywna strefa ryftowa oddalająca od siebie kry

litosfery, powoduje wylewanie się świeżych porcji magmy i rozszerzanie się dna oceanicznego (ang. *spreading*). Granica między rozchodzącymi się płytami nazywana jest granicą dywergentną. Islandia, jako wyspa, pojawiła się na Atlantyku około 25 milionów lat temu. Z punktu widzenia życia człowieka jest to bardzo długi okres, jednak biorąc pod uwagę czas geologiczny jest to jedna z młodszych wysp na Ziemi. Dla uzmysłowienia sobie skali czasu dobrym przybliżeniem jest porównanie wieku Ziemi (4,5 miliarda lat) do jednego roku. Wtedy Islandia istniałaby jedynie dwa dni, pięć godzin temu miałoby miejsce pierwsze zlodowacenie, a minutę temu ustąpiłoby, rozpoczynając najmłodszą epokę geologiczną – Holocen.

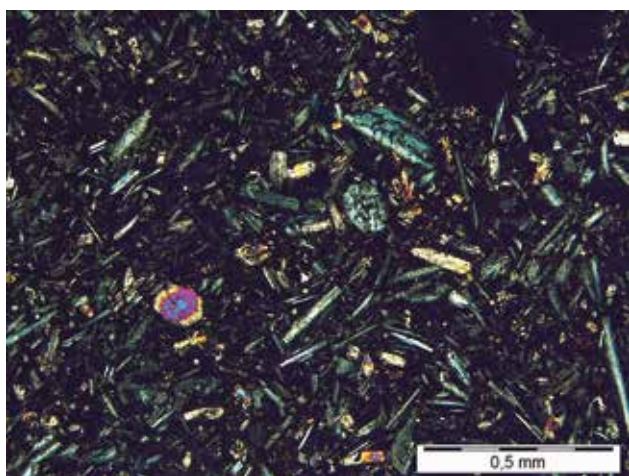


Ryc. 5. Słupy bazaltowe tworzące wybrzeże klifowe. Fot. M. Kwaśniak.

W przypadku Islandii, istotne jest jej jednoczesne położenie na ryfcie oceanicznym i nad plamą gorącą. Ten ostatni element związany jest z ruchem konwekcyjnym gorącej, plastycznej materii w płaszczu Ziemi. Badania geofizyczne potwierdziły, że płaszcz ziemski nie jest płynny, jednakże w pewnych specyficznych warunkach ciśnienia, temperatury lub pod wpływem rozтворów może ulec częściowemu przetopieniu. Ryft rozcinający Islandię ma kierunek SW-NE i rozdziela płyty Północnoamerykańską oraz Euroazjatycką. Ich bliskość pozwala turystom na stąpanie jedną nogą po kontynencie amerykańskim a drugą po europejskim. Rozkład wieku skał jest symetryczny w stosunku do biegnącego przez środek wyspy Grzbietu Śródatlantyckiego. Najmłodsze skały znajdują się w centralnej części wyspy wzdłuż biegnącego ryftu, podczas gdy najstarsze stanowią wschodnie i zachodnie obrzeża wyspy. Dawny ryft oceaniczny można podziwiać na powierzchni wyspy (Ryc. 3).

W zależności od tego, z jakiego środowiska geotektonicznego pochodzi dana skała, czy jest to plama gorąca, strefa subdukcji czy ryft będzie ją charakteryzować odmienny skład chemiczny i mineralny. Dlatego też, badając różne skały z wielu miejsc na

Ziemi możemy wnioskować o tym, w jakich tworzyły się one warunkach. Środowisko geotektoniczne Islandii, czyli połączone wpływy ryftu i plamy gorąca, charakteryzuje występowanie skał wulkanicznych, głównie bazaltów. Bazalty te powstają w skutek przetopienia części płaszcza spowodowanego dekompresją (zmniejszenia ciśnienia). Dna wszystkich oceanów na świecie zbudowane są z bazaltów. Stąd też na Islandii skały bazaltowe pokrywają około 90% powierzchni wyspy. Są to skały wylewne, czyli powstające na skutek zastygania lawy, która wydostała się na powierzchnię Ziemi. Zastygając, lava tworzy piękne bazalty o oddzielności słupowej (Ryc. 4, 5) Słupy bazaltowe zastygają prostopadle do rozciągłości pokryw lawowych. Dzięki temu można śledzić kierunki wylewających się law i określać sekwencje skalne w profilach geologicznych.



Ryc. 6. Obraz mikroskopowy bazaltu w świetle przechodzącym i przy skrzyżowanych polaryzatorach. Fot. M. Kohut.

Bazalty oglądane gołym okiem to ciemne, czarne lub szare skały, drobnokrystaliczne, o masywnej, jednolitej i zbitej lub pęcherzykowatej strukturze. Magma bazaltowa jest uboga w krzem. Przykładowy obraz mikroskopowy bazaltu przedstawiony jest na ryc. 6. Widoczne są kryształy plagioklazów, piroksenów i oliwinów w ciemnym i szklistym tzw. cieście skalnym oraz pustki (czarne) po pęcherzykach gazów. Bazalty powstają poprzez szybkie zastyganie lawy, dlatego niektóre minerały nie są w stanie wykrystalizować się do końca, tworząc ciasto skalne.

Oprócz najpopularniejszych na Islandii bazaltów można znaleźć na wyspie również skały o zupełnie innym składzie chemicznym i pochodzeniu. Są to skały kwaśne z dużą zawartością krzemionki. W przeciwieństwie do bazaltów nie są charakterystyczne dla ryftów oceanicznych, natomiast są one charakterystyczne dla powstawania skorupy kontynentalnej. Skąd zatem obecność granitoidów na

Islandii? Przypuszcza się, że magma, która jest źródłem tych skał, nie pochodzi wprost z wnętrza Ziemi, z głębokich stref płaszcza, lecz powstała na skutek częściowego przetopienia starych, bazaltowych skał Islandii. Można więc wnioskować, że na Islandii obserwujemy początek kształtowania się mikrokontynentu. Wśród produktów magmowych, prócz wspomnianych bazaltów i granitoidów na Islandii można również spotkać wystąpienia szkliwa wulkanicznego, czyli obsydianu, pumeksu, a także inne ciekawostki mineralogiczne jak wystąpienia szpatu islandzkiego oraz zeolitów.

Fragmenty wyspy zbudowane ze skał kwaśnych są znacznie jaśniejsze od młodych bazaltowych pokryw. Przykładem występowania skał ryolitowych są góry Landmanalaugar, czyli Góry Tęczowe. Jak sama nazwa wskazuje – w górach tych przy dobrej pogodzie dostrzec można całą paletę barw – od żółtego, pomarańczowego, czerwonego po zielony, niebieski i szary. Na tle jasnych ryolitów powstają różnokolorowe pokrywy pod wpływem gorących źródeł i wyziewów gazów wulkanicznych o zmiennym składzie chemicznym. Wszystko to porośnięte jest niską roślinnością, głównie mchami, porostami i trawą (Ryc. 7, 8).

Wszystkie ciekawe skały i minerały Islandii nie byłyby w pełni poznane i opisane bez uwzględnienia samej istoty wulkanizmu, jaki ma miejsce na wyspie. Wiele systemów wulkanicznych wykazuje okresową aktywność, dlatego erupcje czynnych wulkanów są stosunkowo przewidywalne. Inne wulkany pozostają w stanie uśpienia przez setki lat. Oprócz wielkich erupcji, słynnych na cały świat, lecz stosunkowo rzadkich, zdarzają się codziennie wstrząsy sejsmiczne o sile nie przekraczającej magnitudy 3. Na Islandii prowadzony jest ciągły monitoring zjawisk sejsmicznych, którego efekty publikowane są niczym mapy prognoz pogody z rozmieszczeniem ognisk wstrząsów w postaci kolorowych punktów, gdzie kolorami zaznaczona jest siła wstrząsu w skali Richtera i skala czasu.

Pomimo dokładnie prowadzonego monitoringu, trudno jest odpowiedzieć na pytanie, ile wybuchów wulkanów miało miejsce na Islandii, do tej pory. Korzystając ze średniej ilości wstrząsów notowanych w ostatnich kilkuset latach można wykonać pewne przybliżone obliczenia. Okazuje się, że na każde pięć lat zdarza się jeden wybuch wulkanu. Daje to zatem 200 erupcji w przeciągu tysiąca lat. Zatem od początku istnienia Islandii, czyli od 25 milionów lat, wulkany wybuchały prawdopodobnie około 5 milionów razy. Obecnie można wyróżnić około trzydzieści czynnych systemów wulkanicznych, a podwyższoną aktywność wykazują: Eyjafjallajökull, który wybuchł w roku 2010, wulkan Katla, który zwykle wybucha

w niedługim czasie po Eyjafjallajökull; wulkan Hecla, który wybucha co około 10 lat, a ostatnie erupcje miały miejsce w 2000, 1991 i 1980 roku, oraz wulkany: Laki, Askja, Krafla, aż po wulkan Grimsvotn którego ostatnia erupcja miała miejsce w 2011 roku.

Wspomniane wody termalne oraz wody mineralne i lecznicze Islandii są powszechnie wykorzystywane do balneoterapii, zwłaszcza w przypadku przewlekłych chorób skóry. Unikatowy skład chemiczny wód oraz wysokie temperatury zachęcają zarówno miesz-



Ryc. 7. Wielobarwne Góry Landmanalaugar. Fot. I. Klonowska.

Położenie Islandii i związana z tym aktywność wulkaniczna niosą za sobą także wiele pozytywnych aspektów. Zjawiskom wulkanicznym towarzyszą źródła gorących i wysoko zmineralizowanych wód, bogatych w cenne pierwiastki i sole mineralne, które stały się nie tylko wielką atrakcją turystyczną na licznych kąpieliskach, ale także podstawą do pozyskiwania czystej i taniej energii. Mieszkańcy wyspy mogą w sposób niemal nieograniczony korzystać z bogatych zasobów energii geotermalnej. Geotermia jest na Islandii stosowana na szeroką skalę i w myśli idei zrównoważonego rozwoju, umiejętnie gospodarowana. Jest ona wykorzystywana do ogrzewania blisko 95% budynków, oraz do produkcji energii elektrycznej, a także do podgrzewania dróg i chodników w porze zimowej. Zasoby tej czystej i odnawialnej energii są na tyle duże, że rząd Islandii rozważa budowę największego na świecie podmorskiego kabla elektrycznego, dzięki któremu Islandia będzie mogła sprzedawać energię geotermalną innym krajom europejskim. Stanowiłoby to dużą pomoc dla gospodarki tego kraju, która mocno ucierpiała wskutek krachu finansowego w 2008 r., jak i w walce ze skutkami wybuchu wulkanu Eyjafjallajökull w 2010 r.

kańców jak i turystów do chwili relaksu. Naturalne składniki islandzkich wód leczniczych takie jak sole mineralne, siarka, krzemionka, a także organizmy żywe jak algi, są znane ze swoich silnych właściwości leczniczych, rewitalizacyjnych i upiększających. Na Islandii znajduje się 130 odkrytych basenów. Wszystkie są zasobne w termalną wodę, o temperaturze oscylującej w granicach 38–40 stopni Celsjusza. Oprócz tego można zaznać kąpeli w niezagospodarowanych jeszcze przez człowieka źródłach ciepłych wód. Wielkim bogactwem Islandii są również wody płynące, których koryta rzeczne niejednokrotnie tworzą ogromne wodospady, wcinające się w pokrywy lawowe. Największym wodospadem na Islandii, a także w całej Europie jest Wodospad Dettifoss, a jednym z najpiękniejszych Svartifoss (z islandzkiego „czarny wodospad”, Ryc. 9).

Kolejnym pozytywnym aspektem wulkanizmu islandzkiego jest intensywnie rozwijająca się geoturystyka, bowiem oprócz bogactwa pięknych i unikatowych w skali światowej widoków, spotkać można również takie atrakcje jak gejzery, fumarole i solfatarie. Gejzery to rzadko występujące gorące źródła, wyrzucające gwałtownie i cyklicznie słup wody

i pary wodnej na wysokość około 30–70 metrów. Woda z gejzerów ogrzewana jest dzięki znajdującej się blisko powierzchni gorącej magmie. Kręte kanały skalne doprowadzające gorącą wodę na powierzchnię sprawiają, że nie wypływa ona swobodnie. Pod normalnym ciśnieniem atmosferycznym woda wrze w temp. 100 stopni Celcjusza, jednak gdy ciśnienie



Ryc. 8. Góry Landmanalaugar. Na pierwszym planie zbocze porośnięte roślinnością, na drugim różnokolorowa zwietrzelina skalna. Jezioro powstało w wyniku wybuchu wulkanu i utworzeniu się zagłębienia. Fot. M. Kwaśniak.

otoczenia rośnie, wzrasta również punkt wrzenia wody. Uwięziona pod ziemią woda gejzeru osiąga zatem o wiele wyższe temperatury, niż 100°C. Gdy temperatura wrzenia zostaje osiągnięta, część wody zostaje wypchnięta do góry i wydostaje się na zewnątrz w postaci słupa wody i pary (Ryc. 10). Po eksplozji woda ponownie zaczyna wypełniać kanały. Cykl powtarza się w regularnych odstępach. Sama nazwa „gejzer” pochodzi od pierwszego odkrytego gejzeru „Geysir”, co w języku islandzkim oznacza „tryskać, wybuchać”. Obecnie najstarszy gejzer jest w stanie uśpionia, natomiast największym czynnym gejzerem na Islandii jest Strokkur, (z islandzkiego „baryłka na masło”), który wybucha co około 15–20 minut i wyrzuca słup wody na wysokość 30 m.

Niestety, oprócz pięknego krajobrazu i licznych zjawisk geologicznych nie należy zapominać o tym, że wulkany to także (a może nawet przede wszystkim) wielkie zagrożenie dla ludzi. Począwszy od wylewów gorącej lawy, zmiatającej i pokrywającej wszystko, co znajduje się na jej drodze, przez wybuchy pyłów wulkanicznych, osiadających w niewyobrażalnych ilościach na terenach położonych w sąsiedztwie erupcji, po powodzie, pochodzące z topniejących lodowców przykrywających szczyty wulkanów. W czasie erupcji znacząco wzrasta temperatura, wezbrane wody lodowcowe zalewają ogromne powierzchnie lądów, zabierając ze sobą drogi, mosty i domy. Dane historyczne podają, że podczas wybuchu

wulkanu Laki w 1783 roku wyginęła 1/3 populacji mieszkańców Islandii, a lava, która rozlała się na pola uprawne doprowadziła do klęski głodu.

Ostatnia głośna erupcja wulkanu na Islandii miała miejsce tuż przed naszą wyprawą w 2010 roku. W trakcie przygotowań do wyprawy, dokładnie 20 marca 2010 roku, po 187 latach ciszy, podlodow-



Ryc. 9. Jeden z najpiękniejszych wodospadów Islandii – Svartifoss. Czarne, heksagonalne kolumny bazaltowe są tłem dla wód wodospadu. Fot. I. Klonowska.

cowy wulkan Eyjafjallajökull w południowej Islandii dał o sobie znać. Po uwzględnieniu tego nie planowanego wcześniej miejsca w naszej trasie, udaliśmy się z wielkim entuzjazmem na spotkanie z najmłodszym aktywnym wulkanem Islandii. Kilka miesięcy po wybuchu pobraliśmy próbki popiołów i lawy wulkanicznej. Cała okolica pokryta była czarnym pyłem wulkanicznym, tworząc krajobraz księżycowy. Wulkan otacza płaska przestrzeń poprzecinana ciekami wód lodowcowych oraz z „kraterami” popiołów czasem wypełnionymi wodą. Już z oddali widoczne było wzniesienie wulkanu ze szczątkowym jeziorem lodowca, również mocno przybrudzonego przez materiał wulkaniczny (Ryc. 11). Przy okazji wybuchu wulkanu Eyjafjallajökull cały świat miał okazję przekonać się o szkodliwości pyłu wulkanicznego. Podczas erupcji chmura gorącego pyłu i popiołu częściowo opadała w niedalekiej okolicy wulkanu, a najdrobniejsze cząstki unoszą się w atmosferze, wędrując na dalekie odległości. Co więcej, po przejrzeniu danych historycznych dotyczących wybuchów poszczególnych wulkanów na Islandii okazuje się, że przy każdej erupcji Eyjafjallajökull miała miejsce w niedalekim odstępie czasu erupcja sąsiedniego, o wiele groźniejszego wulkanu Katla. Stąd też oczy wulkanologów z całego świata nie bez powodu skierowane są obecnie na Islandię. Dzięki prowadzonemu stałemu monitoringowi wiadomo jest, że w 1994, 1999 i na początku 2010 roku obserwowano liczne wstrząsy sygnalizujące, że magma z wnętrza Ziemi powoli przesuwa się ku górze. Pierwsza erupcja

rozpoczęła się 20 marca 2010 roku i wtedy to bazaltowa lawa – wylała się u boku góry, na obszar Fimmvorduhals. Po 24 dniach wszelkie zjawiska ucichły, aby dokładnie 14 kwietnia ruszyć z nową mocą. Przez centralny komin wulkanu wydostała się lawa i ogromna ilość materiału piroklastycznego, o nieco odmiennym

Na koniec serdeczne słowa podziękowania dla pomysłodawcy wyjazdu i wielu ciekawych badań naukowych, Profesora Macieja Maneckiego, głównego organizatora i opiekuna geologicznej wyprawy Studentckiego Koła Naukowego Geologów AGH. Bez doświadczeń i zaangażowania Profesora wyprawa



Ryc. 10. Wybuchający gejzer Strokkur znajdujący się w dolinie Haukadalur, na terenie tego samego pola geotermalnego co gejzer Geysir. Fot. M. Manecki.

składzie chemicznym. Wtedy to w większości Europy został zamknięty ruch lotniczy na wiele dni z powodu unoszącego się drobnego pyłu.

Nie tylko każdy geolog, ale i wszyscy zainteresowani wulkanizmem i zjawiskami z nim związanymi oraz żądni przygód turyści powinni bezwzględnie odwiedzić Islandię. Unikatowe zjawiska przyrodnicze, takie jak aktywne wulkany, wodospady, gejzery, gorące źródła to tylko niektóre przykłady atrakcji czekających na podróżników. Do odwiedzenia zachęca również ciekawa kultura, malownicze miasteczka oraz miejscowa ludność o ciepłym i gościnnym usposobieniu. Choć pogoda może nie sprzyjać turystom z powodu stosunkowo niskich temperatur, wiatru i częstych opadów, niemal każdy, kto choć raz stanie na Islandii, zachwyci się jej urokiem i będzie tu wracał raz po raz, za każdym razem odkrywając tę wyspę na nowo.

ta nie odbyłaby się. Dziękujemy również wszystkim uczestnikom za pełną serdeczności atmosferę, uśmiech pomimo złej pogody i zimna oraz za niezapomniane wspomnienia.



Ryc. 11. Jeden z jeziorów lodowca Eyjafjallajökull kilka miesięcy po wybuchu wulkanu. Fot. M. Kwaśniak.

Marzena Kohut, studentka Geologii na Wydziale Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. Laureatka wielu konkursów i stypendystka takich fundacji jak Fundusz stypendialny fundacji PGNiG im. Ignacego Łukasiewicza, Sapere Auso – Małopolska Fundacja Stypendialna, oraz Stypendium Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Obecnie studiuje równolegle na AGH i na Uniwersytecie w Uppsali, oraz uczestniczy w projekcie badawczym dotyczącym bazaltów z Cape Verde.

Monika Kwaśniak, doktorantka w Katedrze Mineralogii, Petrografii i Geochemii Wydziału Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska Akademii Górniczo-Hutniczej. Obecnie zajmuje się krystalochemią apatytów ołowiowych. W trakcie studiów magisterskich uczestniczyła w geologicznej wyprawie polarnej na Spitsbergen, gdzie uczestniczyła w projekcie badawczym dotyczącym wietrzenia minerałów w młodych glebach polarnych. Laureatka nagród i wyróżnień, m.in. Sapere Auso – Małopolskiej Fundacji Stypendialnej.

SREBRNIKOWATE (*PROTEACEAE*)

Eugene A. Beyers (Pretoria)

Rząd *Proteales* należący do roślin dwuliściennych obejmuje 2 rodziny: *Proteaceae* – ograniczone prze-
ważnie do półkuli południowej i *Eleagnaceae* – wy-
stępujące w Europie, Azji i Ameryce Północnej.

Rodzina *Proteaceae* podzielona jest na dwie pod-
rodziny: *Proteoideae* – występujące głównie w po-
łudniowej części Afryki i *Grevilleoideae* – głównie
w Australii i Ameryce Południowej. Ze względu na
dużą różnorodność kształtów i kolorów kwiatostan-
ów *Protea*, Karol Linneusz w 1735 roku nadał na-
zwę rodzajową od imienia greckiego boga Proteusza,
który mógł dowolnie zmieniać swoją postać. Ogółem
do rodziny *Proteaceae* należy 61 rodzajów i około
1400 gatunków. Różnorodność i rzadkość gatunków
Proteaceae powoduje, że są one jedną z najbardziej
fascynujących grup roślin.



Ryc. 1. *Protea cynaroides* – kwiatostan, będący godłem RPA; widoczne barwne liście podkwiatostanowe. Fot. W. Bryszewski.

Przedstawiciele *Proteaceae* mają postać małych
drzew lub krzewów. Charakterystyczną cechą tej
grupy są piękne, barwne, często głowiaste kwia-
tostany różnej wielkości (u niektórych gatunków śred-
nica może dochodzić do 30 cm), sprawiające wraże-
nie pojedynczych, dużych kwiatów. Kwiatostany te
u podstawy są otoczone przez liczne i barwne liście
podkwiatostanowe, stanowiące okrywę kwiatostanu.
Kolorystycznie reprezentują one całą gamę barw, na-
ogół od odcieni różu, poprzez różowo-czerwone – do
barwy jaskrawo ciemnoczerwonej, ale są też kwia-
tostany białe, kremowe, żółte a nawet zielone. Na
skróconej osi kwiatostanu ustawione są liczne wąskie

a długie, niepozorne kwiaty jedno- lub obupłciowe,
o 4-krotnym okwiecie, z 4 pręcikami oraz słupkiem
z jednokomorową zalążnią. Kwiaty, w zależności
od gatunku, zapylane są przez owady, ptaki, drobne
gryzonie, a w Australii także małe torbacze. Liście



Ryc. 2. *Leucospermum spathulatum* – pokrój krzewu; kwiatostany rude.
Fot. W. Bryszewski.

są skórzaste, ustawione skrótolegle i często pokryte
gęstymi włoskami, które w okresach suszy stanowią
ochronę przed nadmiernym parowaniem.

Nie wszystkie gatunki *Proteaceae* mają piękn-
e kwiatostany o regularnych kształtach; niektóre
mają kwiatostany drobniejsze i jakby postrzępione
(np. *Leucospermum truncatum*). Wiele gatunków jest
interesujących z botanicznego punktu widzenia, pod-
czas gdy inne są tylko osobliwe.

W Afryce Południowej występuje ok. 360 gatun-
ków *Proteaceae*; z czego ponad 330 rośnie dziko
w Przylądkowym Państwie Roślinnym (Capensis).
Zdecydowana większość gatunków *Protea* rośnie
w górach, które rozciągają się wzdłuż południowo-
wschodniego wybrzeża RPA. Rosną one głównie na
obszarach o długim okresie suszy. Natomiast ogólnie
większość przedstawicieli rodziny *Proteaceae* skon-
centrowana jest w RPA na obszarach z zimowymi
opadami deszczu, w południowo-zachodniej czę-
ści Kraju Przylądkowego. Gatunki srebrnikowatych
tworzą tam część wieczniezielonych zarośli, lokalnie
nazywanych „fynbos”¹. Rosną one we wszystkich
pasmach górskich, z wyjątkiem suchych obszarów
w głębi lądu, w szerokim pasie wysokościowym – od
poziomu morza do około 1500 m n.p.m.

¹„Fynbos” – suche zarośla krzewów i krzewinek w Kraju Przylądkowym, podobne do śródziemnomorskiej makii. Odnaczają się jednym z największych na świecie wskaźników różnorodności gatunkowej i dużym udziałem gatunków *Proteaceae* (przypis redakcji).

W południowo-zachodniej części RPA, w suchych zaroślach „fynbos” występuje ponad 8500 gatunków roślin. Podobne bogactwo ma miejsce również w suchych zaroślach Zachodniej Australii, gdzie istnieją podobne jak w RPA, warunki klimatyczne i glebowe. W każdym z tych obszarów, dużą część



Ryc. 3. *Leucospermum conacarpodendron* – pokrój krzewu; kwiatostany żółte. Fot. W. Bryszewski.

flory stanowią endemity. Fakt, że *Proteaceae* są tak szeroko reprezentowane na kontynentach – afrykańskim i australijskim oraz pokrewieństwo flor Kraju Przylądkowego i Australii, potwierdza teorię dryftu kontynentalnego, wskazującą, że te dwa kontynenty były kiedyś razem połączone.

Na obszarach, gdzie występują suche zarośla, różnorodność gatunkowa jest zwykle bardzo duża, podczas gdy gleby są bardzo ubogie w substancje pokarmowe. Gatunki srebrnikowatych rosną na różnych glebach, od piaszczystych do osadowych z dużą zawartością gliny, a niektóre nawet na samym piasku. Większość gatunków preferuje gleby kwaśne, o pH od ok 5,0–5,5, aczkolwiek niektóre znaleziono na terenach o odczynie zasadowym, nawet o pH 8,0. Ponieważ rosną one na ubogich glebach, potrzebne im składniki pokarmowe czerpią dopiero w czasie wzrostu rośliny, gdy po okresowych, naturalnych pożarach, składniki te zostają uwolnione ze spalonych roślin i powracają do gleby. *Proteaceae* przystosowały się do przeżywania pożarów dzięki rozbudowanemu

systemowi kłaczy z licznymi pączkami śpiącymi, z których po pożarze szybko rozwijają się nowe pędy. U większości srebrnikowatych nasiona są uwalniane po pożarze i rozsiewane przez gryzonie i ptaki, które w ten sposób przyczyniają się do powstawania nowych skupisk roślin. Rośliny wyrastające z nasion na ogół kwitną po upływie czterech do pięciu lat.

Gatunki rodziny *Proteaceae* rosną w różnych warunkach klimatycznych. W górach Cedarberg temperatury mogą sięgać do 32°C. Inne łańcuchy górskie są dużo chłodniejsze; na co ma wpływ działanie wiatru, mgły i chmur. Minimalna temperatura może sporadycznie, na krótki okres czasu, spadać poniżej 0°C, a opady śniegu zdarzają się również dość często w górach Kraju Przylądkowego. W naturalnym środowisku osobniki srebrnikowatych rosną w dużym zagęszczeniu, tworząc zwarte grupy. Nawzajem chronią się one przed wiatrem, a zwarta pokrywa roślinności redukuje szybkość parowania i utrudnia zbijanie się cząstek gleby².



Ryc. 4. *Leucospermum truncatum* – kwiatostan; widoczne słupki. Fot. W. Bryszewski.

Rośliny, które dawniej były pospolite w naturalnym środowisku, obecnie nie są tak częste z powodu rozwoju rolnictwa, pożarów, budowy dróg, urbanizacji i zbierania kwiatów. Z drugiej strony, rośliny rzadko spotykane w naturze, są obecnie powszechne w ogrodach. Jeden z gatunków (*Serruria florida*) uważany przez 90 lat za wymarły, został ostatnio ponownie znaleziony w górach Fransch Hoek. W wyniku troskliwej hodowli przetrwałych okazów, uzyskano tak dużo nasion, że obecnie olbrzymia liczba tych roślin spotykana jest w całej Południowej Afryce.

Dawniej srebrniki nie były tak często hodowane w Afryce Południowej. Gdy z powodu zbierania pięknie kwitnących roślin, stały się one rzadkością, została

² Zbijanie się pod wpływem wiatru cząstek gleby utrudnia wnikanie korzeni w jej głąb (przypis redakcji).

wprowadzona ochrona dzikich roślin, a ludzie zaczęli cenić piękno dziedzictwa dzikiej przyrody. Dawniej uważano, że srebrniki mogą rosnąć tylko na tych obszarach Kraju Przylądkowego, gdzie występują



Ryc. 5. *Leucospermum* sp. (prawdopodobnie *truncatum*) – kwiatostan; widoczne słupki. Fot. W. Bryszewski.

w zimie opady deszczu. Obecnie są one z powodzeniem uprawiane na większości obszaru Afryki Południowej i można je spotkać w wielu przydomowych ogrodach w dzielnicach willowych. Kilka gatunków jest uprawianych jako rośliny ozdobne, rośliny ogrodowe i na cięte kwiaty, które w znacznej części przeznaczone są na eksport. Południowoafrykańskie gatunki *Protea* obecnie licznie rosną w Nowej Zelandii, Australii i na Hawajach.

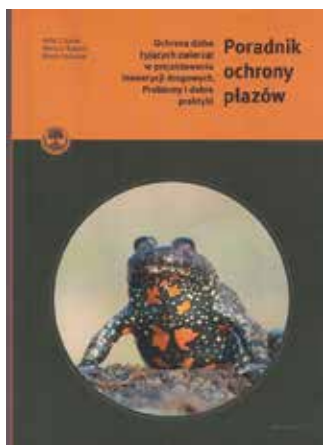
Kwiatostan *Protea* jest powszechnie uważany za godło kwiatowe RPA. Aczkolwiek wielu ludzi uważa, że wszystkie gatunki *Protea* są narodowym „kwiatem” RPA, w 1976 r. ówczesny rząd, postanowił, że srebrnik królewski (*Protea cynaroides*), będzie w przyszłości oficjalnym godłem państwa.

Jeszcze dzisiaj, miłośnicy przyrody i wspinaczek górskich zapuszczają się w góry w poszukiwaniu dotąd nie znanych jeszcze gatunków *Protea*. W tym przypadku wciąż jeszcze żyjemy w czasach odkryć i ostatnie słowo nie zostało jeszcze wypowiedziane.

Tłumaczenie z angielskiego:
Witold Bryszewski, Anna Pacyna

Eugene A. Beyers jest emerytowanym pracownikiem naukowym Uniwersytetu w Pretorii.

Kurek R. T., Rybacki M., Sołtysiak M. 2011. **Ochrona dziko żyjących zwierząt w projektowaniu inwestycji drogowych. Problemy i dobre praktyki. Poradnik ochrony płazów.** Stowarzyszenie Pracownia na rzecz wszystkich istot, Bystra, ss. 164. [ISBN 978-83-61493-20-8]



Niedawno ukazała się książka, którą warto przedstawić szerszemu gronu osób zajmujących się ochroną przyrody, ponieważ omawia ona zagadnienia, o których od pewnego czasu dużo się pisze nie tylko w literaturze specjalistycznej, ale także wspomina w środkach masowego przekazu. Chodzi mianowicie

o problem ginięcia płazów w wyniku realizacji niektórych rodzajów inwestycji.

W 11 rozdziałach szczegółowo omówiono kompleks zagadnień związanych z oddziaływaniem inwestycji liniowych (w tym dróg) na faunę płazów. Najwięcej miejsca poświęcono metodom ograniczania negatywnego wpływu tego typu inwestycji na ich populacje. Zaprezentowano szeroki wachlarz rozwiązań ochronnych poczynając od grodzenia dróg, poprzez budowę przepustów, na zabezpieczaniu infrastruktury odwodnieniowej przy istniejących drogach kończąc. Do tej grupy zagadnień należy też kwestia kontroli i pielęgnacji wybudowanych zabezpieczeń w fazie eksploatacji. Przy ilustracji tych zagadnień posłużono się rozwiązaniami krajowymi i zagranicznymi, gdzie realizacja tego typu praktyk ma dłuższą historię. Wskazano przykłady dobrych i złych rozwiązań. Uzupełnieniem wyżej wymienionych zagadnień są działania kompensujące wpływ negatywnych skutków oddziaływania dróg na płazy, co przybiera formę tworzenia i kształtowania zastępczych (wykonanych z powodu konieczności likwidacji istniejących) zbiorników wodnych, będących miejscem rozrodu, jak również takiej modyfikacji środowisk lądowych, gdzie większość płazów przebywa w okresie pozagrodowym żerując, odpoczywając, ukrywając się przed wrogami i hibernując. Warto zaznaczyć, że

metody ochrony płazów mogą być powiązane z ochroną zwierząt z innych grup systematycznych, choć czasem mogą występować sprzeczności. Z pewnością nie do pogodzenia jest ochrona np. traszek i ryb (nie tylko drapieżnych) w jednym zbiorniku wodnym. Tu trzeba kierować się określonymi priorytetami i dokonywać wyboru w kwestii przedmiotu ochrony. Jednak ogólnie można powiedzieć, że ochrona płazów przyczynia się także do ochrony innych zwierząt, ważnych z ochroniarskiego punktu widzenia. W tym sensie płazy określa się niekiedy mianem grupy „parasolowej”.

Zaletą książki jest jej szata graficzna. Zawiera ona wiele tabel oraz instruktywnych rycin i zdjęć obrazujących omawiane zagadnienia. Zaprezentowano na nich rozwiązania stosowane w różnych krajach europejskich, jak również krajowe.

Obecnie chciałbym wskazać kilka miejsc w książce, które mogą być pretekstem do różnego rodzaju polemik i pewnych przemyśleń natury ogólnej. Dla podstawowej zawartości książki, która związana jest ze skuteczną ochroną tych zwierząt, uwagi te nie mają charakteru zasadniczego i nie wpływają na jej ogólnie wysoki poziom.

Na str. 20 pada stwierdzenie, że „W Polsce pierwsze badania nad śmiertelnością płazów na drogach rozpoczęto w latach 90. XX w. w Pienińskim Parku Narodowym (Rybacki 1995)”. Pierwsze dane zebrane w sposób systematyczny, a ukazujące śmiertelność płazów (także innych kręgowców) na drogach krajowych, zawarte są w pracy (notabene nie cytowanej w recenzowanej pozycji) K. Wołka z 1978 r. i dotyczą Rezerwatu Krajobrazowego w Puszczy Białowieskiej.

Na str. 11 podano, że płazy spełniają ważne funkcje w ekosystemach i są bardzo pożyteczne dla gospodarki człowieka, m.in. dzięki regulacji liczebności organizmów nadmiernie rozmnażających się. Jest to kwestia co najmniej dyskusyjna. Niektóre gatunki nie występują w środowiskach będących w szczególnym zainteresowaniu człowieka, np. w górach wiele terenów jest gospodarczo niewykorzystanych. Przez znaczną część roku płazy pozostają w stanie hibernacji i nie pobierają pokarmu. Tempo metabolizmu płazów, w porównaniu z ptakami i ssakami, jest znacznie wolniejsze, co przekłada się na ilość skonsumowanego pokarmu. W skład pokarmu płazów wchodzi bardzo dużo zwierząt, które zwyczajowo określane są jako pożyteczne i pełniące ważne funkcje w biocenozach, np. skąposzczety. Dołącza do tego ostatnio malejąca wielkość populacji płazów. Niejednokrotnie spotykałem się z twierdzeniami, że są one w stanie zapobiegać gradacjom szkodników. Tymczasem cykl rozwojowy, w tym reprodukcyjny, płazów (=drapieżników) jest

zwykle znacznie dłuższy niż ich ofiar, które przeżywają załamanie populacyjne albo skutek wyczerpania bazy pokarmowej, albo chorób spowodowanych zagęszczeniem, ale nie w wyniku drapieżnictwa. W skrócie – to często ofiary regulują wielkość populacji drapieżników, nie odwrotnie. Dlatego w sytuacjach kryzysowych, a takimi są gradacje gatunków uznanych za szkodniki, jedynym pewnym rozwiązaniem, niestety mającym wady, jest oprysk zaatakowanej powierzchni odpowiednim środkiem chemicznym. W miejscach, gdzie płazy wyginęły, fizjonomia ekosystemów z reguły pozostała bez zauważalnych zmian. Trudno więc nawet w takich przypadkach uznać płazy za tzw. gatunki „zwornikowe”. Kwestie regulacji liczebności nieodmiennie łączą się z niemodnym już poglądem o równowadze w przyrodzie. Niemodnym, bo ten sposób patrzenia został przez większość ekologów dawno zarzucony. Poważna literatura ekologiczna nie pozostawia żadnych złudzeń – równowaga w przyrodzie jest mitem. Zainteresowanych tymi sprawami można odesłać do klasycznych już prac R.M. Maya, M.L. Rosenzweiga czy N.C. Stensetha, by wymienić tylko ważniejszych.

Na str. 11–12 podano, że płazy są doskonałymi bioindykatorami stanu środowiska naturalnego. Problem ten porusza się często w kontekście zanieczyszczenia tego środowiska różnego rodzaju związkami chemicznymi. Jeżeli chodzi o właściwości bioindykacyjne, to wszystko zależy od tego, jaki czynnik badamy. Płazy, przynajmniej niektóre z nich, są dość czułe na promieniowanie UV B. W przypadku określania stężeń metali ciężkich używa się zwykle mchów, np. rokitnika pospolitego *Pleurozium schreberi* i gajnika lśniącego *Hylocomium splendens*, natomiast do badania poziomu dwutlenku siarki wykorzystywane są porosty. Rola płazów w określaniu stężeń tych ważnych w końcu zanieczyszczeń jest, praktycznie biorąc, pomijalna*. W wielu miejscach, uważanych jeszcze za stosunkowo czyste, np. w niektórych lasach, porosty zanikają na wielkich obszarach, jak np. gatunki brodaczek *Usnea* sp. i włostek *Bryoria* sp. Centra wielkich miast niejednokrotnie określa się mianem „pustyni porostowych”. Jednocześnie wiele prac traktujących o występowaniu batrachofauny w miastach dowodzi, że płazy mogą w nich występować, o ile nie zostały doszczętnie zniszczone ich środowiska wodne, często w różnym stopniu zanieczyszczone. To samo dotyczy środowisk wiejskich, gdzie poziom różnego rodzaju zanieczyszczeń może być także niemały, a jednak płazy są tam nadal obecne, choć niejednokrotnie w zmniejszonej liczbie. Słynna sprawa z DDT, który doprowadził na skraj zagłady niektóre populacje ptaków drapieżnych, np.

sokoła wędrownego *Falco peregrinus*, właściwie nie odbiła się szerszym echem w „płazim świecie”, przynajmniej nie w tak spektakularny sposób. I jeszcze jedno. Likwidacja zbiornika, na obszarze pozbawionym innych tego typu środowisk wodnych, jest powodem wyginięcia płazów w tym miejscu. Może to nie mieć żadnego związku z zanieczyszczeniem środowiska naturalnego substancjami toksycznymi, a dotyczy każdej istoty, którą pozbawimy fizycznej przestrzeni życiowej. Z kolei stworzenie nowych środowisk wodnych może zwiększyć liczbę płazów w sposób spektakularny. Przykładem jest Dania, gdzie w wyniku wykopania nowych zbiorników płazy wróciły na miejsca wcześniej utracone, a z pewnością ilość stosowanych nawozów i środków ochrony roślin nie uległa tam drastycznemu zmniejszeniu, o ile się nie zwiększyła. Jeżeli zaś chodzi o bioindykację, to musi się ona opierać na prostych metodach analitycznych dających wyniki poddające się jednoznacznej interpretacji. W przypadku płazów warunek ten często nie jest spełniony. Wykonuje się wprawdzie doświadczenia dotyczące np. wpływu metali ciężkich i ich powiązań z funkcjonowaniem różnych związków zawierających np. siarkę oraz tlen (chodzi tu zwłaszcza o ich formy reaktywne), są one jednak obliczone głównie na odkrycie i zbadanie natury pewnych procesów, które zachodzą w organizmach tych zwierząt, natomiast ich wartość aplikacyjna jest, przynajmniej na razie, niewielka. Zaś do kandydacyjnych wieści, zwłaszcza z krajów tropikalnych (str. 12), należy podchodzić z bardzo dużą ostrożnością. Z uwagi na słaby stopień zbadania szeregu gatunków prezentowane w literaturze herpetologicznej opinie są często po prostu niewiarygodne. Wystarczy wziąć pierwszą lepszą książkę poświęconą płazom tropików, by przekonać się, na podstawie jak skromnej liczby znanych miejsc występowania i na podstawie jak niewielkiej znajomości biologii gatunku wykreśla się jego zasięg i dyskutuje o statusie populacyjnym oraz wszelkich aspektach związanych z ochroną. Dzieje się tak dlatego, że zagadnienia o których mowa, to kwestie całkiem świeżej daty, które nie były objęte badaniami o odpowiednio długiej cezurze czasowej. Warto tu zachować pewną ostrożność w formułowaniu wniosków, o co apelował w 2005 r. na łamach „Przeglądu Przyrodniczego” profesor L. Tomiałojć**, by nie mogły być one wykorzystane przez przeciwników ochrony przyrody dla swoich partykularnych celów, m.in. w celu ośmieszania słusznej w końcu idei ochrony dziedzictwa przyrodniczego. Na podstawie powyższych uwag nie można jednak przyjmować poglądu skrajnie przeciwnego, bo faktem jest iż płazy w niektórych miejscach zanikają. Jest to problem

skomplikowany, dlatego przy jego omawianiu nie należy posługiwać się uproszczeniami.

Na str. 14 określono w tabelach preferencje najszybszych płazów w odniesieniu do środowisk wodnych i lądowych. Tak to wygląda w większości przypadków, jednak spektrum warunków środowiskowych tolerowanych przez płazy jest w pewnych przypadkach szersze, np. w górach, gdzie z konieczności muszą się one zadowolić warunkami skromniejszymi, w porównaniu z nizinami. Dotyczy to m.in. wielkości środowisk wodnych (liczne płazy występujące w oczkach o powierzchni nieprzekraczającej 1–2 m², czasem jeszcze mniejszej) oraz ich charakteru (np. salamandry płamiste składające jaja lub rodzące potomstwo w zbiornikach ze stagnującą wodą, a nie w ciekach), jak również szerszej tolerancji względem środowisk lądowych.

Wątpliwości budzi u mnie proponowana w przypadku inwestycji liniowych szerokość buforu (1 km w obie strony od pasa prowadzenia robót), w którym należałoby inwentaryzować płazy (str. 30). Należy tu zachować pewien realizm – inwestycja nie może czekać kilku lat tylko po to, by dokonać dokładnej inwentaryzacji. A tak właśnie by było w niektórych przypadkach (długa inwestycja liniowa, bardzo dużo zbiorników wodnych w otoczeniu, mały zespół inwentaryzacyjny). Pas szerokości 500 m, często nawet węższy, powinien być w wielu przypadkach wystarczający. Przecież jeżeli zaproponujemy np. bariery ochronne dla płazów lęgnących się np. 50 m od drogi, to zabezpieczenia te będą również służyły osobnikom z populacji dalej położonych. Faktem jest, iż czasem w postulowanych w książce granicach inwentaryzacji może znajdować się inna droga, gdzie też giną płazy, a więc można liczyć się z efektem oddziaływania skumulowanego i to skierowanego w różnych kierunkach. W każdym bądź razie sprawa nadaje się do indywidualnego rozpatrzenia.

Książka jest ważnym źródłem informacji z prezentowanej dziedziny. W naszej literaturze jest to pierwsza tak kompleksowa i szeroka praca dotycząca wpływu dróg na płazy oraz zagadnień pokrewnych. Potencjalnie jest ona zaadresowana do szerokiego kręgu odbiorców, którzy z jej treścią powinni się zapoznać. Będzie ona przydatna zoologom sporządzającym inwentaryzacje przyrodnicze na potrzeby raportów oddziaływania inwestycji na środowisko. Dla inwestorów będzie źródłem dobrych rozwiązań prowadzących do skutecznej ochrony tych zwierząt lub minimalizowania niekorzystnego wpływu realizowanych inwestycji na ich populacje. Urzędnikom regionalnych dyrekcji ochrony środowiska umożliwi merytoryczną ocenę sporządzanych raportów

i – w razie potrzeby – pozwoli wskazać inwestorowi właściwy sposób postępowania. Ważne, by przedstawione w anonsowanym poradniku przykłady dobrych praktyk wdrażać w odpowiednim czasie. Jest wprawdzie możliwe dokonywanie zmian w istniejącej infrastrukturze budowlanej, np. wybudowanie barier przy istniejącej drodze, ale są to działania o wiele bardziej kosztowne, niż gdyby zrobiono je we właściwym czasie. Dokonanie np. przewiertu pod funkcjonującą drogą jest technicznie wykonalne i stosunkowo proste, ale o ponad rząd wielkości droższe od ułożenia elementów stanowiących przepust w trakcie budowy drogi. Stosowanie się do zaleceń zawartych w niniejszym podręczniku nie musi więc w sposób znaczący spowalniać inwestycji. Chyba, że kwestia kilku ginących ropuch zostanie podniesiona do rangi problemu narodowego, dodatkowo upublicznionego na forum międzynarodowym, a walka przeciwko inwestorowi nabierze cech krucjaty o podtekście ideowo-osobistym. Tak się niekiedy dzieje, ale w końcu nie interesuje nas zachowanie patologiczne osób reagujących w sposób nieadekwatny do istniejącej rzeczywistości, a normalność. Jest jeszcze inny aspekt, który na-

leży wziąć pod uwagę. Niefachowo lub nierzetelnie przeprowadzona inwentaryzacja i sporządzony na jej podstawie takiej samej jakości raport, może spowolnić inwestycję poprzez np. zwrot raportu inwestorowi w celu dokonania poprawek i uzupełnień. W przypadkach krańcowych opóźnień może to być równoznaczne z cofnięciem dofinansowania, często ze środków unijnych (a więc częściowo i naszych!), bo wiele tego typu inwestycji korzysta z takiego wsparcia. Wskazane jest więc sprawne działanie, może nawet pośpiech – przecież środki te nie będą do nas płynąć wiecznie. A krajowe potrzeby w zakresie budowy inwestycji liniowych są duże i dysponując jedynie środkami własnymi budowalibyśmy je znacznie dłużej. Byłoby rzeczą pożądaną wznowienie za jakiś czas tej pracy w wersji rozszerzonej. Postęp, jaki się w tej dziedzinie dokonuje, jest szybki. Widać to przy porównaniu recenzowanej książki z tą, która zawiera referaty z odbytego w 1989 r. sympozjum w Rendsburgu, i dotyczy tej samej problematyki***.

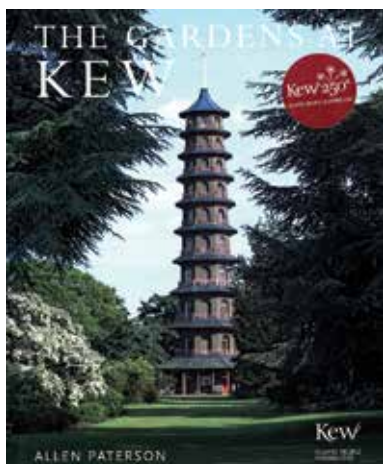
Jacek Błażuk (Gdańsk)

* Mam tu na myśli laboratoria analityczne nastawione na wykonywanie rutynowych analiz o charakterze monitoringowym, a nie pracownie naukowe wykonujące pionierskie badania naukowe z niedopracowaną do końca metodyką.

** Tomiałojć L. 2005. Więcej rzetelności w wypowiedziach o zagrożeniach dla przyrody i środowiska. Przegląd przyr. 16, 3-4: 3-7.

*** Langton T. E. 1989. Amphibians and roads. Proceedings of the Toad Tunnel Conference. Rendsburg, Federal Republic of Germany, 7-8 January 1989. ACO Polymer Products Ltd, Shefford.

Allen Paterson: **The Gardens at Kew**. Frances Lincoln Ltd., London, 2008, 352 str., bardzo liczne kolorowe fotografie. Twarda oprawa z obwolutą, format 31,2 × 25,7 cm. Cena: 25 £. ISBN 13: 978-0-7112-2536-7.



Jedną z największych i najpiękniejszych atrakcji turystycznych stolicy Zjednoczonego Królestwa są bez wątpienia Królewskie Ogrody Botaniczne w Kew (*The Royal Botanic Gardens, Kew*), w skrócie zwykle

określane jako Ogrody w Kew (*Kew Gardens*). Jest to rozległy kompleks ogrodów i szklarni położony pomiędzy Richmond i Kew w Richmond nad Tamizą w południowo-zachodnim Londynie, w niedalekiej odległości od największego europejskiego lotniska Heathrow. Jednocześnie jest to jeden z najważniejszych w świecie ośrodków naukowych i edukacyjnych w zakresie badań botanicznych, zatrudniający około 700 pracowników oraz posiadający wspaniały księgozbiór i jeden z największych w świecie zielników, który liczy blisko 7 milionów arkuszy zasuszonych roślin naczyniowych, reprezentujących prawie całą światową florę, w tym zbiory o wielkiej wartości historycznej. Jest to zarazem miejsce wykazujące największą różnorodność świata roślin naczyniowych, gdyż na niewielkim w sumie obszarze 121 hektarów zgromadzono ogromną kolekcję żywych roślin, liczącą około 30 tysięcy gatunków. Nic więc dziwnego, że w 2003 roku ten niezwykle obiekt został wpisany na Listę Światowego Dziedzictwa Kulturalnego i Przyrodniczego UNESCO.

W 2009 roku Królewskie Ogrody Botaniczne w Kew obchodziły rocznicę 250-lecia ich założenia i taka okragła rocznica, jak to zwykle bywa, stwarza

doskonałą okazję do szerszej refleksji na temat przeszłości, stanu obecnego i przyszłości danej instytucji. Nie inaczej było i w tym przypadku i w księgarniach pojawiło się wiele jubileuszowych publikacji na temat Ogródów w Kew. Jedną z najbardziej okazałych spośród nich jest ciekawy, efektowny i bogato ilustrowany album przedstawiający ten jeden z najwspanialszych ogrodów botanicznych w świecie, przez który rokrocznie przewija się ponad milion zwiedzających. Przybliża on jego historię, znakomitą architekturę i kolekcje niezwykłych roślin, niektórych przywiezionych jeszcze przez znanych angielskich żeglarzy z wypraw odkrywczych, jak chociażby Jamesa Cooka, prezentuje prowadzone tu badania naukowe, jak też ukazuje jego aktualne problemy w trudnych kryzysowych czasach oraz wielką rolę jaką mają do spełnienia ogrody botaniczne w ochronie zagrożonej różnorodności gatunkowej i genetycznej roślin.

Książka została przygotowana przez wybitnego eksperta od ogrodów botanicznych i autora wielu książek poświęconych ogrodnictwu Allena Patersona, znającego tę problematykę „od podszewki”, gdyż sam przez wiele lat był kustoszem w Chelsea Physic Garden w Londynie, drugim najstarszym w Wielkiej Brytanii ogrodzie botanicznym, założonym w 1673 roku, a następnie dyrektorem Królewskich Ogródów Botanicznych w Burlington w stanie Ontario w Kanadzie. Przypomina o tym w słowie wstępnym Stephen D. Hopper, obecny dyrektor Królewskich Ogródów Botanicznych w Kew.

Książka obejmuje 12 rozdziałów poprzedzonych krótkim wstępem i zakończonych epilogiem. W pierwszych dwóch rozdziałach autor daje zwięzły rys historyczny powstania i rozwoju Ogródów w Kew oraz przypomina historię i cele zakładania ogrodów botanicznych w ogóle. Początkowo był to stosunkowo niewielki, czterohektarowy park z egzotycznymi gatunkami roślin założony w 1759 roku przez księżniczkę Augustę, matkę króla Jerzego III. Wraz ze zmianami na brytyjskim tronie park zmieniał się i rozrastał, by z czasem osiągnąć swój obecny kształt i niekwestionowaną pozycję zielonego eldorado wśród ogrodów botanicznych w świecie. Autor przedstawia tu historię najważniejszych budowli w Ogrodach w Kew, w tym zbudowanej w 1763 roku przez Sir Williama Chambersa słynnej chińskiej pagody, obecnie jednej z ich atrakcji, której zdjęcie zdobi okładkę niniejszego albumu. W najobszerniejszym trzecim rozdziale autor proponuje czytelnikowi przechadzkę po Ogrodach w Kew, oprowadzając go po wszystkich szklarniach, palmiarni i miejscach najbardziej godnych uwagi, chociaż tak naprawdę, to trudno byłoby tu wskazać miejsce, w którym nie byłoby

warto się zatrzymać aby je obejrzeć. Jest to żywo i interesująco napisany tekst, w którym można znaleźć wiele ciekawych informacji na temat historii samych zwiedzanych obiektów oraz zasiedlających je roślin.

Dwa kolejne rozdziały to znowu nawrót do historii i pokazanie jak kształtowały się obecne kolekcje roślin. Do pełnego rozkwitu Ogródów w Kew przyczynił się bez wątpienia Sir Joseph Banks (1743–1820), wielki przyrodnik i łowca roślin, który zanim ukończył 30 lat miał już za sobą trzy ryzykowne pełnomorskie podróże odkrywcze, chociaż pamięta się go głównie dzięki udziałowi w pierwszej wyprawie J. Cooka w latach 1768–1771 na południowy Pacyfik. Banks został doradcą króla Jerzego III w sprawach dotyczących Królewskich Ogródów w Kew, które dzięki jego metodom zarządzania znalazły się wśród największych ogrodów botanicznych na świecie. Pełnił on funkcję ich nieoficjalnego dyrektora i razem z Williamem Aitonem, ówczesnym królewskim ogrodnikiem, był współodpowiedzialny za rozwój kolekcji roślin. A czas ku temu był bardzo sprzyjający, ponieważ w drugiej połowie XVIII wieku rozpoczęła się wielka morska ekspansja Anglii. Dzięki owocnej współpracy z uczestnikami wielkich wypraw badawczych i handlowych rozrastały się zarówno zbiory żywych roślin sprowadzanych z najdalszych zakątków świata, jak i zielnika i biblioteki w Kew. Sam Banks był zaangażowany w wysłanie w 1791 roku na Tahiti dwóch okrętów pod komendą kapitana Jamesa Bligha, których celem było zebranie sadzonek drzewa chlebowego i innych roślin i przeniesienie ich na Jamajkę. Wyprawa ta przeszła do historii jako „bunt na *Bounty*”, który stał się tematem słynnych hitów filmowych, ale ogrodnik biorący udział w tej wyprawie powrócił w 1793 roku do Kew z kilkoma roślinami o znaczeniu ekonomicznym zebranymi na Tahiti, jak również z kilkoma gatunkami roślin rosnących dziko na Jamajce. A jest to tylko jeden z wielu przykładów powiększania kolekcji żywych okazów w Królewskich Ogrodach w Kew.

W 1837 roku na tron brytyjski wstąpiła królowa Wiktorja, której długie panowanie było okresem rozkwitu Wielkiej Brytanii jako światowego, kolonialnego mocarstwa. Epoka wiktoriańska była także złotym okresem w historii Ogródów w Kew, które w 1840 roku zostały przekształcone w narodowy ogród botaniczny, a ster rządów przejął w nich klan Hookerów: William Jackson Hooker (1785–1865) i Joseph Dalton Hooker (1817–1911). Byli oni pierwszymi oficjalnymi dyrektorami Ogródów w Kew: ojciec w latach 1841–1861 i syn w latach 1862–1885, którzy nadali im ich obecny kształt. Był to także czas, gdy Kew stało się światowym centrum badań botanicznych, gdzie

w oparciu o bogate kolekcje zielnikowe powstawały wielkie opracowania flor obszarów egzotycznych autorstwa samych Hookerów, jak i licznych zastępów botaników brytyjskich. Ogrody w Kew były w tym względzie wspomagane przez ufundowane w 1788 roku Towarzystwo Linneuszowskie w Londynie, którego największym skarbem był zakupiony przez Jamesa E. Smitha zielnik samego Karola Linneusza. Ten stan rzeczy faktycznie trwa po dzień dzisiejszy i Kew nadal jest magicznym miejscem przyciągającym systematyków roślin z całego świata.

W następnych dwóch rozdziałach przedstawiona jest historia Ogrodów w Kew w ubiegłym stuleciu: najpierw w okresie postkolonialnym, a później po drugiej wojnie światowej. Powstały w nich wówczas nowe inwestycje, np. ogród traw (*Grass Garden*), szklarnia roślin alpejskich (*Davies Alpine House*) czy pawilon ewolucji (*Evolution House*), które poszerzyły i tak już atrakcyjną ofertę tych Ogrodów.

Samym badaniem naukowym prowadzonym w Kew autor poświęca tylko krótki rozdział ósmy. Zwraca tu szczególną uwagę na rozmaite współczesne projekty badawcze koordynowane przez tę instytucję, ale ogromny dorobek naukowy jest tu pominięty. A szkoda, bo jest on naprawdę imponujący i na pewno reprodukcje okładek kilku przykładowych dzieł, które tu powstały byłyby tego świadectwem. W rozdziale dziewiątym jest krótko przedstawiony zespół pałacowy w Kew, zaś w dziesiątym autor prezentuje działalność Ogrodów w Kew na polu ochrony bioróżnorodności. W 2004 roku z ich inicjatywy został rozpoczęty międzynarodowy projekt finansowany przez Komisję Europejską, którego głównym celem jest stworzenie sieci banków nasion dla ochrony zagrożonych roślin wyższych ze wszystkich regionów biogeograficznych Europy i Makaronezji. Ogrody

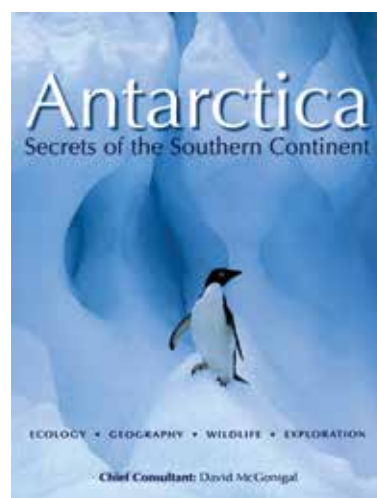
w Kew stoją też na czele Narodowego Trustu (*National Trust*) zrzeszającego organizacje ochroniar-skie działające w Zjednoczonym Królestwie. Jednym z nich jest ogród botaniczny Wakehurst Place w Zachodnim Sussex, w którym znajdują się narodowe kolekcje m.in. brzoź, dziurawców i buków południowych. Ogród ten jest dokładnie przedstawiony w 11 rozdziale omawianego albumu.

Ogrody Botaniczne w Kew są miejscem szczególnym, w którym splatają się rozmaite aspekty życia i działalności współczesnego człowieka, co sprawia, że są one przedmiotem ogólnej troski. Niewątpliwie miejsce to jest wielkim dziedzictwem kultury materialnej, które jest jednak obciążone licznymi problemami, najczęściej natury finansowej, które uwypuklają się szczególnie w czasach kryzysu ekonomicznego. Sprawy te są zarysowane w ostatnim rozdziale książki, a także w epilogu, który zawiera podstawowe pytania na temat przyszłych losów Ogrodów. Nie ulega wątpliwości, że wymagają one nowych inwestycji, aby dostosowywać ich zasoby do wymogów XXI wieku i nowoczesnością przyciągać zwiedzających, których już teraz zaczyna odstraszać wysoka cena biletów wstępu. Pomysłów jest tu wiele i można tylko wierzyć, że podobnie jak to było dotychczas uda się zadowalająco połączyć tradycję i wyzwania przyszłości. Omówiona książka dobitnie pokazuje, że Królewskie Ogrody Botaniczne w Kew są wspaniałym, magicznym miejscem, które bezwzględnie należy odwiedzić, a niedowiarków na pewno przekonają do nich bajeczne fotografie roślin, które przez dwa i pół wieku skrzętnie gromadzili tu kolejni zarządcy i dyrektorzy.

Ryszard Ochyra (Kraków)

David McGonigal (chief consultant): **Antarctica: secrets of the southern continent.** Firefly Books Ltd., Buffalo, New York, U.S.A. & Richmond Hill, Ontario, Canada, 2008, 400 str., bardzo liczne kolorowe mapy i fotografie. Twarda oprawa z obwolutą, format 34,0 × 26,2 cm. Cena: 39 €. ISBN-13: 978-1-55407-398-6; ISBN-10: 1-55407-398-7.

W ostatnich latach rynek wydawniczy jest dosłownie zalany ogromną liczbą atlasów, drukowanych na doskonałej jakości, błyszczącym papierze i wabiących potencjalnych nabywców elegancką szatą graficzną oraz masą znakomicie reprodukowanych kolorowych fotografii. Niestety, bardzo często z tym wyzywającym, zewnętrznym blizkiem idzie banalna i nijaka treść, sprawiająca, że są to pozycje raczej do



jednorazowego oglądania i podziwiania, aniżeli do pogłębiania wiedzy czytelnika. Nie jest to na szczęście regułą i czasami to potoczne przekonanie nie sprawdza się. Tak na pewno jest w przypadku omawianej książki. Ktoś, kto kupując ją spodziewał się znaleźć w niej wyłącznie pingwiny, góry lodowe czy urzekające pięknem i grozą krajobrazy na pewno mile się rozczaruje. Bo rzeczywiście, obok tych elementów, tradycyjnie już spotykanych we wszystkich wydawnictwach poświęconych Antarktyce, książka zawiera przede wszystkim bogatą treść, którą uzupełnia starannie dobrany materiał ilustracyjny. Składają się nań nie tylko znakomite współczesne kolorowe fotografie i liczne kolorowe mapy, ale także często unikatowe zdjęcia historyczne, zwłaszcza z okresu „heroicznego” zdobywania Antarktydy. A wszystko to za sprawą znakomitego zespołu autorskiego, który pozyskał do współpracy David McGonigal, określany tu jako „główny konsultant” książki. Obejmuje on nazwiska 24 badaczy z całego świata, którzy od lat są zaangażowani w badania siódmego kontynentu i legitymują się poważnym dorobkiem naukowym w swych dziedzinach. Jest to najlepszą gwarancją wysokiej wartości merytorycznej tej książki, która jest godna polecenia każdemu, kto chce poszerzyć swoją wiedzę na temat południowych obszarów polarnych.

Książka podzielona jest na 6 części. Pierwsza z nich opisuje obszary polarne Ziemi oraz prawa rządzące naturą i uwarunkowania fizyczne, które dały im początek, a także w jaki sposób ukształtowała się sama Antarktyda, oddzielając się od pozostałych lądów, z którymi tworzyła ongiś superkontynent Gondwanę oraz pokazuje ewolucję jej flory i fauny na przestrzeni dziejów. Sporo miejsca zajmuje też opis Oceanu Południowego, otaczającego Antarktydę z wszystkich stron, wyjaśnienie istoty konwergencji antarktycznej, a także charakterystyka pokrywy lodowej samego kontynentu, tworzenie się i typy gór lodowych, problem współczesnych zmian klimatycznych i tzw. „dziury ozonowej” oraz wpływ człowieka na ekosystemy antarktyczne.

W drugiej części przedstawione są regiony geograficzne Antarktyki, zarówno samego kontynentu z Półwyspem Antarktycznym, jak i szeregu wysp subantarktycznych, małych skrawków lądu zagubionych w bezkresnych wodach Oceanu Południowego. Scharakteryzowane są więc środowiska przyrodnicze, historia odkryć oraz świat roślinny i zwierzęcy Georgii Południowej, Orkadów Południowych, Szeتلاندów Południowych, Wysp Kerguelena i Crozeta i wyspy Macquarie, a także Falklandów oraz Wysp Campbella i Aucklanda. Te ostatnie leżą już w zimnej strefie umiarkowanej, na północ od linii konwergencji

antarktycznej, ale mają silny związek z Antarktydą i podobny, choć znacznie bogatszy świat roślinny i zwierzęcy. Niestety, przegląd ten jest niepełny, gdyż brak jest tu wzmianki o archipelagu Sandwichu Południowego i samotnej wyspie Bouveta w sektorze atlantyckim Antarktyki oraz małego, ale bardzo ciekawego archipelagu Wysp Księcia Edwarda na południowym Oceanie Indyjskim. Skoro włączone są do opracowania Falklandy, na pewno powinny się tu znaleźć także informacje o archipelagu Tristan da Cunha i wyspie Gough na Atlantyku oraz małych wyspach Amsterdam i Saint-Paul na Oceanie Indyjskim. Podobnie jak Falklandy, te skrajnie izolowane wyspy mają silne związki z Antarktydą i wyspami subantarktycznymi, żywiąc liczne gatunki zimnolubnych roślin i zwierząt.

Najobszerniejsza, trzecia część książki zajmuje się opisem świata roślinnego i zwierzęcego Antarktyki. Z oczywistych względów przeważa tu strona zoologiczna, gdyż zwierzęta są najbardziej spektakularnym i najlepiej zbadanym elementem przyrodniczym tego obszaru. Szczegółowo są więc scharakteryzowane ssaki morskie – wieloryby i foki oraz ptaki, grupa szczególnie bogato reprezentowana na wyspach subantarktycznych, oczywiście ze szczególnym uwzględnieniem pingwinów, które są przyrodniczym symbolem Antarktydy. Ale sporo miejsca poświęcono też bezkręgowcom, które odgrywają szalenie ważną rolę w funkcjonowaniu ekosystemów antarktycznych. Niestety, rośliny są potaktowane tu trochę po macoszemu i na przykład o florze mszaków czy biocie porostów jest tu bardzo mało informacji. A szkoda, bo w chwili przygotowywania tej książki istniały już bardzo dokładne dane na temat mszaków, które są najważniejszym elementem szaty roślinnej Antarktydy i wysp subantarktycznych i odgrywają tu daleko większą rolę niż rośliny naczyniowe.

Pasjonującą lekturą jest część czwarta, poświęcona odkrywaniu i eksploracji Antarktyki, od Jamesa Cooka poczynając, a nawet z nawiązaniami do czasów Ferdynanda Magellana i Vasco da Gamy, a na badaniach i odkryciach w Międzynarodowym Roku Polarnym 1957–1958 kończąc. Przypomniane są tu więc nazwiska wielkich żeglarzy z epoki „drewnianych statków i żelaznych ludzi” oraz ich odkrycia: Thaddeusa von Bellingshausena, dowódcy rosyjskiej wyprawy z lat 1819–1821, która pierwsza dostrzegła kontynent Antarktydy, Carstena Borchgrevinka, który jako pierwszy człowiek postawił stopę na kontynencie antarktycznym, tragicznego Roberta F. Scotta, który poświęcił życie dla eksploracji Antarktydy i zdobycia bieguna południowego, czy wreszcie wielkiego Ernesta Shackletona, którego nieprawdopodobne

zmagania z antarktycznymi lodami przeszły do legendy odkryć polarnych. Ta część książki udokumentowana jest licznymi, często mało znanymi historycznymi fotografiami, a także mapami ukazującymi miejsca, w których działały poszczególne ekspedycje.

Krótką część piątą przedstawia problemy dzisiejszej Antarktyki. Są tu więc omówione roszczenia terytorialne niektórych państw, prawo antarktyczne, problemy medycyny polarnej, żegluga, turystyki, eksploatacji zasobów naturalnych oraz badania naukowe. Jest to ogromne zagadnienie, któremu poświęcono wiele tomów i sympozjów naukowych, a które sprowadzają się do prostej zasady, że we wszelkich działaniach na tym kontynencie potrzebna jest niezwykła rozważa, aby uniknąć problemów, które pojawiły się przy beztroskiej ekspansji człowieka w innych obszarach Ziemi. Antarktyka ma bowiem wartość symboliczną jako ostatni bastion prawie niezmienionego

środowiska przyrodniczego naszej planety, które bardzo łatwo zniszczyć. Książkę kończy część szósta, w której podane są różne materiały źródłowe na temat ochrony przyrody, tekst traktatu antarktycznego z 1961 roku oraz informacje o najważniejszych ośrodkach badań antarktycznych, narodowych programach badawczych, stronach internetowych i bardzo użyteczny indeks nazw geograficznych.

Książka jest bardzo wartościowym źródłem wiedzy i godnym polecenia przewodnikiem, który w bardzo przystępny i kompetentny sposób przedstawia najważniejsze informacje na temat Antarktydy, będącej w ostatnich dekadach coraz bardziej popularnym celem zorganizowanych wycieczek turystycznych. Każdy, kto planuje wzięcie udziału w takiej przygodzie powinien bezwzględnie zapoznać się z tą pozycją.

Ryszard Ochrya (Kraków)

Adam Wajrak, Nuria Selva Fernandez. **Kuna za kaloryferem**. Ss. 349. Wydanie II. Drukarnia Perfekt. Warszawa. 2011.



„W naszej sypialni były już jaskółki, w łazience jeź, a w salonie kuny. Kuchnię dzieliliśmy z trzema psami”. A gdzie w tym całym zwierzyńcu znajduje się miejsce dla człowieka i jaka jest jego rola w tym „towarzystwie”? Jak stworzyć prawdziwy dom, naturalne warunki dla każdego ze zwierząt? W jaki sposób znaleźć wspólny język z nowym podopiecznym i uratować życie kolejnemu stworzeniu?

Autorami książki pt. „Kuna za kaloryferem” są Adam Wajrak i Nuria Selva Fernandez. Wajrak jest reporterem „Gazety Wyborczej” i zajmuje się tematyką przyrodniczą, a w szczególności zwierzętami oraz wpływem człowieka na ich środowisko naturalne. W 2006 r. zainicjował zbieranie podpisów pod petycją w sprawie obrony Doliny Rospudy. Oprócz tej

pozycji napisał jeszcze trzy inne książki („(Za)piski Wajraka”, „Zwierzaki Wajraka” – wspólnie z Nurią Selva Fernandez, „Przewodnik prawdziwych tropicieli”). Jego partnerka Nuria Selva Fernandez jest hiszpańskim biologiem. Zajmuje się badaniem padliny oraz zwierzętami żywiącymi się nią.

„Kuna za kaloryferem” to książka o tematyce przyrodniczej. Skierowana jest ona do ludzi będących w różnym wieku, kochających przyrodę i umiających prawidłowo ją interpretować. Po jej lekturze dochodzę do wniosku, iż głównym założeniem autorów było to, aby pokazać bezinteresowną pomoc, którą oni nieśli chorym i porzuconym stworzeniom. W swojej książce podkreślali, że fachowa opieka nad zwierzętami wymaga wielu poświęceń, czasu, energii i nakładów finansowych, a także (co najważniejsze) konsultacji i współpracy z osobami dobrze znającymi się na zwierzętach. Wisława Szymborska nt. tej książki napisała: „Tylko sobie nie myślcie, że są to jakieś blahe historyjki o zwierzętach. Wajrak potrafi opowiadać tak, że każde zdarzenie staje się ważne, dramatyczne i jedyne w swoim rodzaju”. Słowa Szymborskiej okazały się prawdą.

Akcja książki rozpoczyna się w Warszawie w 1994 r., jednak prawie wszystkie historie opisywanych zwierząt, miały miejsce w pobliżu Puszczy Białowiejskiej, najpierw w Białowieży (1996–1998), a następnie w miejscowości Teremiski (1998–2009) oddalonej o 7 km od Białowieży. Książka ta jest zbiorem opowiadań o przeróżnych gatunkach zwierząt porzuconych przez swoich rodziców lub niepełnosprawnych, które trafiły w ręce Adama i Nurii. W tej wielkiej rodzinie dochodziło do różnych komicznych, jak i bardzo

smutnych sytuacji, których głównymi bohaterami były oczywiście zwierzęta. Oprócz stałych członków rodziny, czyli trzech psów (Antonia, Miś i Trapo) pod dach autorów trafiały także takie zwierzęta jak: wrona – Kra, bociany – Kuternoga, Declan, Señorita i inne, jerzyk – Grubasek, kuny – Momo i Dino, wydra – Julek, kruk – Curro, cztery borsuki i wiele innych. Z tego wynika, że rozpiętość gatunkowa była spora i nie ważne, czy coś było ptakiem czy ssakiem, to i tak znajdowało schronienie u Adama i Nurii. Warto zwrócić uwagę, że praktycznie każde zwierzę miało przez opiekunów nadane imię, co znaczy, że każde z nich było traktowane jako osobliwa indywidualność. Dodatkowo świadczy to o dużym stopniu przywiązania do każdego z podopiecznych.

Po lekturze tej książki niektóre zwierzęta i ich losy w sposób szczególny zapadły mi w pamięć, dlatego też chciałabym kilka słów poświęcić Julkowi i Momo. W 1998 r. Adam i Nuria przenieśli się do miejscowości Teremiski. Tak o tym, co ich tam spotkało pisał Adam: „*O ile w Białowieży trafiły do nas tylko bociany, no i jeden jerzyk, o tyle w Teremiskach zwierzęca powódź nas zalała*”. Pewnego dnia trafił do nich osesek kuny, którego matka zginęła w wypadku samochodowym. Momo, bo tak go nazwali, na początku musiał być karmiony mlekiem sojowym z witaminami i tranem. Opiekunowie wstawali do niego po kilka razy w ciągu nocy jak do małego dziecka. Gdy Momo podrośł, z chęcią zjadał się „*tatarem z myszki*”. Jak przystało na kunę był bardzo ruchliwy, aż pewnego dnia zaklinował się za kaloryferem. Zwierzę zaczęło przeraźliwie piszczeć, aż w końcu Adam mu przyszedł z pomocą. Stąd zapewne wziął się tytuł tej książki.

Bardzo ciekawym zwierzęciem i niezwykle ważnym dla Adama i Nurii była wydra – Julek. Gdy Adam pierwszy raz go zobaczył, był zauroczonej jego pluszowym wyglądem szczeniaka wymieszanego z misiem. Julek traktowany był przez sukę Antonię jak szczeniak. Gdy podrośł i nauczył się sam odkręcać wodę, uwielbiał robić w łazience swoich opiekunów „*biebrzańskie rozlewiska*”. „*Julek każdy przedmiot, który chwycił, chciał nauczyć pływania w wannie*”. Wychodził z opiekunami na spacerzy nad jezioro, a potem gdy jego umiejętności pływackie się rozwinęły także nad rzekę. Zimą Adam biegał z kilofem nad jezioro i wyrąbywał przeręble, po to by Julek nauczył się pływać pod lodem. Wydra w ciągu zimy wygrzebała z mułu z dna zbiornika 600 żab brunatnych. Julek jednak nie mógł zostać wypuszczony na wolność, gdyż nie posiadając dzikich zachowań, mógłby bardzo szybko zginąć. Dlatego też po bardzo męczącej podróży, trafił do Holandii.

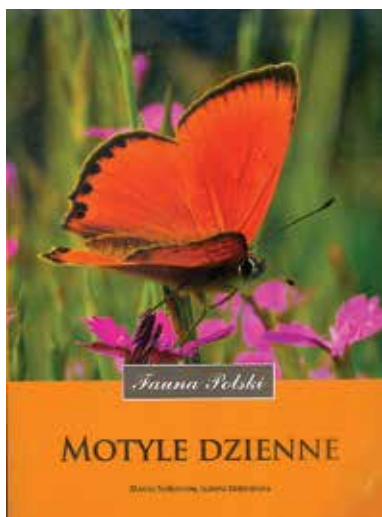
Adam i Nuria byli wiele razy podziobani, pogryzieni i podrapani przez zwierzęta, jednak nie zniechęcali się i w dalszym ciągu nieśli pomoc. Z książki tej emanuje bezinteresowna miłość jaką darzyli każde ze stworzeń. Oryginalne i niespotykane pomysły opiekunów w walce o życie, przetrwanie i przystosowanie zwierząt do dzikich warunków życia są niesamowite. Wręcz inspirują do działania. Dobrym przykładem może być wymyślenie przez Nurię specjalnej protezy dla bociana lub też stworzenie przez Adama idealnej myszy dla puszczyka, który to przepis pozwolił sobie zacytować: „*Pokroilem mięso z kurczaka na duże plaster, zawinąłem w nie trochę multiwitaminy w proszku, skorupki jajek (jako źródło wapnia), trochę piórek i sierść wyczesanych z naszych psów (by ptak mógł tworzyć wypluwki)*”. Czasami ich pomysły były dość obrzydliwe i nieestetyczne, jak w przypadku ratowania młodych borsuków lub wręcz przeciwnie zabawne, jak chociażby pewne znane przekleństwo, które szczególnie spodobało się krukowi Curro.

Książkę tę bardzo dobrze się czyta, na co składa się wiele elementów. Jest ona podzielona na cztery rozdziały, a te z kolei na podrozdziały o oryginalnych i często zaskakujących tytułach. Język jakim została napisana jest przystępny i zrozumiały. W tekście są w bardzo zgrabny sposób wplecione informacje o biologii, behawiorze i ekologii poszczególnych gatunków. Po lekturze tej pozycji dowiedziałam się wielu interesujących informacji oraz praktycznych wskazówek. Przykładowo ornitolog Jerzy Desselberg obalił mit jakoby jerzyk, który wylądował na ziemi, nie mógł ponownie się wznieść w powietrze z powodu zbyt długich skrzydeł i zbyt słabych nóg. Na tak pozytywny odbiór tejże książki, ma także wpływ strona graficzna. Znajduje się ona w półtwardej okładce, o dość prostym, wręcz infantylnym przekazie, jednak świetnie oddaje treść tej pozycji. Bez wątpienia uwagę przyciągają piękne i kolorowe fotografie podopiecznych, wykonane przez autorów książki.

Książkę tę oceniam bardzo wysoko. Podczas lektury nie było mowy o nudzie. Cały czas nie mogłam doczekać się tego, co wydarzy się na kolejnej stronie. Bardzo często na mojej twarzy pojawiały się na zmianę szeroki uśmiech lub łzy smutku. 350 stron przeczytałam w ciągu 3 dni, co pokazuje, że naprawdę „*Kuna za kaloryferem*” jest interesująca i warta polecenia.

Agnieszka Maria Homa (Poznań)

Marcin Sielezniew, Izabela Dziekańska. 2010. **Motyle dzienne**. Multico, Oficyna wydawnicza. ISBN: 978-83-7073-789-4, Wymiary: 160 x 210 mm, 335 str., Cena: 65 zł.



Niedawno omawiałem wydane w ostatnich latach w Polsce atlasy do oznaczania motyli dziennych (2009 – *Wszechświat* 110 (10–12): Str. 77–80). Teraz recenzję tą można uzupełnić, gdyż w drugiej połowie roku 2010 ukazał się nowy atlas motyli Polski, który jest pozycją wyjątkową nie tylko na krajowym, ale można powiedzieć, że również na europejskim rynku. Atlas wydany jest w ramach nowej serii wydawniczej wydawnictwa Multico – Fauna Polski.

Książka „Motyle Dienne” dedykowana jest pamięci Jerzego Heintze, malarza i przyrodnika, autora pięknie ilustrowanego atlasu „Motyle Polski”. Rzeczywiście można powiedzieć, że jest to atlas w pełni oddający ducha, jaki Heintzemu przyświecał. Obserwacja motyli w ich środowisku naturalnym, oraz hodowla, która pozwoli na dokładne obserwowanie ich metamorfozy od jaja do owada dorosłego to główny motyw przewodni atlasu. Takie podejście do tematu nie jest oczywiście przypadkowe i wiąże się z osobami jego autorów. Marcin Sielezniew specjalizuje się w badaniu biologii motyli, w tym zwłaszcza myrmekofilnych modraszków. Razem z Izabelą Dziekańską są jednymi z inicjatorów powstania Towarzystwa Ochrony Motyli.

Książkę poprzedza bardzo ciekawy i długi (51 stron) jak na tego typu pozycje wstęp. Składają się na niego krótkie rozdziały dotyczące takich zagadnień jak: systematyka i ewolucja, budowa ciała, ubarwienie i zmienność, odżywianie, termoregulacja, obrona, rozród i cykl rozwojowy, a także informacje dotyczące roślin żywicielskich oraz specyficznego elementu biologii motyli, jakim są związki z mrówkami. Osobno opisane są

też siedliska, struktura populacji i zoogeografia motyli oraz ich naturalni wrogowie. Ważne są także rozdziały prezentujące zagadnienia dotyczące metod obserwacji motyli, zagrożeń oraz sposobów ochrony.

Już w tej części książki bardzo ważna staje się strona ilustracyjna. Bardzo ciekawie prezentują się np. zestawy fotografii prezentujące motyle odżywiające się rodzajami pokarmu innymi niż nektar kwiatów takimi jak: padlina, sok gnijących owoców czy ludzki pot. Bardzo dobrze zilustrowane są też momenty wyłęgu z jaja, linienie u gąsienicy, a także przepoczwarczenie oraz opuszczanie poczwarki przez dorosłego motyla. Dobrze dobrane są też fotografie prezentujące różnych naturalnych wrogów motyli wraz z ofiarami. Zaprezentowane są różne gatunki pajaków, żoła, a także różni wrogowie ze świata owadów: pluskwiaki, łowiki, ważki i modliszka. Osobno zaprezentowane są częste parazytoidy motyli w momencie składania jaj lub ostatecznego zabicia swojej ofiary.

Spośród wymienionych wyżej podrozdziałów wstępu na szczególną uwagę zasługują te dotyczące łączenia się w pary oraz te związane z opisem cyklu życiowego. Zawierają one ciekawe opisy strategii związanych z wyszukiwaniem partnera, lotami godowymi, kopulacją czy determinacją płci. Jeżeli ktoś chce poznać interesujące fakty o zalotach i swoistym tańcu godowym motyli, a także ciekawi go, co oznacza w przypadku tych owadów określenie „nie dzisiaj kochanie” powinien sięgnąć po tę książkę. Bardzo ciekawe są też rozdziały dotyczące myrmekofili i naturalnych wrogów motyli, a więc poświęcone tematyce zazwyczaj pomijanej w podobnych opracowaniach.

Zasadniczą część książki zajmują jednak opisy poszczególnych rodzin i gatunków motyli. Interesującym pomysłem jest umieszczenie przy opisie każdej rodziny zestawu czarnobiałych rysunków prezentujących typowe dla danej grupy kształty jaj i poczwarek. Ich numery są następnie wykorzystywane przy opisach poszczególnych gatunków. Bardzo mocną stroną tej części przewodnika są ilustracje. W książce znajduje się ich ponad 1000. W olbrzymiej większości są to doskonałej jakości fotografie. Jedynie nieliczne z nich mają wyraźne uchybienia techniczne. Wyjątkowość tej książki polega na tym, że uwzględnia ona wygląd stadiów przedimaginalnych. Sądzę, że nawet osoby od lat zajmujące się motylami poczwarki czy jaja niektórych gatunków zobaczą tutaj po raz pierwszy. Stronę ilustracyjną uzupełniają dobre kolorowe rysunki gąsienic.

Opis każdego gatunku uwzględnia kilka różnych punktów, do których należą: cechy imago, siedlisko, okres lotu, zachowanie, rośliny żywicielskie gąsienic, rozwój i rozmieszczenie, a w przypadku części

gatunków także zagrożenia. W przypadku modraszków podana jest informacja o mrówkach towarzyszącym poszczególnym gatunkom. Ważne są tu proporcje pomiędzy poszczególnymi fragmentami. W opisie wyglądu znajdują się jedynie syntetycznie przedstawione najważniejsze cechy identyfikacyjne, natomiast części dotyczące biologii są bardziej rozwinięte. Opisy wyglądu stają się nieco szersze, gdy jest to istotne ze względu na potencjalne trudności w identyfikacji. Ważne jest również to, że dokładnie wskazują one cechy pozwalające na odróżnienie danego gatunku od innych bardzo podobnych. Informacje o rozmieszczeniu dotyczą zarówno całego zasięgu jak i występowania na terenie Polski. Opis każdego gatunku uzupełnia niewielka mapa rozmieszczenia w Polsce oraz tabela prezentująca informacje o tym w jakim okresie roku można spotkać dane stadium rozwojowe. Dodatkowo ułatwia to korzystanie z tego i tak już bardzo przejrzystego przewodnika.

Kolejnym bardzo dobrym pomysłem było umieszczenie na końcu rozdziału dotyczącego danej rodziny niewielkiego obrazkowego klucza do oznaczania wybranych, szczególnie trudnych do identyfikacji gatunków. W kluczu tym wyraźnie zaznaczone są najważniejsze cechy, na które należy zwrócić uwagę przy rozpoznawaniu. Tylko tam gdzie było to absolutnie niezbędne zamieszczono także schematyczne rysunki aparatów kopulacyjnych. Podobnych rozwiązań nie zastosowano z oczywistych powodów dla rodziny Riodinidae z jedynym zaledwie krajowym gatunkiem i rodziny Papilionidae mającej w Polsce bardzo łatwych w identyfikacji przedstawicieli. Z kolei w przypadku Lycaenidae w książce zamieszczono także klucz do rodzajów mrówek najczęściej wchodzących w związki z tymi motylami poszerzając tym samym dodatkowo zakres możliwych do przeprowadzenia obserwacji terenowych. Zawiera on fotografie oraz dobre schematyczne rysunki.

Osobno, na końcu książki omówiono też gatunki, które w Polsce wymarły lub takie, które znane są jedynie z pojedynczych stwierdzeń. Znalazł się wśród

nich także niedawno znaleziony w Polsce *Lampides boeticus*. Opisy tych gatunków są dużo bardziej syntetyczne, a na fotografiach umieszczono jedynie postacie dorosłe. Pomimo tego, że prawdopodobieństwo spotkania tych motyli w naszym kraju jest minimalne, to jednak wydaje się, że można było pokusić się o zaprezentowanie dla nich opisów takich jak w przypadku pozostałych opisywanych gatunków, a także poszerzyć wachlarz ilustracji. Dodatkowo przemawia za tym fakt, że problem ten dotyczy zaledwie 14 motyli. W niewielkim stopniu zwiększyłyby to więc objętość książki, a dawałoby wrażenie kompletności przedstawionych informacji.

Na końcu książki znajduje się lista polecanej przez autorów literatury uwzględniająca polsko- i angielskie pozycje, a także lista ważniejszych stron internetowych dotyczących motyli oraz skorowidz polskich i łacińskich nazw. Ciekawym uzupełnieniem jest zamieszczony na wewnętrznej stronie okładki zestaw fotografii prezentujących pospolite gatunki aktywnych w dzień ciem.

W książce znajdują się nieliczne, drobne błędy edytorskie, które jednak w niczym nie umniejszają wartości tej pozycji. Przykładem może być podpis do zdjęć na stronie 320 gdzie zarówno *N. polychloros* jak i *N. xanthomelas* są podpisane jako rusałka wierzbowiec.

Techniczna strona tego wydawnictwa również nie budzi większych zastrzeżeń. Książka wydana jest na dobrej jakości papierze. Jej okładka jest miękka, ale zaopatrzona w plastikową obwolutę. Jej wymiary i jakość wykonania sprawiają, że doskonale sprawdzi się w czasie terenowych wycieczek. Podsumowując należy stwierdzić, że osoby interesujące się motylami będą musiały dokupić kolejną książkę do swojej entomologicznej biblioteki, przy czym wydaje się, że nawet dla tych, którzy posiadają już inne atlasy jest to pozycja obowiązkowa.

Krzysztof Pabis (Łódź)

ERRATA

1. W opisie okładki *Wszechświata* 2011, nr 10–12, zamiast „Zimujący krzew głogu (*Crataegus* L.)”... winno być „Zimujący krzew dzikiej róży (*Rosa* sp.) nazywany przez miejscowych górali głogiem...”
2. Na stronie 318 (*Wszechświat* 2011, nr 10–12), Ryc. 4 – w opisie ryciny pomyłkowo nie wpisano cudzysłowu. Winno być „futerko” gdyż oczywiście nie jest to prawdziwe futerko, jak u ssaków, lecz włoski będące wytworem kutikuli larwy.

PRZYSZŁOŚĆ LUBELSKIEJ ASTRONAUKI

Przed miesiącem do intelektualnej elity Lublina dotarła pogłoska o zamiarze sprowadzenia dla miasta nauki oraz pracy uniwersyteckiej Karola Wojtyły części urządzeń naukowych stosowanych w *Vatican Obserwatory*. Tym sposobem, za sprawą wykwalifikowanej kadry naukowej oraz nadzwyczaj uzdolnionej młodzieży miasto pogranicza światopoglądowego może być przyszłym europejskim ośrodkiem astronomicznym. O polskiej nauce oraz kometach, z mgr. Mieczysławem Paradowskim rozmawia Arkadiusz Dul – przyrodnik, filozof i eseista.



Ryc. 1. Mieczysław Paradowski w swojej naukowej pracowni.

Mieczysław Leszek Paradowski urodził się w Dąbrowie (powiat Lubartów). Jest z wykształcenia fizykiem pracującym w Instytucie Fizyki Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie od roku 1985 – już 30 lat. Za pracę magisterską pt. „Temperatura zależność szerokości linii EPR jonów Gd^{3+} w monokryształach $La_xCe_{1-x}F_3$ ” otrzymał nagrodę magisterską I stopnia przyznaną przez Polskie Towarzystwo Fizyczne (PTF) do którego należy od 1984 roku. Od 39 lat należy do Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii (PTMA) Oddział w Lublinie, gdzie pełnił funkcję wiceprezesa w latach 1982–2003. Za działalność popularyzatorską i naukową (obserwacje komet) został odznaczony srebrną i złotą Honorową Odznaką PTMA podczas Walnego

Zjazdu Delegatów PTMA w Grudziądzu (1989 rok) i w Puławach (1997 rok). W latach 1985–1986 był uczestnikiem międzynarodowej akcji obserwacyjnej komety Halleya *International Halley Watch* (IHW). Uczestnik wielu krajowych konferencji z zakresu fizyki i astronomii. W roku 1992 brał udział w I Europejskim Spotkaniu Obserwatorów Planet i Komet, którego miejscem spotkania była mała miejscowość Violau w Bawarii (Niemcy). Był uczestnikiem wyprawy mającej na celu obserwację całkowitego zaćmienia Słońca 11 sierpnia 1999 roku na Węgrzech. Ma na koncie kilkadziesiąt publikacji z fizyki i astronomii w różnych czasopismach krajowych i zagranicznych z których wiele można znaleźć w bazie SAO/NASA *Astrophysics Data System* (ADS).

Jak długo bada Pan komety?

Komety badam od 1985 roku, kiedy to rozpoczęła się wielka międzynarodowa akcja IHW (*International Halley Watch I*) obserwacji słynnej komety Halleya (1P/Halley). A więc minęło już 27 lat od tamtego wydarzenia. Byłem uczestnikiem tej akcji od listopada 1985 roku do maja 1986 roku, w okresie którym wykonałem 32 obserwacje tej komety.

Czy pamięta Pan swoją pierwszą obserwację tego obiektu niebieskiego?

Moją pierwszą w życiu obserwacją komety była kometa Bennetta, o której dowiedziałem się z Kuriera Lubelskiego z dnia 10 kwietnia 1970 roku, w którym naukowcy z UMCS opublikowali wiadomość o pojawieniu się na niebie nowej jasnej komety widocznej gołym okiem w gwiazdozbiorze Jaszczurki po północy. Pamiętam to tak, jak gdyby to było wczoraj. Chodziłem wtedy do szkoły podstawowej na Polesiu Lubelskim. W szkole nie było przedmiotu astronomia. Nauczyciele nie posiadali wykształcenia w tym przedmiocie. Było tylko moje zainteresowanie. Nie miałem żadnego teleskopu ani lornetki, gdyż nie było na to stać moich rodziców. Od dziecka bardzo mnie ciekawiło niebo z gwiazdami – było wtedy tak ciemne, że Mleczna Droga dotykała południowego horyzontu. Nie znałem gwiazdozbiorów, gdyż nie posiadałem Obrotowej Mapy Nieba, tak więc gwiazdozbiór Jaszczurka w którym znajdowała się kometa Bennetta był mi nieznany. Gdy z moją mamą i z zakupionym Kurierem Lubelskim wróciłem z Lublina do domu, przeczytałem wiadomość o nowej jasnej

komecie. Tamtej nocy było pochmurno, dopiero na trzecią noc z piątku na sobotę tak się roz pogodziło, że postanowiłem czekać aż do północy, rozwiązując przy okazji zadania z olimpiady matematycznej dla szkoły podstawowej. Po północy wyszedłem z domu, spojrzałem w górę w kierunku północno-wschodnim i zobaczyłem bardzo jasny rozciągnięty obiekt wyglądający dokładnie tak, jak powinna wyglądać kometa z warkoczem, którą widziałem wcześniej tylko na zdjęciu. Wiedziałem wtedy, że tym obiektem jest kometa Bennetta, którą odkrył kilka miesięcy wcześniej (pod koniec 1969 roku) astronom amator Bennett z Republiki Południowej Afryki. Byłem tak zafascynowany tą kometą, że na drugi dzień zrobiłem jej rysunek z głową i warkoczem o długości 10 stopni kątowych (tyle ma pięść na wyciągniętej ręce), zaznaczając pobliskie jasne gwiazdy z pogranicza gwiazdozbiorów Jaszczurki i Kasjopei. Kometa na niebie była nieruchoma tak jak Księżyc, dopiero na drugi dzień lub później było zauważalne jej przemieszczenie na niebie. Ostatni raz widziałem ją 9 maja 1970 roku w gwiazdozbiórze Perseusza, gdy wieczorem zrobiłem z kolegami przejażdżkę rowerową po Polesiu Lubelskim. Kometa była jeszcze widoczna gołym okiem, z pięknym długim na 10 stopni kątowych warkoczem skierowanym w kierunku północno-wschodnim. Pamiętam jak koledzy byli zaciekawieni tą kometą.

Która z dotychczasowych obserwacji była najciekawsza wizualnie i godna opowiedzenia?

Spośród zaobserwowanych 134 komet najciekawsza obserwacja była dla komety 17P/Holmes, która wybuchła 24 października 2007 roku w gwiazdozbiórze Perseusza. Jej jasność wzrosła 1 milion razy i stała się widoczna gołym okiem nawet w Lublinie. Była większa od Słońca w rozmiarach liniowych i kątowych. Tak więc była ona największym obiektem w Układzie Słonecznym. Znajdowała się wtedy w odległości 245 milionów kilometrów od Ziemi i 365 milionów kilometrów od Słońca. Jest to kometa okresowa o czasie obiegu wokół Słońca równym 7 lat. Kometę tę odkrył 7 listopada 1892 roku angielski astronom Edwin Holmes w obserwatorium astronomicznym w Londynie. To właśnie wtedy po raz pierwszy wybuchła i została zaobserwowana. Jej wybuch wówczas nie był tak silny i nie była ona tak jasna jak tym razem, gdy po 115 latach znowu wybuchła. Nigdy wcześniej nie było tak potężnego wybuchu komety jaki mógłby wystąpić we wszystkich znanych kometach. Wzbudziło to wielkie zainteresowanie niemal wszystkich astronomów na świecie. Po wybuchu otoczka komety powiększała się z dnia

na dzień. Był to głównie pył o zabarwieniu żółtym, a w samym centrum otoczki można było zobaczyć przez teleskop zgęszczenie centralne w kształcie owalnym i barwie pomarańczowej. Była także widoczna otoczka zewnętrzna, gazowa o barwie niebieskiej. Przeprowadzono wiele długich obserwacji wizualnych i CCD (fotograficznych). Wykonałem 59 obserwacji wizualnych tej komety w okresie od 27 października 2007 do 25 kwietnia 2008 roku.

Mam jedną fotografię z sesji obserwacyjnej przeprowadzonej w nocy 2/3 listopada 2007 roku, którą można zobaczyć na mojej stronie: <http://serwisy.umcs.lublin.pl/par03/Obserwacje.htm>

Na tej stronie są jeszcze dwie inne jasne komety C/1996 B2 (Hyakutake) i C/1995 O1 (Hale-Bopp), które były widoczne gołym okiem podobnie jak kometa Bennetta. Obserwowałem je gołym okiem i przez teleskopy. Zdjęcia wykonałem 8 kwietnia 1996 i 30 marca 1997 roku.

Kometę 17P/Holmes widziało dużo ludzi w Lublinie i poza miastem, wśród których było wielu studentów fizyki. Nawet mój kolega z pracy (fizyk) zobaczył ją, nie wiedząc wcześniej o wybuchu tej komety, gdy szedł wieczorem przez las do Żurawiec za Tomaszowem Lubelskim. Myślał, że to wybuchła gwiazda nowa albo supernowa, bo tak wyglądała kometa w kilka dni po wybuchu – przypominała bardzo jasną żółtą gwiazdę, jednak lekko rozmytą.

Jakie krajowe i zagraniczne organizacje zajmują się analizą tych niezwykłych procesów?

Jest wiele organizacji zajmujących się zbieraniem i opracowaniem wyników obserwacji komet.

W Polsce istnieje Centrum Obserwacji Komet (COK), którego koordynatorem jest dr Tomasz Ściężor z Krakowa. A na świecie są to: ICQ (*International Comet Quarterly*) z siedzibą na Uniwersytecie Harvarda, Cambridge, USA. JPL (USA) – obliczenia orbit i analiza komet.

COBS (*Comet Observation Database*) przy obserwatorium astronomicznym Crni Vrh (Słowenia). *British Astronomical Association* (BAA) – *Comet Section*, którą kieruje angielski geofizyk Jonathan Shanklin. *Fach Gruppe Kometen* – niemiecka grupa badaczy komet, którą kieruje Andreas Kammerer. CARA – włoska grupa badaczy komet. LIADA – południowo-amerykańska grupa badaczy komet. Hiszpańska grupa obserwatorów komet, którą kieruje astronom angielski dr Mark Kidger pracujący w obserwatorium astronomicznym na Tenerife (Wyspy Kanaryjskie). Ciekawa jest strona domowa japońskiego astronoma obserwatora komet Seiichi Yoshida.

Poza wymienionymi organizacjami jest jeszcze wiele ośrodków (instytucji) naukowych badających komety jak na przykład ESA (Europejska Agencja Kosmiczna) czy też NASA. W Polsce podobną instytucją jest Centrum Badań Kosmicznych w Warszawie.

Na czym polega schemat uwiecznienia własnej obserwacji?

Każda obserwacja komety wymaga wcześniejszego przygotowania się, sporządzeniu map dościa do komety z wybranymi gwiazdami porównania z zalecanych przez ICQ katalogów gwiazd. W czasie obserwacji wizualnych nie mogą przeszkadzać żadne światła, nawet z telefonu komórkowego. Obserwator musi zaadaptować wzrok do ciemności przez co najmniej 30 minut. Następnie w czasie obserwacji należy notować wyniki na kartkach papieru z mapami gwiazd porównania, podświetlając bardzo słabym czerwonym światłem z latarki LED. Do wyników obserwacji zalicza się – data obserwacji podana w czasie uniwersalnym UT, ale zapisana w postaci ułamka doby z dokładnością do 0,01; ocena jasności komety m_1 (jej otoczki); wyznaczenie średnicy otoczki D_{ot} w minutach kątowych i podanie jej stopnia kondensacji DC, a także długości i kąta pozycyjnego warkocza komety PA w stopniach.

Zanotowane wyniki obserwacji należy zapisać w formie raportu w wersji elektronicznej, a następnie wysłać do COK, ICQ, COBS i Sekcji kometarnej BAA.

Jako jeden z nielicznych Polaków dostrzegł Pan niedawno przelatującego Elenina. Proszę przybliżyć nam tą przygodę naukową.

Rosyjski astronom amator Leonid Elenin odkrył po raz pierwszy kometa 10 grudnia 2010 roku, którą Międzynarodowa Unia Astronomiczna nazwała C/2010 X1 (Elenin). Jest on pierwszym rosyjskim amatorem, który odkrył kometa od czasu upadku Związku Radzieckiego.

Co ciekawe, Leonid Elenin odkrył ją za pomocą internetu na amerykańskim teleskopie znajdującym się w pobliżu Mayhill w stanie Nowy Meksyk, na którym mógł pracować zdalnie.

Kometa była wtedy bardzo słaba i nieosiągalna przez polskie teleskopy.

Jej jasność wzrastała z miesiąca na miesiąc i była latem tego roku widoczna na półkuli południowej nawet przez lornetki. Astronomowie przepowiadali, że będzie ona widoczna gołym okiem w jesieni i być może będzie widoczna jeszcze przez lornetki w Wigilię Bożego Narodzenia 2011 roku. Niestety, kometa

w czasie przejścia przez peryhelium 10 września 2011 roku w odległości 72 milionów kilometrów od Słońca rozpadła się na drobne kawałki (ziarenka pyłu i kryształki lodu). Od tego czasu nikt z astronomów na świecie jej nie widział. Nie widziały jej nawet teleskopy umieszczone na orbicie okołozemskiej, ponieważ nie były wycelowane w tą kometa z powodu innych ważniejszych programów badawczych. Kometa do początku października przebywała w bliskim sąsiedztwie Słońca, co dodatkowo utrudniało jej obserwację. Gdy znacznie oddaliła się od Słońca i można było już ją zaobserwować na porannym niebie, tuż przed świtem na wschodzie w gwiazdozborze Lwa, pozostało tylko liczyć na pogodne czyste niebo. Taka okazja przytrafiła mi się przed świtem w dniu 9 października 2011 roku na Polesiu Lubelskim. Obudziłem się o godzinie 4 w nocy, nie włączając żadnego oświetlenia, żeby mieć dobrze zaadaptowany wzrok do ciemności i 30 minut później byłem już na stanowisku obserwacyjnym przy teleskopie newtona o średnicy zwierciadła 20 cm i powiększeniu 71 razy. Bardzo czyste niebo i wygaszone światła uliczne w pobliskich miejscowościach sprawiły, że byłem w stanie zobaczyć gołym okiem gwiazdy o jasności 6 mag. Zrobiłem dościsłe do miejsca, gdzie powinna znajdować się kometa w gwiazdozborze Lwa. Dostrzegłem ją o godzinie 5 rano jako bardzo rozmyty obiekt, przypominający mgiełkę jaki ma dymek z papierosa. Znajdowała się na wysokości 22 stopni nad wschodnim horyzontem. Jej jasność ocenilem na 12 magnitudo, czyli 251 razy słabszą od najśłabszych gwiazd widocznych gołym okiem, natomiast średnica rozmytej otoczki wynosiła 2,8 minuty kątowej. Kometa w momencie obserwacji znajdowała się w odległości 38,5 milionów kilometrów od Ziemi i 123 milionów kilometrów od Słońca. Najbliżej Ziemi była w odległości 35 milionów kilometrów kilka dni później, 16 października 2011 roku. Na drugi dzień wysłałem raport z obserwacji komety do COK, COBS i ICQ. Z internetu dowiedziałem się, że również hiszpański obserwator komet Juan Jose Gonzalez Suarez też zaobserwował obiekt tego poranka 1,5 godziny później, gdy znajdowała się na wysokości 23 stopni nad wschodnim horyzontem w górach północnej Hiszpanii, oceniając jej jasność na 10,7 mag i średnicę otoczki 6'. Większa jasność i średnica otoczki komety wyznaczona przez Gonzalezę były spowodowane lepszymi warunkami obserwacyjnymi – stanowisko obserwacyjne w górach na wysokości 1720 metrów nad poziomem morza. Tak więc dwóch obserwatorów niezależnie od siebie, bez wymiany informacji ze sobą, zaobserwowało kometa – jej pozostałość po rozpadzie, obserwując teleskopami o takich samych średnicach zwierciadeł (20 cm)

i podobnym powiększeniu (71x w moim teleskopie i 77x w teleskopie Gonzaleza). Było to wielkim zaskoczeniem dla astronomów z całego świata, że udało nam się zaobserwować ciało wizualnie, ponieważ kilka godzin później również włoscy astronomowie E. Guido, G. Sostero i N. Howes (grupa CARA) próbowali zaobserwować tę kometa za pomocą zdalnie sterowanych, pracujących przy znakomitych warunkach, amerykańskich teleskopach z Global Rent a Scope (GRAS), znajdujących się w pobliżu Mayhill w stanie Nowy Meksyk i Mauna Kea na Hawajach. Nieudaną obserwację komety Włosi powtórzyli 21 października 2011 roku, gdy wcześniej profesor Gian Paolo Tozzi wskazał, w czym tkwiła nieudana próba. Włosi wiedzieli, że skoro my zaobserwowaliśmy tę kometa wizualnie, to tym bardziej powinni oni ją zaobserwować techniką CCD (fotograficznie). Postępując zgodnie ze wskazówkami udzielonymi przez prof. Tozzi, udało im się sfotografować ją za pośrednictwem internetu, korzystając z tych samych amerykańskich teleskopów. Była bardzo rozmyta i rozciągnięta na swej orbicie potwierdzając, że są to jej resztki po rozpadzie. Po 21 października kometa sfotografowało jeszcze wielu astronomów z całego świata, a J. J. Gonzalez widział ją po raz ostatni 24 listopada 2011 roku w górach północnej Hiszpanii, obserwując przez swój teleskop zwierciadlany (Schmidt-Cassegrain) o średnicy 20 cm i powiększeniu 77 razy.

Czy w bliższej lub dalszej przyszłości będą widoczne jakieś ciekawe komety? Proszę powiedzieć o najciekawszych.

Dla astronomów komety są zawsze ciekawe i obserwowane za pomocą różnej wielkości teleskopów. Dla ludzi wydają się ciekawe, gdy są jasne, widoczne gołym okiem. Obecnie na niebie przemieszcza się dość jasna kometa C/2009 P1 (Garradd), widoczna przez małe lornetki w gwiazdozbiorze Herkulesa. Ciało niebieskie obserwuję od 27 czerwca 2011, kiedy to było widoczne bardzo dobrze przez lornetki w sierpniu, we wrześniu i do końca października. Teraz w lutym znajduje się wysoko nad wschodnim horyzontem przed świtem. Również w lutym 2012 roku jest widoczna przez teleskopy kometa P/Levy (2006 T1), natomiast w lipcu ma przejść w pobliżu Słońca w odległości 18 milionów kilometrów kometa 96P/Machholz i będzie widoczna gołym okiem. W marcu 2013 roku

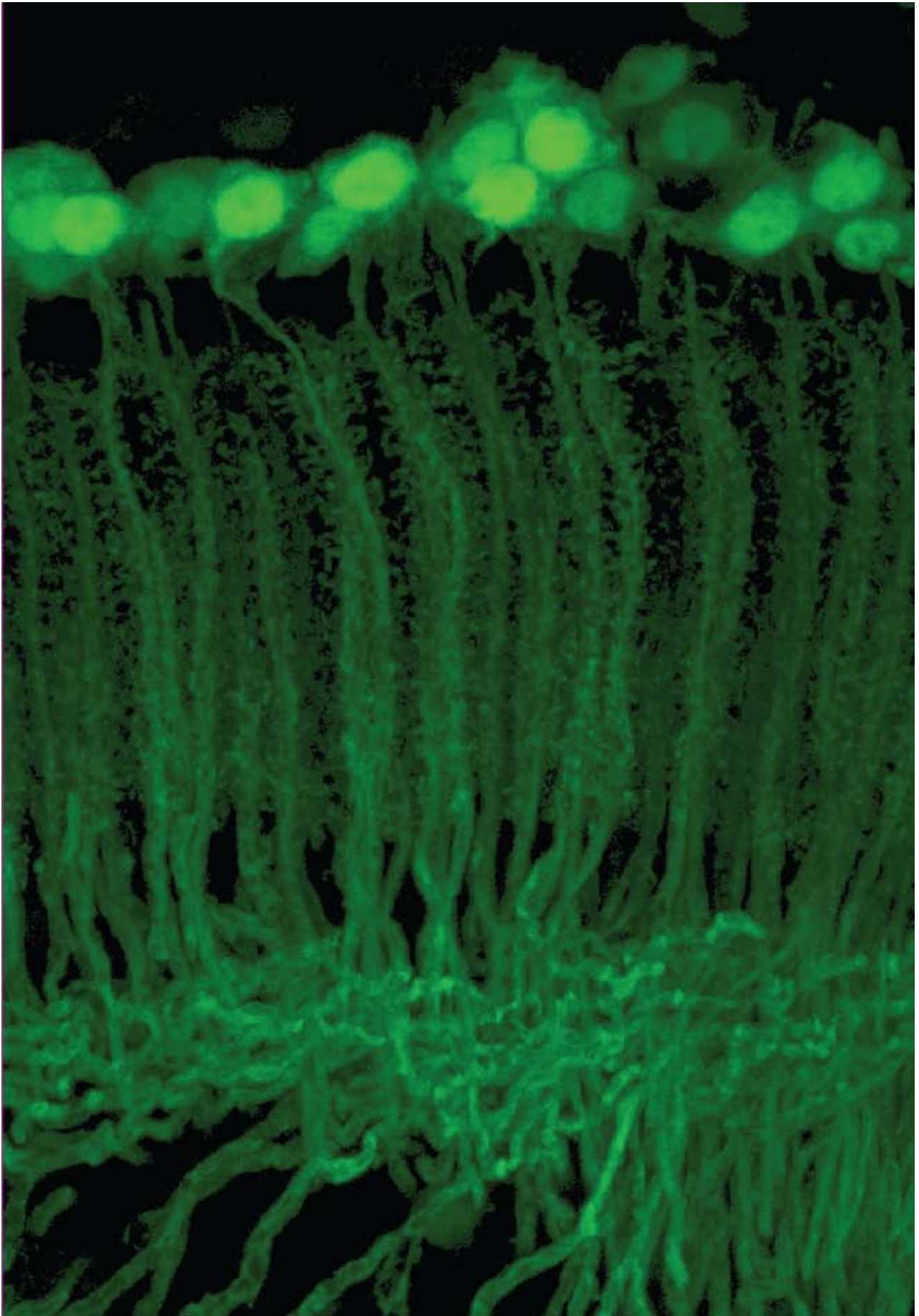
zapowiada się, że będzie widoczna gołym okiem kometa 2011 L4 (PANSTARRS). Trudno powiedzieć co się wydarzy, ponieważ one „lubią” robić niespodzianki – wybuchają, gasną albo rozpadają się.

Jaka jest przyszłość lubelskiej astronomii?

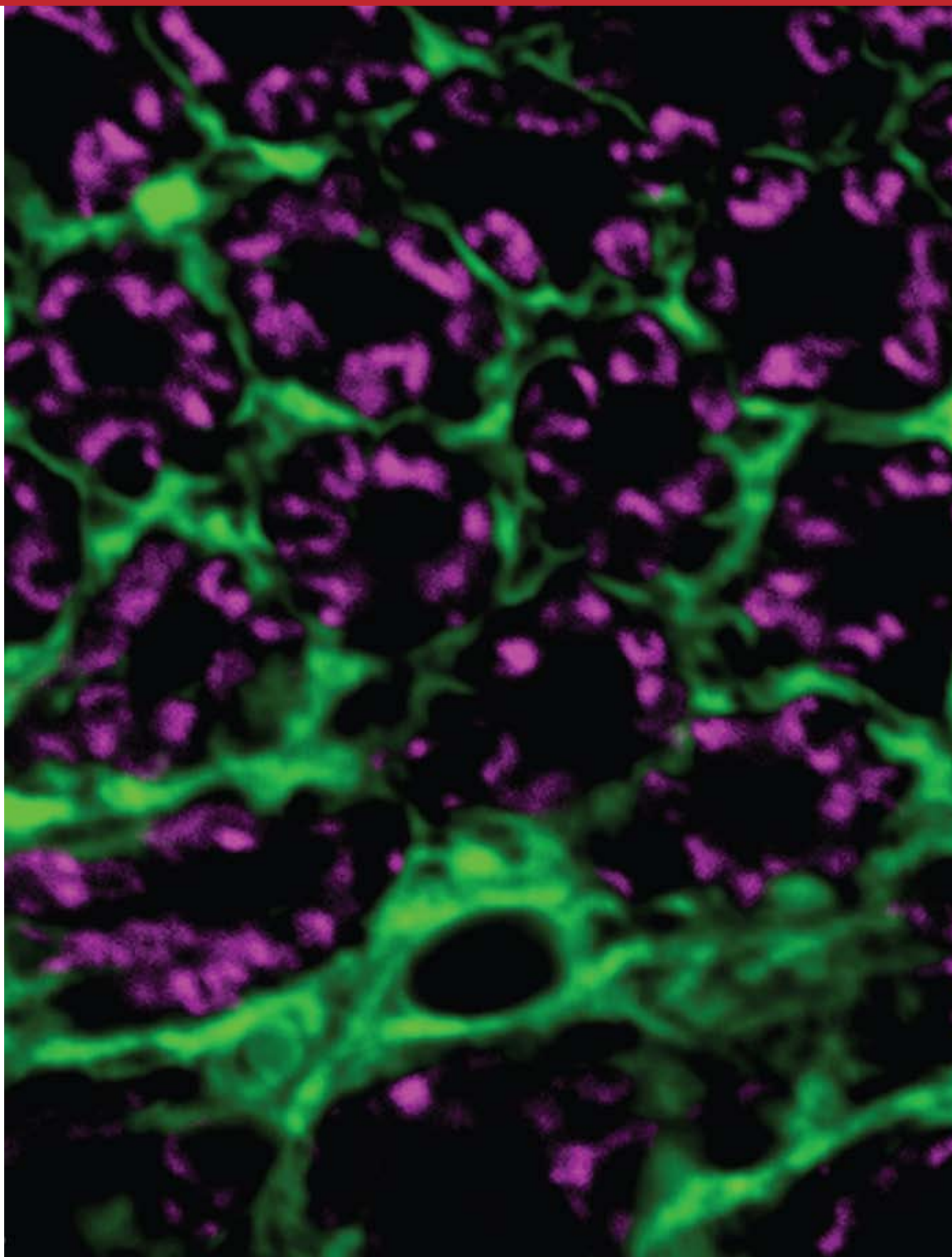
Uczelnie wyższe Lublina, szczycącego się mianem Harwardu Wschodniej Polski, o dziwo, jakby nie wykazują zainteresowania astronomią – a to dlatego, że do tej pory żadna z nich nie postarała się o stworzenie własnej astronomicznej placówki obserwacyjnej z prawdziwego zdarzenia. Lublin nie posiada obserwatorium astronomicznego! Jednak miejmy nadzieję, że dobre przykłady z Puław, Krasnegostawu i Mełgwi koło Lublina pociągną swoim przykładem inwestycyjnym. W tych miejscowościach udało się obserwatoria astronomiczne pobudować i wyposażyć w nowoczesne teleskopy. Nasza młodzież wykazuje spore zainteresowanie obserwacjami nieba. U nas, w Instytucie Fizyki UMCS rozwija się astrofizyka, heliofizyka i kosmologia teoretyczna, w dziedzinach których podejmowane są studia magisterskie i doktoranckie. Absolwenci są bardzo dobrymi specjalistami, znajdują bez problemu pracę w zagranicznych słynnych ośrodkach naukowych jak na przykład w NASA. Jeśli chodzi o przyszłość astronomii w kraju, to muszę powiedzieć, że jest bardzo dobre zaplecze, ponieważ w każdym z pozostałych miast wojewódzkich istnieją obserwatoria astronomiczne przy szkołach wyższych. Ma to ogromny wpływ na poziom wykształcenia młodzieży i ich osiągnięcia. To właśnie w tych województwach, gdzie istnieją uniwersyteckie obserwatoria astronomiczne młodzież szkolna wygrywa olimpiady astronomiczne, fizyczne i matematyczne. Nawet uczniowie gimnazjum i szkół ponadgimnazjalnych odkrywają asteroidy i planety pozasłoneczne. O tym można się przekonać czytając czasopismo URANIA Postępy Astronomii. Podsumowując można powiedzieć, że Astronautyka – etymologicznie – nauka o gwiazdach na pewno zawsze znajdzie swoich adeptów.

Dziękuję za rozmowę i życzę Panu dalszych sukcesów oraz owocnej, intensywnej pracy badawczej.

*Rozmowy przeprowadzono w styczniu i lutym 2012.
Arkadiusz Dul (Lublin)*



Neurony układu wzrokowego muszki owocowej (*Drosophila melanogaster*) wyznakowane białkiem zielonej fluorescencji (GFP). Zdjęcie wykonano w Pracowni Mikroskopii Konfokalnej Zakładu Biologii i Obrazowania Komórki, w Instytucie Zoologii UJ. Fot. Jolanta Górską-Andrzejak.



Lokalizacja wypustek komórek glejowych (zielony – wyznakowane białkiem zielonej fluorescencji, GFP) i białka strefy synaptycznej *Discs large* (fioletowy – wyznakowane immunofluorescencyjnie) w pierwszym neuropilu wzrokowym muszki owocowej (*Drosophila melanogaster*). Fot. Jolanta Górską-Andrzejak. Zdjęcie wykonano w Pracowni Mikroskopii Konfokalnej Zakładu Biologii i Obrazowania Komórki, w Instytucie Zoologii UJ.