

WSZECHŚWIAT

PISMO PRZYRODNICZE

Tom 114 Nr 4–6

Kwiecień – Maj – Czerwiec 2013



Nowe uzależnienia

Układ odpornościowy a depresja

Migdałowiec

Ziemia-planeta bakterii

Georadar

Układ planetarny

Drosophila - model badawczy

*Porozumiewanie się
ultradźwiękami u szczurów*

ISSN 0043-9592



9 770043 959009 >



Eumegalon (pasikonik, Indonezja). Fot. Krzysztof Pach.

WSZECHŚWIAT

Z POLSKIMI PRZYRODNIKAMI OD 3 KWIETNIA 1882

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

Treść zeszytu 4–6 (2592–2594)

TYDZIEŃ MÓZGU

Malgorzata Filip, Nowe uzależnienia XXI wieku	87
Janusz Heitzman, Zdrowie psychiczne Polaków – aktualne zagrożenia	94

ARTYKUŁY

Roman Karczmarszuk, Migdałowice zwyczajny oraz trójklapowy	97
Sandra Margielewska, Rola układu odpornościowego w powstawaniu depresji	101
Mateusz Sydow, Łukasz Chrzanowski, Ziemia – planeta bakterii	107
Ewelina Mazurek, Sylwia Tomecka-Suchoń, Georadar w służbie prawa	112
Marek S. Żbik, Narodziny układu planetarnego według klasycznych podstaw kosmogonii planetarnej	114
Alicja Görlich, Jolanta Górka-Andrzejak, Na początku było „white”	123
Stefan M. Brudzyński, W jaki sposób i dlaczego szczury zaczęły porozumiewać się w zakresie ultradźwięków?	129

ARTYKUŁY INFORMACYJNE

Mikołaj Łyskowski, Ewelina Mazurek, Georadar jako aparat do badań przypowierzchniowej części skorupy ziemskiej	134
--	-----

DROBIAZGI

Pożyteczny chwast, (Roman Karczmarszuk)	137
Wybrane gatunki dwuliściennych zbożowych chwastów segetalnych w Polsce, (Kamil Szczepka)	140
Konie i geny, (Monika Stefaniuk)	142

WSZECHŚWIAT PRZED 100 LATY

Jerzy Vetulani, Wszechświat przed 100 laty	143
--	-----

WSPOMNIENIA Z PODRÓŻY

Krzysztof R. Mazurski, Park Narodowy Gobi Gurvansaichan (Mongolia)	148
Katarzyna Pędziwiatr, Michał Antkowiak, Roksana Lubkowska, Aleksandra Jakubowska, Zofia Sajkowska, Ukraina pasją przyrodnika pisana	151

OBRAZKI

Maria Olszowska, Mazury mniej znane	159
Maria Olszowska, Zwiastuny mazurskiej wiosny	162

RECENZJE KSIĄŻEK

Malgorzata Bąk, Andrzej Witkowski, Joanna Żelazna-Wieczorek, Agata Z. Wojtal, Ewelina Szczepocka, Katarzyna Szulc, Bogusław Szulc: Klucz do oznaczania okrzemek w fitobentosie na potrzeby oceny stanu ekologicznego wód powierzchniowych w Polsce, (Jadwiga Siemińska)	164
Pertti Eloranta, Janina Kwadrans 2012: Illustrated guidebook to common freshwater red algae, (Jadwiga Siemińska)	165

NEKROLOG

WSPOMNIENIE O DOKTORZE ROMANIE KARCZMARCZUKU (1922–2013), Magdalena Mularczyk	166
---	-----

Fotografia na okładce:

Świtezianka błyszcząca *Calopteryx splendens* w akcie miłosnym (kopulacja, *in copula*), osobnik z plamą na skrzydle to samiec (z lewej), a z jednolicie ubawionymi skrzydłami to samica (z prawej). Nadnidziański Park Krajobrazowy. Fot. Jerzy Drzewiecki.

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

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

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

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

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

Ten numer *Wszechświata* powstał dzięki finansowej pomocy:

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



Global Drug Policy program

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

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

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

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

Projekt i skład
Artur Brożonowicz, www.frontart.pl

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

Nakład 700 egz.



PISMO POLSKIEGO TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA

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

TOM 114
ROK 131

KWIECIEŃ – MAJ – CZERWIEC 2013

ZESZYT 4–6
2592–2594



NOWE UZALEŻNIENIA XXI WIEKU

Małgorzata Filip (Kraków)



Uzależnienie to choroba ośrodkowego układu nerwowego dotycząca zaburzeń fizjologicznych, behawioralnych i poznawczych, wśród których przyjmowanie substancji lub grupy substancji dominuje nad innymi zachowaniami, które miały poprzednio dla pacjenta wartość. Na kliniczny obraz tej choroby składa się wiele objawów:

- silne pragnienie przyjęcia substancji lub poczucie przymusu jej stosowania;
- trudności lub brak kontroli nad zachowaniem związanym z przyjmowaniem substancji uzależniającej;
- fizjologiczne objawy odstawienia – zespoły abstynencyjne;
- wystąpienie zmian tolerancyjnych;
- zaniechanie/zaniedbywanie alternatywnych źródeł przyjemności;
- przyjmowanie substancji pomimo wiedzy o jej szkodliwości.

Aby lekarz zdiagnozował wystąpienie uzależnienia, muszą pojawić się co najmniej trzy z sześciu powyżej wymienionych objawów w okresie ostatniego roku. Te diagnostyczne kryteria uzależnienia z Międzynarodowej Klasyfikacji Chorób ICD-10 (ang. *International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems, edition 10*), opracowali eksperci WHO w oparciu o dostępne dane pochodzące

z obserwacji pacjentów nadużywających substancji psychoaktywnych. Do takich substancji należą: narkotyki nielegalne (kokaina, amfetaminy, morfina), nowe narkotyki (syntetyczne kanabinoidy, mefedron, dezmorfina), narkotyki legalne (alkohol etylowy, nikotyna) czy leki (dekstrometorfan, benzodiazepiny). Wszystkie te substancje, niezależnie od mechanizmu działania, w ośrodkowym układzie nerwowym zmieniają funkcjonowanie ośrodków odpowiedzialnych – w znacznym uproszczeniu – za doznanie przyjemności lub odczuwanie kary (układ nagrody), czuwanie-sen (układ pobudzenia), zapamiętywanie i uczenie się bądź zapominanie (układ kognitywny).

Jak zaobserwowali naukowcy, nadużywanie psychoaktywnych substancji uzależniających zmienia początkowo funkcjonowanie układu nagrody. Aktywność tego układu nasilana jest nie tylko przez psychoaktywne substancje chemiczne, ale także naturalne nagrody (np. pokarm, seks) czy pewne zachowania (poszukiwanie nowości, ryzykowne przeżycia, łagodne formy agresji). Neuroanatomicznym podłożem układu nagrody jest dopaminowy układ mezolimbiczny, a neuroprzekaźnik – dopamina – sygnalizuje nie tylko przyjemność konsumpcji nagrody i intensywność odczuwania euforii, ale także – co udowodniono na początku XXI wieku – przyjemność oczekiwania na nagrodę związaną z jej wspomnieniem, a indukowaną

m.in. poprzez bodźce warunkowe asocjowane z nagrodą. W badaniach z wykorzystaniem technik neuroobrazowania naukowcy stwierdzili ponadto, że w wyniku długotrwałego nadużywania substancji psychoaktywnych dochodzi do osłabienia funkcji układu nagrody i spadku odpowiedzi metabolicznych pod wpływem innych wzmocnień, w tym innych narkotyków lub naturalnych nagród (pokarm, seks).

Substancje uzależniające zmieniają także układ pobudzenia, a obserwowany w badaniach funkcjonalnych deficyt metaboliczny w obrębie struktur płata czołowego (kora przedczołowa, kora zakrętu obręczy) prowadzi m.in. do zmiany oceny wartości nagrody i szansy na sukces po podjęciu wysiłku potrzebnego na jej zdobycie. Osoby uzależnione mają też problem z uczeniem się i zapamiętywaniem. Jak udowodnili naukowcy wielokrotnie stosowane substancje psychoaktywne generują plastyczność synaptyczną i zjawisko długotrwałego wzmocnienia synaptycznego (ang. *long-term potentiation*; LTP) tworząc mechanizm będący podstawą uczenia się i zapamiętywania informacji. Zjawisko utrwalania śladów pamięciowych – występujące w obrębie struktur mózgu takich jak hipokamp, prążkowie, pole brzuszne nakrywki, kora przedczołowa – związane jest z sensytyzacją (uwrażliwieniem) neuronów dopaminowych oraz z nasileniem transmisji glutaminianergicznej w wyniku częstszego pobudzania synapsy. LTP prowadzi do zmiany budowy skupisk białkowych na błonie postsynaptycznej jak i presynaptycznej w synapsie. A zatem substancje uzależniające indukują w strukturach mózgu ślady pamięciowe tworząc tzw. „pamięć o narkotyku”. W okresie abstynencji (brak substancji uzależniającej w organizmie) zjawisko LTP jest osłabione na skutek obniżonej ilości glutamianu w synapsie i tym samym zmniejsza się zdolność zapamiętywania przez osoby uzależnione.

Cykl wejścia w nałóg (Ryc. 1) rozpoczyna się od okazjonalnego użycia substancji psychoaktywnej. Jeśli jej efekty działania będą odczuwane przez człowieka jako przyjemne (z powodu aktywacji układu nagrody), istnieje prawdopodobieństwo ponownego sięgania po tą samą substancję. Nadużywanie substancji może przerodzić się w przymus jej pobierania oraz utratę kontroli nad zachowaniem. Gdy brakuje środków finansowych na zakup substancji, a inne sposoby zdobycia narkotyku zawodzą, obserwuje się objawy odstawienia. Nawrót do nałogu wywołany jest przez wyzwalającą dawkę substancji uzależniającej (ang. *priming dose*), poprzez bodźce warunkowe (środowisko, strzykawki, i inne akcesoria używane do przygotowywania roztworu narkotyku do wstrzyknięcia (ang. *paraphernalia*) kojarzone z przyjmowaniem

narkotyku) lub w wyniku działania czynników stresogennych. Do nawrotu może dojść po miesiącach, a nawet po latach abstynencji. Badania kliniczne i przedkliniczne ostatnich lat przyniosły ciekawe wyniki dotyczące inicjacji wejścia w uzależnienie. Do ważnych składowych elementów wpływających na rozwój tej choroby mózgu należą czynniki genetyczne, psychologiczne, środowiskowe oraz wiek.



Ryc. 1. Cykl uzależnienia.

I tak, badania prowadzone na potomstwie osób uzależnionych oraz badania bliźniąt monozygotycznych wskazują na możliwość dziedziczenia pewnych zaburzeń, które predysponują do rozwoju nałogów oraz na znaczenie czynników genetycznych które mogą odgrywać rolę w inicjacji uzależnienia lub zwiększać podatność na jej rozwój. Jak wykazano przy pomocy technik neuroobrazowania obniżony poziom receptorów dopaminowych typu D2 w strukturach podkorowych (prążkowie) oznacza podwyższone ryzyko uzależnienia, gdyż podczas pierwszego kontaktu z substancją uzależniającą osoba odczuwa przyjemne skutki jej działania. U takich osób przyjemność z konsumpcji wynika z pobudzenia przez bezpośrednio lub pośrednio uwalnianą pod wpływem substancji uzależniającej dopaminę, która aktywuje

postsynaptycznie zlokalizowane receptory dopaminowe D2 w prążkowie. Inne efekty (a raczej brak subiektywnego odczucia przyjemności pod wpływem substancji uzależniającej) odczuwają osoby z większą ilością postsynaptycznie zlokalizowanych receptorów dopaminowych D2; u nich uwolniona do synapsy dopamina aktywuje nie wszystkie dostępne receptory dopaminowe lub pobudzenie nie jest wystarczająco mocne. Jakie czynniki zmniejszają liczbę receptorów dopaminowych D2? Mniejsza liczba receptorów D2 występuje u posiadaczy allele A1 polimorfizmu Taq1A; jednego z najczęściej badanych polimorfizmów w psychiatrii. Polimorfizm Taq1A znajduje się w 8 egzonie genu *ANKK1* (ang. *ankyrin repeat and kinase domain containing 1*) i łączony jest także z innymi zaburzeniami układu nagrody (zaburzenia pokarmowe, ADHD) lub schizofrenią. Wśród schizofreników zaburzona aktywność układu dopaminowego wynikająca z nadmiernego synaptycznego poziomu dopaminy na zakończeniach układu nigrostriatalnego może w końcowym etapie zmniejszać liczbę receptorów dopaminowych D2 w prążkowie i przyspieszać wejście w nałogi (np. nałóg nikotynowy). Osoby chore na schizofrenię palą częściej w porównaniu do średniej populacyjnej, a jedna z hipotez wyjaśniających współwystępowanie schizofrenii i uzależnienia od nikotyny wskazuje na chęć przeciwdziałania terapiom antypsychotycznym, których celem było obniżenie poziomu dopaminy. W etiologii uzależnienia występowanie określonych cech temperamentu również warunkują (w około 40%) czynniki genetyczne. Temperament, który rozumieć można jako indywidualny zestaw reakcji emocjonalnych i umiejętności, przejawianych na bodźce z otaczającego środowiska, warunkuje tendencję do wyboru zachowań mających określoną stymulacyjną wartość i dlatego jest szczególnie ciekawą cechą osobowości mającą związek z powstawaniem uzależnień.

Ważnym czynnikiem decydującym o sięganiu po substancje uzależniające jest czynnik psychologiczny. W rozwoju uzależnienia istotną rolę przypisuje się poszukiwaniu nowych, subiektywnych odczuć czy doświadczeń (ciekawość), ale także brak akceptacji negatywnych odczuć (smutek, lęk, depresja) z powodu trudnej sytuacji życiowej i chęć obniżania napięcia psychicznego. Także stres związany jest z podatnością na nawroty do nałogu, ponieważ odgrywa istotną rolę w negatywnych stanach emocjonalnych (lęk, efekty awersyjne) w czasie odstawienia. Czynnik środowiskowy to inny istotny element w inicjacji nadużywania substancji psychoaktywnych; w tym kontekście naukowcy zwrócili uwagę na znaczenie tzw. hierarchii społecznej i stresu

z niedostosowania społecznego. O ile w grupie, społeczna przewaga osobników nad innymi osłabia zainteresowanie substancją uzależniającą (badania zespołu dr. Michaela Nadera opublikowane w *Nature Neuroscience* w 2002, wykonane na małpach z wykorzystaniem neuroobrazowania i modelu samopodawania kokainy), co związane jest z większą liczbą postsynaptycznych receptorów dopaminowych D2, to stres spowodowany negatywnymi warunkami środowiskowymi niewątpliwie zwiększa zainteresowanie substancjami pozornie zapewniającymi osobnikom gratyfikację w postaci nagrody (m.in. odczucie radości, euforii).

Jednym z najistotniejszych czynników inicjacji nałogów jest wiek. Wiadomo, że młodzież ciekawa nowych doznań i wrażeń częściej sięga po oferowane narkotyki oraz łatwiej wpada w uzależnienie. W okresie dojrzewania, do ok. 20 roku życia, kora przedczołowa wciąż intensywnie rozwija się i nie jest do końca ukształtowana, a ten w obszar mózgu odpowiada za funkcje wykonawcze, w tym podejmowanie decyzji, uwagę, zdolność do wyrażania emocji oraz działanie pamięci roboczej.

Badania kliniczne z wykorzystaniem technik neuroobrazowania potwierdziły wcześniejsze obserwacje z badań na zwierzętach doświadczalnych, w których udowodniono, że niezależnie od farmakologicznego mechanizmu działania, wszystkie substancje uzależniające indukują aktywację układu dopaminowego w jądrze półkuli przegrody. Kolejna faza cyklu uzależnienia, związana z objawami przymusu pobierania substancji oraz utraty kontroli nad zachowaniem charakteryzuje się deficytem receptorów dopaminowych D2 w prążkowie oraz osłabieniem metabolizmu w korze przedczołowej mózgu. Takie zaburzenia funkcjonalne osłabiają odczuwanie przyjemności, prowadzą do tolerancji i intensywnego poszukiwania narkotyku oraz zaburzają ocenę wartości nagrody. W fazie odstawienia osoba uzależnienia doświadcza negatywnych skutków emocjonalnych i zaburzeń vegetatywnych (depresja, lęk, zaburzenia snu, drżenie), a głód narkotyczny indukowany przez bodźce warunkowe (zewnętrzne i wewnętrzne) asocjowane z substancją uzależniającą aktywuje korę orbitofrontalną, korę obręczy, jądro migdałowe (brak znaczenia prążkowie). Nawrót do nałogu charakteryzuje się trwałym osłabieniem funkcji układu dopaminowego i spadkiem dopaminowych receptorów D2; takie zmiany w neurotransmisji powodują zaburzenia w odczuwaniu wzmocnień pozytywnych przez substancję od której człowiek się uzależnił, od innych nagród (narkotyki, nagrody naturalne, np. pokarm). Konsekwencją zmian w układzie dopaminowym po

długotrwałej ekspozycji na narkotyki mogą być nasilone zaburzenia psychiczne, takie jak objawy schizofreniczne czy zaburzenia lękowe. Osoby uzależnione często cierpią z powodu bezsenności, mają uszkodzoną sprawność myślenia oraz upośledzoną pamięć.

Oprócz psychoaktywnych substancji chemicznych, tych „starych” (np. kokaina, morfina, ecstazy) i „nowych” (np. syntetyczne kanabionoidy, mefedron), pewne patologiczne zachowania, wielokrotnie powtarzane wywołują zaburzenia w funkcjach mózgu. Takie patologiczne zachowania określane są też często jako uzależnienia niechemiczne, uzależnienie czynnościowe, uzależnienie behawioralne, czy nałogowe zachowanie. Jaki jest powód że współczesny człowiek przypisuje tym patologicznym zachowaniom dużą wartość? Terapeuci behawioralni zwracają uwagę na niedostosowanie współczesnego człowieka do szybkiego tempa życia, z drugiej na postęp technologiczny, swobodny (niekontrolowanego) dostęp do dóbr i wzrost konsumpcji oraz chęć sprostania współczesnym wysokim wymaganiom. Frustracja z nieprzystosowania i dążenie do likwidacji stresu, uczucie nudy i pustki, ucieczka od nieakceptowanych stanów emocjonalnych oraz dążenie do uzyskania szybkiej przyjemności i natychmiastowej gratyfikacji indukują zaburzenia w kontrolowaniu impulsów, których efektem jest niekontrolowane zachowanie poszukiwawcze. Zatem, czynnikiem uzależniającym może być czynność, która łagodzi stan napięcia psychicznego i przynosi zmiany odczuwania (od nieprzyjemnych do przyjemnych odczuć). Cykl uzależnienia od patologicznych czynności (Ryc.1) – podobnie jak od psychoaktywnych substancji chemicznych obejmuje wzmacnianie pozytywnych, subiektywnych efektów w mózgu, a następnie przymusowe powtarzanie tych zachowań (początkowo przewidywalne i kontrolowane) oraz utratę kontroli nad nimi pomimo podejmowanych prób walki z zaburzeniem.

Uzależnić się można od wielu czynności, obecnie wylicza się wiele dziesiątek takich patologicznych zachowań. Wśród nich dużym zagrożeniem zdrowia współczesnego człowieka jest patologiczny hazard, uzależnienie od komputera i sieci, zakupoholizm czy pracoholizm.

Patologiczny hazard (ang. *pathological gambling*, *pathological gambling disorder*) jest poważnym zaburzeniem behawioralnym, przynoszącym szkody w sferze zdrowotnej, społecznej, rodzinnej, zawodowej i materialnej. Wg danych *National Council on Problem Gambling* w USA kryteria patologicznego hazardu spełnia około 1–5% dorosłych mieszkańców

(w tym 1/4 to kobiety), a dla 4–6 mln Amerykanów (2–3%) hazard jest poważnym problemem. Z podobną skalą problemu borykają się Kanadyjczycy i obywatele Unii Europejskiej gdzie 0,4–1,6% i 3–4% populacji to osoby grające problemowo. W Polsce (dane CBOS z 2011 r.) osoby uzależnione od hazardu stanowią około 1,5–2% a problem hazardu dotyczy około 4% społeczeństwa. Warto podkreślić, że powyższe dane nie oddają w pełni obrazu patologicznego hazardu. Obok tradycyjnych form hazardu – łatwiejszych do oceny – ponad 20 mln internautów na świecie, a w Polsce pół miliona internautów miesięcznie uprawia hazard on-line. Hazard (z języka arabskiego – *az-zahr*) oznacza „kostka”, „gra w kości” i rozumiany jest jako gra pieniężna lub gra o inne dobra, w których o wygranej (materialnej lub emocjonalnej) w mniejszym lub większym stopniu decyduje przypadek (czynnik losowy). Historia hazardu sięga 5000 lat p.n.e., z tego okresu pochodzą pierwsze gliniane plansze, pionki i kostki do gry, które odkryto podczas prac archeologicznych na wykopaliskach z miasta Ur w Mezopotamii. Obecnie hazard obejmuje tradycyjne (gry w karty, gry stołowe, gry wrzutowe, lotto, zdraпки, konkursy w pismach, wyścigi/zawody zwierząt) oraz nowoczesne formy uprawiania gier (e-hazard, wideo loterie, gry wideo, konkursy telefoniczne, konkursy sms). Dużym niebezpieczeństwem jest hazard internetowy, określane często „kokainą hazardu”. Rekreacyjne uprawianie hazardu jest jedną z form spędzania wolnego czasu, choć wielokrotne powtarzanie tej czynności u gracza może powodować pierwsze negatywne skutki (hazard ryzykowny), poważniejsze konsekwencje grania (hazard problemowy) aż do pełnego obrazu uzależnienia z wszelkimi jego konsekwencjami (patologiczny hazard).

Naukowcy, zastanawiając się kiedy uprawianie hazardu staje się przymusowym zachowaniem, doszli do wniosku, że etiologia tego zjawiska jest skomplikowana. Po pierwsze, wśród czynników indukujących rozwój uzależnienia od hazardu duże znaczenie mają zaburzenia w neuroprzekazywaniu mózgu. I tak, niskie stężenie dopaminy (występujące u chorych na chorobę Parkinsona czy u osób uzależnionych od innych substancji psychoaktywnych) i/lub niskie stężenie serotoniny (osoby impulsywne, chorzy z zaburzeniami nastroju) są czynnikami predysponującymi do nałogu. Także przypadkowa duża wygrana oraz inne psychologiczne uwarunkowania (brak umiejętności radzenia sobie ze stresem czy negatywnymi emocjami, zaburzenia osobowości, deficyty umiejętności społecznych, samotność, poczucie pustki i nudy, poszukiwanie dodatkowych bodźców, gra jako źródło przyjemności) mogą przyspieszyć uzależnienie od

hazardu. Podkreśla się także wpływ środowiska, szczególnie znaczenie ma rodzina (dzieci hazardzistów lub osób uzależnionych od psychoaktywnych substancji są bardziej narażone na rozwój uzależnienia od hazardu), kłopoty finansowe oraz dostępność gier hazardowych w środowisku.

U osób podatnych na ten rodzaj uzależnienia, zarówno wygrana (chęć przeżycia ponownie euforii) jak i przegrana (żądza odzyskania straty i poczucia kontroli na grę) stymulują do kolejnych gier aż do utraty kontroli nad swoimi zachowaniami i emocjami. Powtarzające się uprawianie hazardu powoduje szkody dla wartości i zobowiązań społecznych, zawodowych, materialnych i rodzinnych. Osoby uzależnione od hazardu odczuwają bóle głowy i mięśni, cierpią z powodu bezsenności, depresji (75% hazardzistów), mają myśli samobójcze (26–48% hazardzistów) i zaburzenia lękowe (40% hazardzistów). Wśród nich wysoki (40–50%) jest także odsetek osób nadużywających substancji psychoaktywnych; często uprawianiu hazardu on-line towarzyszy picie alkoholu i palenie marihuany. Hazardziści zaniedbują rodzinę, co owocuje konfliktami, przemocą psychiczną i fizyczną, współuzależnieniami i brakiem odpowiedniego wzorca dla dzieci, które mogą sięgać po substancje psychoaktywne lub same zaczynają uprawiać różne gry. Patologiczny hazard jest często przyczyną utraty pracy i dochodów, zadłużenia, bankructwa czy zaniedbania nauki i braków w wykształceniu. Wśród prawnych konsekwencji hazardu dominują sprawy karne za kradzieże, oszustwa oraz utrata praw rodzicielskich.

W ostatnim dziesięcioleciu naukowcy korzystając z technik neuroobrazowania wykazali, że prezentacja bodźca warunkowego (np. związane z uprawianiem gier miejsca) u hazardzistów nasila aktywność tych obszarów mózgu (kora orbitalno-czołowa, kora obręczy, jądro półleżące przegrody, grzbietowe prążkowie), które są aktywowane u kokainistów lub palaczy tytoniu w analogicznej sytuacji. Co więcej, podczas bezpośredniej analizy funkcjonalnej hazardzistów, osób uzależnionych od substancji psychoaktywnych i palaczy tytoniu (analiza metaboliczna pracy mózgu + testy opierające się na ocenie zdolności podejmowania decyzji, funkcjach wykonawczych i deficytach w planowaniu) stwierdzono, że wspólnymi zmianami adaptacyjnymi u osób uzależnionych od chemicznych i niechemicznych środków jest zmniejszona aktywność kory przedczołowej, co przekłada się na zaburzenia pamięci operacyjnej, podejmowania decyzji i oceny wartości bodźca.

Wg ICD-10, patologiczny hazard (F.63.0) „polega na często powtarzającym się uprawianiu hazardu,

który przeważa w życiu człowieka ze szkodą dla wartości i zobowiązań społecznych, zawodowych, materialnych i rodzinnych”, i określony jako „zaburzenie nawyków i popędów (impulsów)”. W nowych edycjach ICD-11 oraz DSM-V będzie klasyfikowany jako, odpowiednio, „uzależnienie” i „zaburzenia używania substancji i nałogów”.

Ważnym problemem człowieka XXI wieku jest uzależnienie od Internetu. Z czego wynika atrakcyjność Internetu? Jest on źródłem szybkich odpowiedzi na pytania, uzyskiwania aktualnych informacji, nawiązywania nowych znajomości oraz rozrywki. Realizuje wiele usług, np. strony internetowe otwierane przez przeglądarki, hosting stron internetowych, pocztę elektroniczną, serwer plików, P2P, dyskusję internetową, komunikator internetowy (Gadu-Gadu, Skype, Tlen), radio i telewizję internetowe, telekonferencje, faks przez internet, e-usługi: nauka, sklepy, aukcje, urzędy, bankowość oraz gry on-line. Uzależnienie od Internetu nie ma określonych precyzyjnie kryteriów diagnostycznych ani definicji. Choroba objawia się wielogodzinnym (nawet powyżej 70 godzin tygodniowo), szkodliwym i niczym nie usprawiedliwionym pociąganiem do przebywania w sieci; w literaturze światowej określana jest jako uzależnienie od Internetu, zespół uzależnienia od Internetu (ZUI), nadużywanie Internetu, kompulsywne używanie Internetu, patologiczne używanie Internetu czy sieciorholizm. Na chorobę tę psychiatrzy zwrócili uwagę już na początku lat 90. XX wieku, ale dopiero w XXI wieku odnotowano, że uzależnienie od sieci występuje aż u >5% wszystkich użytkowników sieci, czyli u około 40 mln osób. Zaburzenie dotyczy internautów w wieku od 6–70 lat, choć największą grupę stanowi młodzież i młodzi (do 30 roku życia) ludzie. Badania azjatyckie (Korea Południowa, Tajwan) przeprowadzone w latach 2006–2008 wykazały w grupie wiekowej 6–19 lat – związane z wielogodzinnymi grami on-line – poważne zaburzenia zdrowia, w tym zawały mięśnia sercowego oraz zwiększoną liczbę popełnianych przestępstw. W Chinach aż 15% (>11 mln) nastolatków jest zdiagnozowanych jako chorzy cierpiący na IAD (Internet Addiction Disorder) i z powodu tego masowego zjawiska, w 2007 r. władze wprowadziły ograniczenia prawne regulujące czas (3 godz. dziennie) przeznaczony na gry komputerowe. W Europie co dziesiąty obywatel jest uzależniony od Internetu, w Polsce – jak wskazują dane szacunkowe – jest ich niemal 300 tysięcy osób. W naszym kraju pierwsi chorzy pojawili się w 1993r., a ZUI został wpisany na listę chorób psychicznych w 2004 r. Przeprowadzone w latach 2010–2012

europiejskie projekty badawcze (EU NET ADB oraz EU Kids Online), obejmujące także młodzież polską w wieku, odpowiednio, 14–17 i 9–16 lat wykazały duży problem związany z patologicznym używaniem Internetu. Zwrócono uwagę m.in. na wiek rozpoczęcia nadużywania Internetu (9 lat), na czas codziennego przebywania w sieci (72%), na dysfunkcyjne używanie Internetu, w tym hazard (6,3%) oraz gry on-line (63%) oraz na ryzykowne zachowania w sieci, obejmujące kontakty z nieznajomymi (69%), pornografię (67%) i cyberprzemoc (22%). W Polsce 13,3% młodzieży dysfunkcyjnie używa Internetu, wśród tej grupy 1,3% cierpi na ZUI. Wśród czynników przyspieszających rozwój choroby, terapeuci zwracają uwagę na zaburzenia zdrowotne (stres, lęk, depresja, ADHD) i społeczne (niedostosowanie społeczne, niska samoocena, izolacja społeczna, samotność). Kliniczne objawy uzależnienia od Internetu to przymus bycia w sieci, utrata kontroli w korzystaniu z Internetu, problemy ze skupieniem uwagi i oderwanie się od rzeczywistości, zmienność nastrojów (nadpobudliwość, agresja), natomiast przebywanie off-line prowadzi do złego samopoczucia, a nawet objawów lęku, stanów depresyjnych, kłopotów z łaknieniem, nadmiernej potliwości, drżenia rąk; mogą pojawić się także omamy i halucynacje.

Dr Kimberly Young z Center for Internet Addiction Recovery (Bradford, USA) wyróżniła kilka podtypów uzależnienia związanego z Internetem/komputerem. Są to: erotomania internetowa (*cybersex addiction*), czyli oglądanie filmów i zdjęć z materiałami pornograficznymi, pedofilia, zoofilia, skrajny ekshibicjonizm, rozmowy na chatkach o tematyce seksualnej, socjomania internetowa (*cyber-relationship addiction*), czyli uzależnienie od internetowych kontaktów społecznych, utrzymywanie kontaktów tylko i wyłącznie poprzez sieć oraz zaburzenie relacji międzyludzkich, uzależnienie od sieci internetowej (*net compulsions*), czyli stałe zalogowanie do sieci i obserwacje zmian, przymus pobierania informacji (*information overload*), czyli równoczesny udział w wielu listach dyskusyjnych, przeciążenie informacyjne, uzależnienie od komputera (*computer addiction*), czyli spędzanie czasu przy komputerze bez względu na czynność.

Skutki uzależnienia od Internetu to przede wszystkim poważne konsekwencje natury zdrowotnej. Uzależnieni internauci odczuwają osłabienie wzroku, przykurcze i bóle mięśni (np. zespół kanału nadgarstkowego lub "ciasny nadgarstek", niedokrwienie ręki i jej bolesne skurcze mięśni, naprężenie mięśni pleców i karku, zespół RSI (*Repetitive Strain Injury*) w wyniki przewlekłych bóli ramion, przedramion, przegubów i dłoni podczas chronicznego przeciążenia),

skrzywienie kręgosłupa. Może pojawić się padaczka ekranowa, zmiany cyklu okołodobowego (przestawienie się na życie nocne), dochodzi do wahań stężenia hormonów oraz glukozy. Pogorszeniu ulega zdrowie psychiczne, pojawiają się zaburzenia w zakresie własnej tożsamości, zawężenie zainteresowań i możliwości intelektualnych, cyberchondria, czyli nieuzasadnione martwienie się podczas przeglądania wyników wyszukiwania lub piśmiennictwa w Internecie, depresja oraz inne uzależnienia (internauci często sięgają po substancje psychoaktywne, alkohol czy też zaczynają nałogowo uprawiać hazard). Przebywanie on-line może doprowadzić nawet do śmierci z wycieńczenia. Uzależnienie od Internetu prowadzi do dysfunkcji życia rodzinnego, do zaniku więzi emocjonalnych z osobami najbliższymi, zdarzyły się przypadki utraty praw rodzicielskich z powodu zaniedbania dzieci. W sferze postaw społecznych zaobserwowano, że patologiczne nadużywanie Internetu prowadzi do egocentryzmu i postawy roszczeniowej wobec świata, do zachwiania komunikacji w sferze werbalnej (rozmowy tylko o sieci) i zmian w słownictwie (posługiwanie się językiem komunikacji elektronicznej), prokrastynacji, czyli patologicznego przekładania czynności na później, utraty zainteresowania wszelkimi formami aktywności społecznej oraz izolacji od rówieśników. Dużym problemem uzależnienia od Internetu jest przemoc fizyczna i słowna, dokonywanie przestępstw w Internecie, zobojętnienie na widok scen przemocy, naśladowanie scen przemocy oraz rozwój innych form uzależnień (erotomania internetowa, uzależnienie od gier) i współuzależnienia. Wśród osób uzależnionych często pojawiają problemy zawodowe (nawet utrata pracy) oraz kłopoty finansowe (nieopłacone rachunki za korzystanie z Internetu).

W nielicznych badaniach klinicznych z lat 2010–2011 wykonanych w zespole dr. Guanghenga Donga (Zakład Psychologii, Zhejiang Normal University) na studentach chińskich wykazano zaburzenia funkcji elektrycznej kory mózgu połączoną z zaburzeniem zdolności funkcji poznawczych, koncentracji i podzielności uwagi. Choć pilotażowe (badano 11 studentów w grupie), powyższe badania mogą wskazywać na trudności osób uzależnionych od Internetu w obsługiwaniu automatyki przemysłowej i urządzeń precyzyjnych, a może też kierowania pojazdami.

Niebezpiecznym nałogiem współczesnego człowieka jest zakupoholizm, czyli oniomania. Oniomania (z gr. *onios*+*mania* = na sprzedaż + obłąkanie) oznacza obsesję kupowania. Jest to zaburzenie psychiczne rozważane jako uzależnienie behawioralne,

zaburzenie impulsów lub choroba obsesyjno-kompulsywna. Ten syndrom chorobowy opisany został w podręcznikach psychiatrycznych przez Bleulera (1915 r.) i Kraeplina (1924 r.), ale dopiero w latach 90. XX wieku zdecydowanie wzrosło zainteresowanie problemem. Zwłaszcza w XXI wieku obserwuje się fenomen związany z nieustanną potrzebą kupowania rzeczy, których się nie potrzebuje. Zjawisko te szczególnie uwidocznione jest w zachodnich społeczeństwach, choć problem osiąga rozmiary globalne i dotyczy 2–16% ogólnej populacji. Epizody zakupów trwają 2–3 razy/tydzień, choć znane są przypadki zakupoholików którzy kilka razy dziennie udają się do sklepów. Jak wskazują badania status materialny nie ma znaczenia, kupują osoby bogate jak i te o niskich dochodach; ten rodzaj uzależnienia najczęściej dotyczy kobiet pomiędzy 18, a 34 rokiem życia.

W literaturze światowej zakupoholizm określany jest jako kupnoholizm, choć pojęcia te nie są równoznaczne. Diagnostyczne kryteria zakupoholizmu wg McElroy i współpracowników (1994) obejmują podniecie („buzz”) związaną z kupowaniem oraz negatywne odczucia po zakupie. Co więcej, psychiatrzy wykluczyli wystąpienie przymusu kupowania podczas maniakalnych epizodów, czyli innej jednostki chorobowej.

Różne czynniki indywidualne oraz społeczne przyczyniają się do rozwoju uzależnienia od zakupów. Do czynników indywidualnych należą m.in. zmniejszona aktywność układu nagrody (niskie stężenia dopaminy) oraz podatność genetyczna czyli występowanie uzależnienia w rodzinie. Ważne są także czynniki psychologiczne, w tym niska samoocena, brak tolerancji negatywnych odczuć (lęk, depresja) i umiejętności radzenia sobie ze stresem, emocjonalne zaburzenia dzieciństwa, brak wsparcia ze strony rodziny, traktowanie zakupów jako rekompensatę za samotność. Z drugiej strony obserwuje się że nałogowe zakupy dają uczucie bycia „kimś” oraz zaspakajają potrzebę kontrolowania. Do czynników społecznych zwiększających ryzyko uzależnienia od zakupów należą: kapitalistyczna kultura konsumencka i jej marketing oraz łatwa dostępność kart kredytowych i szybkich pożyczek, ekspansywna reklama (on-line oraz off-line) oraz polityka sprzedawców umożliwiająca zwrot towaru.

Przyczyny dokonywania zakupów są różne i na ich podstawie wyróżniono różne typy zachowań u zakupoholików:

- przymus (*compulsive shopper*) powodujący chęć doznania nowych wrażeń;
- nabycie trofeów (*trophy shopper*), uzupełnienie doskonałego osprzętu dla posiadanych przedmiotów;

- podkreślenie wizerunku (*image shopper*), nabycie drogiego sprzętu podkreślający wizerunek;
- okazja (*bargain shopper*), zakup niepotrzebnych przedmiotów na wyprzedażach;
- współuzależnienie (*codependent shopper*), chęć utrzymania związku/uczucia i zyskania aprobaty;
- „bulimia” zakupów (*bulimic shopper*), kupuje i zwraca towary;
- kolekcjonerstwo towarów z powodu chęci posiadania kompletnego zestawu przedmiotów/kolorów

Zakupoholizm rodzi groźne konsekwencje. Jest często przyczyną rozpadu małżeństwa, rodziny, utraty płynności finansowej i zdolności kredytowej, bankructwa lub sprzeniewierzenie pieniędzy, powoduje brak koncentracji w pracy lub jej utratę, popełnianie przestępstw lub samobójstw. Skutkami zdrowotnymi uzależnienia od zakupów są zaburzenia lękowe, depresja, bezsenność oraz skłonność do innych uzależnień (alkoholizm – 20–46%, nadużywanie substancji psychoaktywnych – 13–46%, zaburzenia seksualne – 10–13%, patologiczny hazard – 5–20%; zaburzone zachowania pokarmowe – 12%). Zakupoholizm spełnia kryteria uzależnienia; początkowa gratyfikacja zakupów (euforia i stan uniesienia wzmacniają zachowanie, zakupy to czynność odnajdująca szczęście, poprawiająca nastrój) powoduje uczucie rozczarowania i winy po zakupach, co przejawia się niszczeniem lub ukrywaniem nabytych towarów. Chorobę tą cechuje także silna asocjacja z bodźcem warunkowym (miejsce, symbole płatności lub czas dokonywania zakupów), który wzmacnia nawrót do nałogu. Bodźce warunkowe oraz zaburzenia emocjonalne (stres, lęk, depresja) napędzają dalszy cykl nawrotu kupowania i prowadzą do obsesji ciągłego bycia w sklepach. Odnotowano także pojawienie się tolerancji (wyprawy na zakupy kilka razy dziennie) oraz zaburzone relacje społeczne.

Do uzależnień behawioralnych należy także pracoholizm. Jest to społecznie akceptowalny nałóg którego nie ukrywamy, a wręcz gloryfikujemy. Twórcą pojęcia jest Wayne Oates, amerykański pastor i profesor psychologii religii, który zaburzenie opisał w książce „*Confessions of a Workaholic*”. Przyczyny rosnącej liczby pracoholików na całym świecie (jedna na 4 osoby zatrudnione jest pracoholikiem) należy upatrywać w czynnikach zewnętrznych i wewnętrznych. Do tych pierwszych należą szybkie tempo życia XXI w., które wymusza nowe wyzwania zawodowe, wymogi rynków pracy nakładające zdobywanie nowych kwalifikacji (strach przed zastąpieniem przez

osoby młodsze), praca opierająca się na wynikach i granicach czasowych oraz dążenie do sukcesu aby zapewnić luksus życia i osiągnięcie kariery. Wśród wewnętrznych czynników rozwijających nałóg pracy duże znaczenie mają błędy wychowawcze rodziców (tzw. miłość warunkowa rodziców którzy „kochali za coś”, najczęściej za spełnienie pokładanych oczekiwań w dzieciach), dorastanie w rodzinie patologicznej (np. z osobą uzależnioną), zaburzenia poczucia własnej wartości (niska samoocena) oraz bieda i problemy materialne w młodości.

Czym się cechuje pracoholik? Perfekcjonizmem (czyli nikt nie wykona pracy lepiej niż on sam) i ciągłym uczuciem, że praca jest wykonana źle i trzeba ją poprawić. A więc pracuje ponad 40 godzin tygodniowo, często w czasie wolnym w domu, ciągle myśli o pracy, ma poczucie winy podczas urlopu z którego raczej niechętnie korzysta.

Konsekwencjami zdrowotnymi pracoholizmu jest zmęczenie fizyczne („zespół przewlekłego zmęczenia”), choroby układu sercowo-naczyniowego (zawały), wrzody żołądka i inne zaburzenia gastryczne, podatność na choroby (deficyt immunologiczny), kłopoty seksualne, wyczerpanie emocjonalne, zaburzenia koncentracji, załamania nerwowe, trudności z zasypianiem lub bezsenność, utraty przytomności, tzw. nerwice niedzielne z bólem głowy (w Japonii takie zaburzenia określa się jako „*Sunday disease*”, „*the Holiday Syndrome*”) oraz zgony z przepracowania.

Warto zadać sobie pytanie czy pracoholik jest dobrym pracownikiem? Badania empiryczne wskazują, że pracoholik wcale wydajnie nie pracuje. Wraz z pogłębianiem się uzależnienia następuje destrukcja osobowości oraz spada kreatywność i spontaniczność.

Zaobserwowano także brak akceptacji swoich błędów, niekontrolowanie rozkładu zajęć, nieumiejętność pracy w zespole oraz dominacja nad współpracownikami i zaburzenie spójności przedsiębiorstwa. Innymi słowy obecność pracoholika w zespole powoduje wiele konfliktów. Pracoholicy cierpią na zaburzenia osobowości, mają problemy z wyrażaniem uczuć, co powoduje rozpad małżeństwa oraz rodziny, zaniedbanie dzieci, hobby, zerwanie więzi z przyjaciółmi; często też wpadają w inne nałogi (alkoholizm, chemiczne uzależnienia).

Ponieważ pracoholik odczuwa pobudzenie w pracy („rush”) i jej psychiczny przymus, obsesyjną potrzebę kontroli siebie oraz traci kontrolę nad czasem spędzonym w pracy (stałe wydłuża czas pracy = tolerancja), którą traktuje jako formę ucieczki od otaczającej rzeczywistości i problemów, z którymi nie może sobie poradzić, odczuwa syndrom abstynencyjny w czasie dni wolnych od pracy, pracoholizm spełnia kryteria uzależnienia.

W celu ograniczenia i zapobiegania uzależnieniom behawioralnym należy stosować połączone strategie oparte na:

- profilaktyce (ograniczenie dostępu dzieciom czasu do komputera, gier, Internetu, wspólne aktywności rodzinne, zapewnienie dzieciom kontaktów z rówieśnikami, stały kontakt rodziców ze szkołą);
- edukacji (dyskusja społeczna na temat konsekwencji uzależnień niechemicznych, programy dla młodzieży na temat ich wpływu na organizm ludzki);
- terapii (psychoterapia, psychoedukacja i farmakoterapia).

Prof. dr hab. Małgorzata Filip, kierownik Katedry i Zakładu Toksykologii, Wydział Farmaceutyczny, Uniwersytet Jagielloński, Collegium Medicum, oraz kierownik Pracowni Farmakologii Uzależnień, Instytut Farmakologii PAN, Kraków. E-mail: mal.fil@if-pan.krakow.pl



ZDROWIE PSYCHICZNE POLAKÓW – AKTUALNE ZAGROŻENIA

Janusz Heitzman (Warszawa)



Zapobieganie chorobom mózgu to priorytet ostatniej dekady. Nie budzi wątpliwości, że choroby i zaburzenia psychiczne są przejawem nieprawidłowości w pracy mózgu – organu decyzyjnego, najbardziej złożonego i nadal niecałkowicie poznanego. Zaangażowanie nauki w badania nad mózgiem koresponduje z uwrażliwieniem na dostrzeganie niepełnosprawności człowieka związanej z jego psychicznym funkcjonowaniem. Alarmujące są prognozy Światowej

Organizacji Zdrowia (WHO), według których w ciągu najbliższych 15 lat zaburzenia psychiczne staną się jednym z głównych problemów zdrowotnych, powodujących niesprawność życiową ludzi. Wzrost ryzyka zachorowań w tej grupie zaburzeń jest nierozdzielnie związany z rozwojem cywilizacyjnym, dynamicznym tempem życia, przewlekłym stresem i długotrwałym brakiem wypoczynku. Taki tryb życia skutkuje pojawianiem się zaburzeń lękowych, depresji

i psychoz. Obecnie WHO szacuje, że zaburzenia psychiczne dotyczą już co piątej osoby na świecie. W ciągu najbliższych dwudziestu lat zachorowalność na zaburzenia depresyjne wysunie się na drugie miejsce po chorobach układu krążenia. Z kolei na schizofrenię, jedno z najpoważniejszych i jednocześnie najczęściej występujących chorób psychicznych, cierpi 50 mln ludzi na świecie, w tym 400 tys. w Polsce. Sytuacja polskiej psychiatrii nie jest dobra. Pogarszające się oceny kondycji psychicznej społeczeństwa polskiego są proporcjonalne do nastrojów społecznych związanych z gorszymi wskaźnikami makroekonomicznymi, widmem kryzysu, zmniejszonych dochodów, zwiększonych trudności na rynku pracy, lęku o bezpieczeństwo zdrowotne.

W Polsce utrzymuje się szczególna sytuacja wysokich społecznych oczekiwań, którym podporządkowane są decyzje polityczno-ekonomiczne a to przekłada się na szczególny stosunek do pracy, często kosztem własnego zdrowia. To, że rośnie liczba osób z zaburzeniami psychicznymi – lękowymi i o charakterze depresyjnym wynika z coraz większego poczucia braku bezpieczeństwa ekonomicznego, społecznego i zdrowotnego. Koresponduje to z nasileniem ogólnych zagrożeń zdrowotnych takich jak choroby układu krążenia i nowotwory. To też są konsekwencje przekształceń społeczno-ekonomicznych: prywatyzacji, wolnego rynku, wycofywania się państwa z jego funkcji opiekuńczych. Można zauważyć, że osoby starsze tęsknią do dawnej stabilności, boją się – słysząc, że niedługo może zabraknąć pieniędzy na emerytury, wpadają w lęk i przerażenie, że poziom ich życia gwałtownie się pogorszy. Z kolei osoby młode żyją w poczuciu lęku o pracę, że nie mogą jej znaleźć albo, że mając ją mogą ją stracić. Często więc biorą na siebie dodatkowe obowiązki – po to by się wykazać ale w końcu nie są w stanie im sprostać. Żyjemy w permanentnym napięciu i stresie. Jako społeczeństwo walczymy o szybszy rozwój, gonimy Europę. W sposób absurdalny gonią ją i pracownicy i pracodawcy – jak zwierzątka w klatce biegnące na kołowrotku. Coraz szybciej – aż wpadnie się w obłęd. Koszty przyspieszonego rozwoju to również to, że jesteśmy coraz bardziej zmęczeni i sfrustrowani. Zapominamy, że praca powinna dawać satysfakcję, ale po niej trzeba odpocząć. Przymus ciągłego wzrostu jaki na siebie nakładają pracodawcy i pracownicy powoduje, że zapomina się o koniecznym odpoczynku. Pojawia się tzw. syndrom piątku, gdy wracamy z pracy do domu nie z perspektywą dwudniowego odpoczynku ale z kolejnymi zleconymi zadaniami „na poniedziałek”, pełni myśli – jak nadrobić zaległości, jak czas który powinien być przeznaczony na

odpoczynek i regenerację przeznaczyć na dodatkową pracę... by zdążyć! Żyjemy w stanie permanentnej eskalacji oczekiwań i przygniecenia zadaniami, które nigdy się nie kończą. Poczucie konieczności nadrobienia zaległości w stosunku do rozwiniętych krajów Europy to nie kwestia jednego czy dwóch pokoleń. W Polsce nie mamy wypracowanego mechanizmu radzenia sobie z globalizacją, przyspieszonym tempem życia i konkurencją. Nie jesteśmy przygotowani do takiej kultury rytmu pracy jak nasi zachodni sąsiedzi, gdzie jak jest weekend to nie można nikomu zadać dodatkowej pracy (nawet koncepcyjnej). Praca bardziej nas wykańcza niż mobilizuje. Pracownik nie umie powiedzieć pracodawcy otwarcie: „dosyć”, „ja już nie mogę”, „proszę mnie nie mobbingować” – bo będzie zwolniony. Funkcjonujemy siłą rozpędu, do czasu!...aż powali nas zawał, czy depresja. To może powodować, że na tle Europy będziemy żyli krócej, że wcale średnia długość życia nie będzie się wydłużać. Za 10–15 lat mogą zacząć wzrastać wskaźniki umieralności. Nie możemy wykluczyć, że w wieku okołomerytalnym będziemy na tyle wyeksploatowani, że zachodnioeuropejskie wzorce przedłużania wieku emerytalnego zupełnie się u nas nie sprawdzą. To powoduje, że oceniamy swoje życie w Polsce jako trudne. Aż 85% Polek i Polaków (CBOS) uważa, że warunki życia w Polsce są szkodliwe dla zdrowia psychicznego. W konsekwencji poczucie tego zdrowia jest coraz gorsze. Odbija się to na życiu rodzinnym – rodzin się nie zakłada albo odracza decyzje o urodzeniu potomstwa. W statystykach widać, że rośnie liczba osób wyczerpanych, zmęczonych, smutnych i przybitych, a także leczonych ambulatoryjnie i hospitalizowanych. Żyjemy w stałym napięciu, pod presją czasu i coraz to nowych zadań. Na taką sytuację reagujemy lękiem. Ten lęk generuje patologie: depresję, uzależnienia – alkoholizm i lekomanię, szukanie suplementów pobudzających i energetyzujących. Ten obłądny sposób radzenia sobie to droga do nikąd, gdzie uzależnieniem od leków chcemy leczyć uzależnienie od pracy. Brakuje nam higieny zdrowia psychicznego, zdrowego trybu życia. Również wiedzy, że gdy pojawi się bezsenność, smutek, przygnębienie, uczucie niemocy, gwałtowny spadek energii i efektywności pracy, przewlekłe zmęczenie, gdy coraz trudniej jest nam porozumiewać się z otoczeniem, to wtedy należy rozpocząć poszukiwanie pomocy specjalistycznej psychologa czy psychiatry. Często lekceważy się te oznaki i dopiero gdy pojawiają się objawy somatyczne – bóle i zawroty głowy, klucia w klatkę piersiową, udajemy się do lekarza. Większość osób trafia na kardiologię, myśląc, że przechodzą zawał, bo mają „taki ucisk w klatce piersiowej

i drętwienie ręki”, – a okazuje się, że to objawy stresu i przemęczenia.

Badania CBOS z października 2012 r. nad stosunkiem do osób chorych psychicznie w Polsce wskazują, że wciąż wzrasta zapotrzebowanie na pomoc psychiatryczną. W porównaniu do badań z lat 90. XX w. spada życzliwość do chorych psychicznie, zauważa się ich wykluczanie z pełnienia wielu ról społecznych. Dystans społeczny do chorych w zakresie pełnienia przez nich ról uważanych za ważne (opiekun, nauczyciel, władza) zmniejsza się. Zauważalne jest dyskryminowanie chorych psychicznie w prawie do pracy, poszanowaniu godności osobistej, wykształceniu i ochronie majątku. Traktowanie chorób psychicznych jako wstydliwych w społeczeństwie polskim jest dominujące i nie słabnące. Choroby psychiczne wiążą się z silną stygmatyzacją, a w konsekwencji z ich ukrywaniem i opóźnieniem rozpoczynania leczenia. Nadal aktualne są wskaźniki przedstawiające narastające zagrożenia zdrowia psychicznego. W grupie zaburzeń leczonych ambulatoryjnie obserwujemy 131% wzrostu, hospitalizacji – 45 % wzrostu, zapaadalności w lecznictwie amb. – 136% wzrostu, zapaadalności w lecznictwie całodobowym – 84% wzrostu. Najczęściej do poradni i szpitali trafiają osoby z zaburzeniami alkoholowymi oraz z depresją. W okresie 15 lat (1990–2004) zaobserwowano znaczny wzrost liczby osób z zaburzeniami psychicznymi, leczonych zarówno ambulatoryjnie jak i hospitalizowanych. W grupie rozpoznanych:

- zaburzeń niepsychotycznych stwierdzono 85% wzrostu, zaburzeń psychotycznych wzrost o 220% w lecznictwie ambulatoryjnym i o 29% w lecznictwie szpitalnym,
- zaburzeń poalkoholowych wzrost o 80% w lecznictwie ambulatoryjnym i o 63% w lecznictwie szpitalnym, zaburzeń po spożyciu substancji psychoaktywnych wzrost o 800% w lecznictwie ambulatoryjnym i o 225% w lecznictwie szpitalnym (dane z raportu: Narodowy Program Ochrony Zdrowia Psychicznego, 2009).

O tym, że Polacy mają świadomość zagrożenia i starają się przed nim bronić świadczą również dane zebrane przez firmę analityczną IMS Heath. Wzrost liczby osób leczonych z powodu depresji widać na przykładzie stale rosnącego popytu na leki przeciwdepresyjne. W 2008 roku z hurtowni farmaceutycznych trafiło do aptek ponad 13 mln (wcześniej, w 2001 roku ponad 10 mln) opakowań leków przeciwdepresyjnych wypisywanych na receptę. Przyjmując szacunkowo, że jeden pacjent zużywa w ciągu miesiąca terapii średnio jedno opakowanie, może to oznaczać,

że tego typu środki stosuje w naszym kraju ponad 1 mln osób. Wielu Polaków nie umie i nie jest w stanie rozpoznać choroby psychicznej. Zanedbuje wczesną diagnozę a po pomoc niestety zwraca się bardzo późno. W Polsce w latach 2000–2009 notuje się wzrost liczby i współczynnika samobójstw. W roku 2009 wzrósł on aż o 14%. W 2009 roku 6474 osoby popełniło samobójstwo zakończone zgonem. Polska na świecie jest w pierwszej dwudziestce państw o najwyższych współczynnikach samobójstw – zajmuje 19 miejsce, przy czym mężczyźni są na 11 a kobiety – 36 miejscu. W placówkach psychiatrycznej opieki ambulatoryjnej (przychodnie, poradnie) w 2006 r., szukało pomocy i ją otrzymało ok. 1 338 700 osób (ok. 3,5% ogółu ludności) gdy tymczasem przeciętny Europejczyk robi to trzy razy częściej (11%). W tymże 2006 roku ok. 209 300 osób (ok. 0,5% ogółu ludności) korzystało z psychiatrycznej opieki pełnodobowej (szpitale, ośrodki, zakłady). W Polsce blisko 2500 osób jest pacjentami oddziałów sądowych w szpitalach psychiatrycznych gdzie znaleźli się w wyniku postanowienia sądu o zastosowaniu wobec nich psychiatrycznego środka zabezpieczającego, gdyż choroba psychiczna spowodowała, że stali się sprawcami przestępstw choć w myśl litery prawa nie można im przypisać winy. Współczesne media niemal każdego dnia donoszą o historiach okrutnych zdarzeń, agresji, przemocy, zabójstw, porwań. Często w tym kontekście pojawiają się określenia, chory psychicznie, niebezpieczny szaleniec, niezrównoważony. W większości przypadków dotyczy to sytuacji, gdy ktoś popełniając przestępstwo stracił kontakt z rzeczywistością. To tzw. szaleństwo to choroba psychiczna, związana z innym postrzeganiem świata i nie bierze się z nikąd, ale ma konkretną przyczynę – wynika z zaburzeń w pracy mózgu, który jest odpowiedzialny za analizowanie spostrzeżeń, za pamięć czy adekwatne reagowanie na doznania i bodźce. Nie można jednak demonizować tego problemu. Myśleć, że niemal każda osoba chora psychicznie jest potencjalnym przestępcą. Tylko ok. 5% z osób z zaburzeniami psychicznymi dopuszcza się poważnych przestępstw. To mniej niż w tej teoretycznie zdrowej części społeczeństwa.

Generalnie można zauważyć, że w polityce zdrowotnej państwa, na tle innych chorób i zagrożeń, zdrowie psychiczne mimo narastających problemów jest traktowane marginalnie.

Pacjenci mają problem z dostępem do specjalistycznej psychiatrycznej opieki medycznej, opieki środowiskowej a także do skutecznych, nowoczesnych terapii. Konsekwencje decyzji ekonomicznych w obszarze zdrowia psychicznego ograniczają

powszechny dostęp do leczenia psychiatrycznego, powszechny dostęp do nowoczesnego (refundowanego) leczenia farmakologicznego. Narastają podziały w grupach chorych na tych bardziej i mniej uprzywilejowanych w dostępności do leczenia psychiatrycznego i leków refundowanych w zależności od numeru statystycznego rozpoznania (np. zróżnicowanie między schizofrenią i innymi psychozami z kręgu schizofrenii).

Problemy te wynikają z niewystarczającego finansowania polskiej psychiatrii. W ostatnich latach w Polsce, odwrotnie niż w Europie, nakłady na leczenie zaburzeń psychicznych wśród wszystkich chorób zmniejszają się. Gdy np. w Szwajcarii środki publiczne przeznaczone na leczenie zaburzeń psychicznych stanowią 12% wydatków na leczenie we wszystkich dyscyplinach medycznych, a średnia europejska wynosi ponad 5%, to w Polsce w ciągu ostatnich lat nakłady na psychiatrię spadły z ok. 3,7% do ok. 3% budżetu zdrowotnego. Jest to wyrazem nierównego traktowania potrzeb osób chorujących psychicznie w porównaniu z osobami chorującymi somatycznie. Mimo zaplanowanego w Narodowym Programie Ochrony Zdrowia Psychicznego (przyjętego do realizacji od 2010 roku) zwiększenia nakładów na leczenie psychiatryczne do 4,1% ogłoszone prognozy na 2013 rok są niższe niż dotychczasowe, które i tak nie były wystarczające i oscylują ok. 3,1 %–3,5%. Można odnieść wrażenie, że kosztem ochrony zdrowia psychicznego część środków

dofinansowuje o wiele lepiej zabezpieczone inne obszary zdrowotne.

Postępuje dekapitalizacja bazy leczenia psychiatrycznego. Warunki pobytu na oddziałach w szpitalach psychiatrycznych w porównaniu do oddziałów somatycznych są nierzadko urągające ludzkiej godności. Wynika to często z deficytowego (niskie kontraktowanie świadczeń) funkcjonowania psychiatrii w strukturze podmiotu leczniczego co jest przyczyną niedoboru personelu, generowania przez oddziały psychiatryczne zadłużenia itp.

Dzisiaj pacjenci nie ufają ani rządowi, ani lekarzom, ani instytucjom. Dominuje brak zaufania do społecznej roli psychiatrii. Istnieje przepaść w jakości i dostępności opieki psychiatrycznej pomiędzy aglomeracjami i małymi miejscowościami. Blisko 40% pacjentów szpitali psychiatrycznych przyjęcie do szpitala traktuje jako głęboką traumę. Pacjenci narzekają, że lekarze i psychologowie mają dla nich zbyt mało czasu bo jest ich za mało. Boją się ubocznych skutków zastosowanych im leków. Mówienie o pacjencie psychiatrycznym, że jest to „trudny pacjent” jest niczym innym jak jego negatywnym naznaczeniem – stygmatyzacją. Życie wprost pokazuje, że jest to pacjent nie zawsze chciany. Zdrowie psychiczne jest Narodowym Dobrem i nie może być spychane na margines. Polacy pod tym względem nie mogą być w Europie szczególną wyspą. Chorzy psychicznie nie zawsze upomną się o swoje prawa. Za nich muszą to robić zdrowi.

Prof. nadzw. dr hab. med. Janusz Heitzman – Prezes Polskiego Towarzystwa Psychiatrycznego, Kierownik Kliniki Psychiatrii Sądowej w Instytucie Psychiatrii i Neurologii w Warszawie. E-mail: mzheitzm@cyf-kr.edu.pl.

MIGDAŁOWIEC ZWYCZAJNY ORAZ TRÓJKŁAPOWY

Roman Karczmareczuk (Wrocław)

Migdałowiec zwyczajny (*Amygdalus communis*), blisko spokrewniony z brzoskwinia, jest gatunkiem należącym do rodziny różowatych (*Rosaceae*). Trzeba jednak przypomnieć, że zgodnie z nowszym ujęciem taksonomicznym, uwidocznionym w *Krytycznej liście roślin naczyniowych Polski*, stanowi synonim gatunku *Prunus dulcis*, a ustalona właściwa nazwa nasza to śliwa migdał.

Występuje w postaci drzewa o wysokości 10 m lub w formie krzewu. Ma luźną, rozpostartą, jasnozieloną koronę, ciemnobrązową korę pnia, a sześciocentymetrowe, wąskie i lancetowate liście o piłkowanych brzegach opadają przed zimą. Różowe albo białe kwiaty powstają wczesną wiosną, gdy jeszcze

nie ma liści, siedzą parami na krótkich szypułkach. Kielich jest uformowany z pięciu działek, korona z pięciu odwrotnie jajowatych płatków, pręciki są liczne, a słupek jeden. Owoc – podłużny, spłaszczony pestkowiec, podobny do owocu brzoskwini, odznacza się szarozieloną, włóknistą okrywą. Po dojrzewaniu porą jesienną pęka ona, uwalniając pestkę zawierającą nasienie, które jest jedyną zdatną do konsumpcji częścią rośliny. Migdałowiec zwyczajny należy do gatunków ciepłolubnych, lecz wytrzymuje obniżenie temperatury powietrza do -20°C . Nie jest wybredny względem jakości gleby, odmiany uprawne rozmnaża się przez szczepienie lub oczkowanie, a z jednego drzewa można zebrać rocznie ok. 20 kg owoców.

W nasionach stwierdzono 55% tłuszczu, 21% białka, 16% węglowodanów i 5% soli mineralnych. Spożywane są w stanie świeżym i przetworzonym, nieraz w dość oryginalnej postaci. Jadalne młode zawiązki wraz z okrywą i niezdrewniałą pestką mają ustaloną renomę na targach Bliskiego Wschodu. Natomiast



Ryc. 1. Migdałowiec zwyczajny (*Prunus dulcis*): A – gałązka z kwiatami; B – gałązka z owocami; 1 – kwiat w przekroju podłużnym; 2 – słupek; 3 – pestka; 4 – pestka w przekroju podłużnym; 5 – nasienie w przekroju podłużnym. Za: Otto Wilhelm Thomé, *Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz*, Gera 1885 (www.BioLib.de).

w Gruzji przyrządza się kielbaski owocowo-migdałowe, tzw. czurkchały, w ten sposób, że oczyszczone nasiona wędrują do soku gronowego gotowanego z mąką ziemniaczaną. Z kolei Ormianie smażą niedojrzałe owoce lub solą tak jak oliwki i wykorzystują później w charakterze przypraw do dań mięsnych. Warto jeszcze powiadomić czytelnika o niezwykłym obiedzie, którym podejmowano w Kaszmirze rosyjskiego malarza Mikołaja Roericha (1874–1947): na stole przybranym kwiatami niebieskich irysów ustawiono 27 dań, łącznie z zupą migdałową okraszoną baraniną. Walory odżywcze prezentowanych nasion

służą też rekonwalescentom, ludziom osłabionym i sędziwym oraz niemowlętom uczulonym na białko mleka krowiego. W Europie Południowej chętnie jest spożywane mleczko migdałowe zwane orszadą, wytwarzane przez roztarcie migdałów z wodą. Szczyt doskonałości osiągnęła masa sporządzana z drobno zmielonych migdałów, która jako marcepan wzbogaca wybornym smakiem wykwintne torty, ciasta i czekoladki. Najcenniejsze i najczęściej kultywowane są odmiany słodkie (var. *sativa*). Natomiast nasiona odmian gorzkich (var. *amara*) nie powinny być spożywane, gdyż zawierają sporo glikozydu cyjanowodorowego (amigdaliny) przetwarzanego przez enzym emulsynę na toksyczny kwas pruski.



Ryc. 2. Migdałowiec zwyczajny (*Prunus dulcis*) – kwitnące drzewa w Izraelu. Fot. Magdalena Mularczyk.

Na uwagę zasługuje również olej (*Oleum amygdalarum verum*), produkowany z nasion przez tłoczenie na zimno. Składa się z takich kwasów tłuszczowych, jak oleinowy (43,8–77,0%), linolowy, (20,0–44,5%), palmitynowy (4,5–9,8%) i stearynowy (2,1–4,0%). Należy do olejów nieschnących, nadaje się do spożycia, lecz bardzo drogi surowiec wyklucza taką możliwość. Natomiast w kosmetyce figuruje na widocznym miejscu. Nie wnika w głąb skóry, zmiękcza ją i ochraniając. Wchodzi w skład różnych kremów, mydeł, balsamów i olejków do masażu. Doskonale oczyszcza i natłuszcza wędną starczą skórę, a szczególną wartość mają oliwki przeznaczone dla niemowląt. Jest ponadto dobrym smarem do precyzyjnych maszyn, w tym również zegarków. Poza tym nawet wytłoki z oleju nie są marnowane, gdyż służą jako gąbki do mycia ciała. Można jeszcze wspomnieć o migdałowym olejku eterycznym, powstającym podczas destylacji z parą wodną makuchów z nasion migdałowca zwyczajnego. Wytworzona bezbarwna ciecz o woni migdałów, złożona przede wszystkim z aldehydu benzoowego i znikomej ilości cyjanowodoru, wzbogaca aromaty spożywcze i czasem przemysł perfumeryjny.

Przedmiot naszych rozważań znalazł też zastosowanie w lecznictwie. Wspomina o tym między innymi Ibn Sina Awicenna (980–1037), arabski filozof i lekarz pochodzenia tadżyckiego, w swym medycznym kanonie używanym w Europie przez kilka stuleci. Niezależnie od tego w jednej ze starych rosyjskich



Ryc. 3. Migdałowiec zwyczajny (*Prunus dulcis*) – kwitnące drzewo w Jerozolimie. Fot. Magdalena Mularczyk.

ksiąg widnieje informacja, że wyciąg z migdałów wykorzystuje się w chorobach kobiecych. Płyn uzyskany z gorzkich migdałów wchodzi w skład leków żołądkowych, w oleju zaś rozpuszcza się kamforę do zastrzyków podskórnych, a ponadto jest on również zalecany jako słaby środek przeczyszczający. Stwierdzono też, że zawarta w migdałowcu amigdalina zwiększa odporność organizmu ludzkiego na promieniowanie. Oprócz tych korzyści, z liści można wytwarzać żółty barwnik, a z okryw wypalać węgiel drzewny. Dawniej z migdałowca wyrabiano luksusowe, drogie tabakierki, obecnie zaś to zwarte drewno o lekko czerwonym zabarwieniu nie straciło użyteczności w meblarstwie. Spośród wielu istniejących



Ryc. 4. Migdałowiec zwyczajny (*Prunus dulcis*) – gałązka z owocem. Fot. Jacek H. Graff.

odmian wielką rolę odgrywają te, które charakteryzują się szczególnym wdziękiem dekoracyjnym,

uwidocznionym w kwiatach pojedynczych i pełnych, białych, purpurowych i różowych, a także nakrapianych i paskowanych. Jednak nawet kwitnące odmiany jadalne wśród cytrusów, oliwek i plantacji fig w krajobrazach południowych stwarzają niewysłowione piękno i anielską grację.

Nie możemy też zapominać o znaczeniu omawianej rośliny w kulcie, mitach i wierzeniach. Dla Fenicjan była ona atrybutem pięknej bogini Amygdale o białoróżowej cerze, przypominającej kwiaty migdałowca, a według jednej z legend greckich migdał gorzki wziął swój początek z ciała córki króla Frygii Midasa, która po stracie narzeczonego rozstała się z życiem. Niebagatelna okazała się również w religii Żydów. W języku hebrajskim występuje jako *szaked*, czyli drzewo czuwania. Świadczą o tym między innymi złote ozdoby w postaci pączków migdałowych upiększające siedmioramienny świecznik w Namiocie Spotkania oraz w Świątyni Jerozolimskiej. Wypływał stąd wniosek o konieczności czuwa-



Ryc. 5. Prażone i solone migdały w łupinach. Fot. Jacek H. Graff.

nia przy Bogu i dziękowania Mu za opiekę nad Narodem Wybranym. Gdy Izraelici na pustyni nie chcieli się podporządkować prawom kapłańskim Aarona i jego pokolenia, Pan polecił książętom wszystkich pokoleń przynieść laski z zaznaczonym imieniem. Mojżesz zebrał dwanaście lasek i położył w Namiocie Spotkania. Nazajutrz na zew boskiego tchnienia laska Aarona ożyła, pokryła się kwiatami i dojrzałymi migdałami. Od tego czasu drzewo zaczęło otaczać czią, a laskę przechowywano z pietyzmem w Arce Przymierza. Według jej wzoru berła wodzów izraelskich wyrabiano z drzewa migdałowego w przekonaniu, że dzięki Opatrzności nabyło ono tajemną moc czujności przekazywaną temu, kto jego gałązką ozdabia głowę. Natomiast według Ojców Kościoła kwitnienie migdałowca przed rozwojem liści symbolizuje zmartwychwstanie i chrzest. Ponadto katolicy

i prawosławni uważali to drzewo za ucieleśnienie Świętej Dziewicy wyróżnionej przez Stwórcę tak jak Aaron. Na podobieństwo wytwarzania kwiatów wcześniej od innych drzew Maryja Panna zasobem cnót góruje nad wszystkimi niewiastami. Należy dodać, że w starożytności owoce migdałowca były symbolem płodności i trudności związanej z mozołem uzyskiwania nasion tkwiących w twardej skorupie pestki.

Opisywana roślina jest też widoczna w historii sztuki jako tzw. mandorla, czyli aureola przypominająca kształtem migdał. W Museo dell'Opera w Ferrarze na obrazie Cosima Tury wyobrażającym scenę Zwiastowania widzimy nad głową Matki Zbawiciela nakreśloną gałązkę migdałowca, która w zestawieniu z kwitnącą laską jest symbolem wcielenia Jezusa, albowiem wyróżnienie przez Boga Aarona stanowi starotestamentową prefigurację narodzin Mistrza.



Ryc. 6. Migdałowiec trójklapowy (*Prunus triloba*) 'Plena' – gałązka z kwiatami. Fot. Hanna Grzeszczak-Nowak.

Niezależnie od tego w starożytnej Judei ukwiecone gałązki znamionowały dzieło sztuki i na wiosnę przyozdabiały nakrycie głowy każdego ogrodnika. Natomiast w Persji migdałowiec występuje w nietypowej dla drzewa roli swatki. Nazywa się tam *fystyk*, co rymuje się ze słowem *jastyk*, czyli poduszka. Dlatego też podarowanie komuś podwójnego migdała miało znaczyć, że dobrze by było, gdyby na poduszcze zamiast jednej głowy spoczywały dwie. W Danii na Boże Narodzenie w puddingu świątecznym zapieka się nasienie migdała jako symbol płodności i dostatku. Kto znalazł je w swojej porcji, mógł uważać się za szczęśliwca. U przodków współczesnych Tadżyków i Uzbeków – Sogdyjczyków migdałowiec był drzewem świętym. Modlili się oni, trzymając w ręku zamiast świec jego ukwiecone gałązki. Kładli je również na ołtarzach ofiarnych razem z chorymi dziećmi, aby je uwolnić od złych duchów.

Jako drzewo owocowe migdałowiec był znany już w zamierzchłej przeszłości, lecz nie udało się dokładnie ustalić jego pochodzenia i rozprzestrzenienia. Prawdopodobnie został udomowiony około 3 tys. lat przed naszą erą w Azji Środkowej lub w Sumerii (południowej części Mezopotamii), gdzie rozpoczęły się uprawy. Przypuszczalnie obejmowały one również Persję, Syrię i Palestynę. W XI albo X stuleciu p.n.e. osiągnął Państwo Środka, a w VI wieku Azję Mniejszą oraz Indie. W Grecji pojawił się w V stuleciu p.n.e. jako przybysz z Pontu (północno-wschodniej Azji Mniejszej), nazywany tam *naxia amygdale*. Z Helady trafił w II wieku p.n.e. do Rzymu, gdzie go wspomina i wyróżnia jego trzy typy autor dzieła *De agricultura* Cato Maior (Marcus Porcius Cato, 234–149). Natomiast pisarz i agronom rzymski Kolumella z Gades (Lucius Iunius Moderatus Columella, I wiek) skłaniał się ku przypuszczeniu o pierwotnym istnieniu migdałowca w Italii. Znaczne uprawy były widoczne w państwie Karola Wielkiego (742–814), króla Franków i Longobardów, o czym powiadamiają nas edykty prawne władcy. Píše o nich również św. Hildegarda (1098–1179), przeorysza klasztoru na wzgórzu Rupertsberg pod Bingen, filozof i przyrodnik z Kolonii Albert Wielki (Albertus Magnus, 1193–1280) oraz niemiecki przyrodnik Konrad Megenberg (1309–1378). Z kolei jeden z trzech „ojców botaniki” (*patres botanicae*), niemiecki lekarz i botanik Hieronymus Bock (łac. Tragus, 1498–1554), wymienia trzy odmiany znane z Palatynatu, a szwajcarski przyrodnik i lekarz Konrad Gesner (1516–1565) dołącza do upraw Strasburg i Wrocław.

Wraz z upływem czasu ten wyróżniony krewniak brzoskwini rozpowszechniał się coraz bardziej, obejmując prawie wszystkie kontynenty. Obecnie gros migdałów pochodzi z krajów śródziemnomorskich Europy, Azji i Afryki Północnej. Ponadto kulturowane są w Azji Środkowej, Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej (Kalifornia) i Australii.

Migdałowiec trójklapowy (*Prunus triloba*) – gatunek rośliny krzewiastej z rodzaju *Prunus*, egzystuje na swym pierwotnym areale w chińskich prowincjach Hebei oraz Szantung. Osiąga wysokość 3 m, ma liście trójklapowe, eliptycznojąkowate, miętko owłosione na spodniej stronie. Jego krótkoszypułkowe, pięciokrotne kwiaty rozwijają się na przełomie kwietnia i maja przed rozwojem liści. Są różowe, a niekiedy białe. Kulistawy, czerwony lub żółty owoc – pestkowiec pojawia się rzadko. Krzew niezbyt dobrze znosi mrozy, a we wschodniej i środkowej części naszego kraju czasem przemarza. Jakkolwiek może być uprawiany na różnych glebach, to jednak żyzne podłoże i miejsca dobrze nasłonecznione decydują

o pełni rozwoju. Pełnokwiatowa odmiana uprawna ‘Plena’ nieprzeciętną urodą swych kwiatów wspinała urozmaica monotonię wiosennego krajobrazu. Bardzo ładnie wyglądają też formy pienne powstające najczęściej przez szczepienie migdałowca na podkładce ze śliwy wiśniowej (ałyzy). Na kontynencie europejskim pojawił się dopiero w połowie XIX stulecia. Obecnie kultywowany jest powszechnie w wielu krajach, w tym również w USA. U nas rośnie często w parkach i przydomowych ogródkach, a w Skandynawii dzięki ciepłemu prądowi morskiemu Gofsztrömowi sięga do 63°26’ północnej szerokości geograficznej.

W zakończeniu można jeszcze wspomnieć o migdale karłowatym (*Prunus tenella*, syn. *Amygdalus nana*), który jako krzew osiąga wysokość 1 m, a dzięki mocnym rozłogom podziemnym i odroślom

korzeniowym tworzy spore kępy. Liście ma wąskoligtyczne lub lancetowate, a pięciokrotne, różowe, krótkoszypułkowe kwiaty powstają po 1–3 w kątach liści. Owoc – jajowaty żółty pestkowiec dochodzi do 2 cm długości. W stanie dzikim gatunek ten rośnie w Syberii Wschodniej, w środkowo- i zachodnioazjatyckich oraz czarnomorskich obszarach stepowych, a ponadto obejmuje Podole, Węgry, dawną Jugosławię, Dolną Austrię oraz południową część Niemiec. W Polsce nie spotykamy jego naturalnych stanowisk, a najbliższe zidentyfikowano nad Dniestrem w pobliżu Zaleszczyk. W Europie jest często uprawiany w charakterze wartościowej ozdoby parków i ogrodów. Dobrze znosi posuchy oraz ujemne temperatury powietrza, a ponadto doskonale nadaje się do utrwalania skarp i zboczy.

■ Śp. dr Roman Karczmarszuk był emerytowanym nauczycielem. E-mail: mularm@biol.uni.wroc.pl.

ROLA UKŁADU ODPORNOŚCIOWEGO W POWSTAWANIU DEPRESJI

Sandra Margielewska (Kraków)

We współczesnym świecie depresja uważana jest za jedną z ważniejszych chorób cywilizacyjnych. Szacuje się, że roczna zachorowalność na tę chorobę wynosi ok. 121 mln osób. Słowo „depresja” używane jest potocznie do określenia przedłużającego się złego samopoczucia. Nie zdajemy sobie jednak często sprawy z faktu, że jest to ciężka, czasami śmiertelna choroba. Wskaźnik częstości popełniania samobójstw przez osoby chore na depresję jest wysoki. Statystyki mówią bowiem, że samobójstwo popełnia ok. 15 % osób, u których zdiagnozowano tego typu zaburzenia. Warto również zauważyć, że obecnie mniej niż 25 % osób kwalifikujących się do skutecznego leczenia podejmuje je.

Depresja jest chorobą psychiczną należącą do grupy chorób afektywnych, charakteryzujących się zaburzeniami nastroju. Cechuje ją zespół stosunkowo łatwych do zaobserwowania objawów klinicznych, takich jak: smutek, zaburzenia snu, apetytu, ból czy też problemy z koncentracją.

Sądzi się, że obserwowany w ostatnich latach wyraźny wzrost liczby osób cierpiących na zaburzenia afektywne, jest nie tylko związany ze zwiększoną zachorowalnością, ale może być też konsekwencją wydłużenia średniej długości życia oraz zmian w trybie życia, które pogłębiają uczucie osamotnienia, braku poczucia bezpieczeństwa oraz stresu.

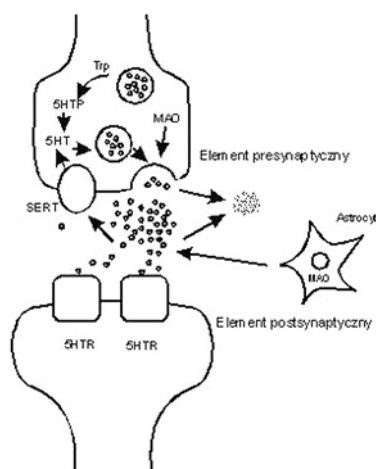
Symptomy i przyczyny choroby

Prawdopodobieństwo zachorowania na depresję zależy od wielu czynników takich jak: cechy osobowości, cechy biologiczne organizmu, uwarunkowania genetyczne, czy czynniki środowiskowe. U każdego pacjenta zespół objawów może się różnić w zależności od zaawansowania choroby, przyczyn jej powstania czy też uwarunkowań osobniczych.

W psychiatrii wyróżnia się jednak zbiór symptomów stanowiących podstawę klasyfikacji depresji. Są to m.in.: niezdolność do odczuwania przyjemności (anhedonia), smutek, drażliwość, izolowanie się od społeczeństwa, brak motywacji, trudności w podejmowaniu decyzji, spadek lub wzrost masy ciała, zaburzenia snu, niska samoocena, niechęć do życia, bóle głowy i mięśni, płaczliwość, przygnębienie, zmęczenie, myśli samobójcze, spadek napędu psychoruchowego czy też poczucie napięcia, zagrożenia, niepokój.

Przez lata prowadzone były liczne badania, mające na celu odkrycie przyczyn powstawania depresji. Jedną z powszechnie akceptowanych teorii tzw. teoria amin biogennych zakłada, że pojawienie się depresji związane jest z zaburzeniami poziomu amin biogennych. U pacjentów z depresją stwierdzono bowiem spadek aktywności serotoniny, noradrenaliny i dopaminy oraz wzmożone wydzielanie hormonu stresu –

kortyzolu. Zmianie ulega u nich również stężenie metabolitów amin biogennych w moczu, surowicy i płynie mózgowo-rdzeniowym. Substancją najczęściej kojarzoną z depresją jest serotonina, będąca neuroprzekaźnikiem w mózgu. Jest to biologicznie czynna amina produkowana w neuronach jąder szwu w mózgu, w śródmózgowiu, moście i rdzeniu przedłużonym, gdzie powstaje na drodze enzymatycznych przemian tryptofanu. Tryptofan dostarczany jest do organizmu wraz z pożywieniem, a do mózgu dostaje się dzięki transporterom aminokwasów (LNAA, ang. *large neutral amino acid transporter*), które umożliwia-



Ryc. 1. Schemat działania serotoniny – synapsa serotoninoergiczna. Tryptofan (Trp) jest przekształcany w 5-hydroksytryptofan (5HTP), a następnie w serotoninę (5HT). Serotonina jest uwalniana do szczeliny synaptycznej i łączy się z postsynaptycznymi receptorami dla serotoniny (5HTR), bądź jest wychwytywana przez SERT (transporter wychwyty zwrotnego serotoniny) i ponownie wykorzystywana. Nadmiar serotoniny jest rozkładany przez monoaminooksydazę, która występuje w komórkach nerwowych i gwałowych (MAO) i uwalniany.

ją mu przekroczenie bariery krew-mózg. Tam ulega licznym przekształceniom, czego efektem jest powstanie serotoniny (5HT – 5 hydroksytryptamina) (Ryc. 1).

Serotonina bierze udział między innymi w:

- 1) kontroli snu,
- 2) regulacji zachowań impulsywnych,
- 3) regulacji apetytu,
- 4) regulacji potrzeb seksualnych,
- 5) regulacji agresji.

Niedobór serotoniny powoduje obniżenie percepcji bólu i zaburzenia nastroju np. niepokój czy natręctwa myślowe, jest również przyczyną bezsenności oraz wpływa na zaburzenia łaknienia. Rola amin biogennych w depresji była już tematem wielu opracowań, w związku z tym w niniejszej pracy chcę się skupić na frapującej teorii wiążącej depresję z odczynem zapalnym.

Odczyn zapalny

Organizm cały czas jest narażony na działanie czynników patogennych jakimi są zarówno wirusy, bakterie, grzyby, jak i liczne bodźce mechaniczne uszkadzające jego tkanki. Patogeny, którym uda się przejść przez naturalną barierę ochronną, jaką są nabłonki i skóra, i wnikać do wnętrza organizmu, prowadzą do powstania zakażenia. Natomiast zapalenie, to ogół procesów następujących w organizmie na skutek uszkodzenia tkanek lub zakażenia, których celem jest jak najszybsze ich usunięcie i przywrócenie naruszonej tkance jej funkcji i pierwotnej struktury. Najogólniej, funkcje odczynu zapalnego możemy przedstawić jako lokalizację i usunięcie patogenów/uszkodzeń, a w konsekwencji wyzdrowienie organizmu.

W większości przypadków zapalenie uważane jest więc za zjawisko korzystne. Od strony biologicznej zapalenie ma na celu dostarczenie do miejsca zakażenia/uszkodzenia płynu tj. osocza krwi wraz z zawartymi w nim białkami np. przeciwciałami oraz, w późniejszym czasie, leukocytów (komórek układu odpornościowego), których zadanie polega na eliminacji patogenu. Podstawowymi objawami wskazującymi na stan zapalny organizmu, zaobserwowanymi już w I wieku przez rzymskiego lekarza Corneliusa Celsusa, są:

- lokalnie podwyższona ciepłota tkanek,
- zaczerwienienie,
- obrzmienie,
- ból

W latach późniejszych Galen dodał do tego jeszcze jedną ważną cechę – czasowe zaburzenia funkcji danego organu/tkanki (Tabela 1).

Tabela 1. Najważniejsze objawy zapalenia i ich przyczyny.

Język polski	Łacina	Przyczyna
Podwyższona temperatura	<i>Calor</i>	Rozszerzenie naczyń krwionośnych
Zaczerwienienie	<i>Rubor</i>	Rozszerzenie naczyń krwionośnych
Obrzmienie	<i>Tumor</i>	Wzrost przepuszczalności naczyń tkanki, wysięk białek osocza
Ból	<i>Dolor</i>	Chemiczna stymulacja/pobudzenie bólowych zakończeń czuciowych, m.in. przez bradykininę
Zaburzenia funkcji	<i>Functio laesa</i>	Kwasica Uwalnianie enzymów trawiących tkanki Uwalnianie jonów potasowych i wodorowych

Wyróżniamy 5 etapów zapalenia:

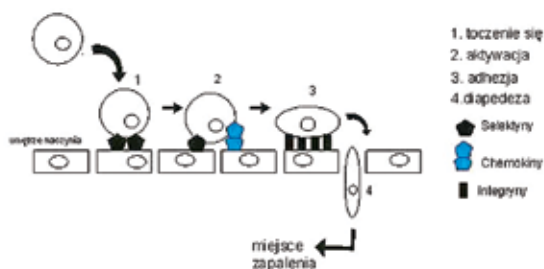
- 1) rozpoznanie patogenu,
- 2) reakcję naczyniową,
- 3) aktywację i migrację leukocytów,
- 4) eliminację patogenu,
- 5) wyciszenie reakcji zapalnej.

I etap: Rozpoznanie patogenu

Pierwszymi komórkami, na które napotyka patogen po wnikięciu do ustroju, są makrofagi, mastocyty oraz komórki dendrytyczne. Funkcją tych komórek jest rozpoznanie patogenu. Jest to możliwe dzięki obecności na powierzchni patogenów charakterystycznych i niezbędnych do ich życia wzorców molekularnych PAMP (ang. *pathogen associated molecular pattern*) np. LPS – lipopolisacharyd, obecny jest w ścianie komórkowej bakterii Gram ujemnych. Leukocyty natomiast są wyposażone w receptory PRR (ang. *pattern recognition receptor*) zdolne do identyfikacji wzorców PAMP.

II etap: Reakcja naczyniowa

Po rozpoznaniu patogenu następuje aktywacja komórek, które zaczynają wydzielać mediatory zapalenia. Na początku, przez mastocyty wydzielana jest histamina i serotonina. Związki te działają rozszerzająco na śródbłonek naczyń krwionośnych oraz zwiększają ich przepuszczalność. Efektem ich działania jest wypływ osocza z naczynia do tkanki, w której przebiega zapalenie.



Ryc. 2. Etapy migracji leukocytów. Leukocyt wiąże się w naczyniu krwionośnym z selektynami, co powoduje zwolnienie jego ruchu wewnątrz naczynia i umożliwia „toczenie się” po śródbłonku (1), następnie do leukocyty przylęga się chemokina (2), doprowadzając do aktywacji integrzyn, a tym samym ściślej adhezji leukocyty do ściany śródbłonka (3). Tak przygotowany leukocyt jest gotowy przejść przez ścianę śródbłonka, z wykorzystaniem enzymów niezbędnych do lokalnego trawienia błony podstawnej i zacząć wędrówkę (chemotaksję) do miejsca zapalenia (4).

III etap: Aktywacja i migracja leukocytów

W następnym etapie komórki wytwarzają cytokiny prozapalne (tj. TNF- α ang. *tumor necrosis factor*, interleukiny: IL-1 β i IL-6) i chemoatraktanty (chemokiny, np. IL-8). Czynniki te odgrywają kluczową rolę w aktywacji i migracji leukocytów do ogniska zapalnego (Ryc. 2).

IV etap: Eliminacja patogenu

Proces ten inicjowany jest przez fagocytozę patogenu. Fagocytoza jest procesem polegającym na pochłonięciu patogenu bądź innej komórki, przez komórkę fagocytyującą jaką może być np. makrofag czy neutrofil. Może się to odbywać na dwa sposoby. Jeden z nich jest zależny od tlenu, natomiast do przeprowadzenia drugiego nie jest on niezbędny. W procesie zależnym od tlenu powstają reaktywne formy tlenu np. anion ponadtlenkowy, nadtlenek wodoru, rodnik hydroksylowy, tlen singletowy oraz tlenek azotu. Dlatego nazywany jest też on wybuchem tlenowym. Drugi proces - niezależny od tlenu, opiera się na produkcji licznych enzymów np. proteazy, fosfolipazy, lizozymu lub kationowych białek nieenzymatycznych np. defensyny.

V etap: Wyciszenie reakcji zapalnej

W tym etapie reakcji zapalnej leukocyty zapalne (głównie neutrofile) podlegają procesowi apoptozy (programowana śmierć komórki), a ich szczątki fagocytowane są przez znajdujące się w ognisku zapalenia makrofagi. Dochodzi do przebudowy tkanek i ich powrotu do stanu sprzed zakażenia. Ostatni etap reakcji zapalnej jest ściśle kontrolowany przez czynniki przeciwzapalne m.in. IL-10, IL-1Ra (antagonista receptora dla IL-1) czy TGF- β (ang. *tumor growth factor β*).

Zapalenie ostre a chroniczne

Jak już wspomniano, obecnie uważa się ostre zapalenie za zjawisko korzystne, mające pozytywny wpływ na zainfekowany organizm. Jego zadaniem jest jak najszybsze zlikwidowanie czynników szkodliwych, zahamowanie infekcji lub naprawa uszkodzenia i przywrócenie organizmu do początkowego stanu przed zakażeniem/urazem.

W przypadku zapalenia chronicznego sytuacja wygląda inaczej. Jest to zjawisko patologiczne, rozwijające się w sytuacji, gdy patogen nie zostaje wyeliminowany, a w organizmie aktywowana zostaje odpowiedź nabyta. Towarzyszy mu aktywacja limfocytów i makrofagów, zwłóknienie i martwica tkanek. Zapalenie chroniczne może trwać miesiącami bądź latami. Stwierdzono, że długotrwałe zapalenie przyczynia się do powstawania wielu chorób, wcześniej w ogóle z zapaleniem niekojarzonych. Przykładowo, zapalenie zwiększa prawdopodobieństwo ujawnienia się oraz intensyfikacji procesu nowotworowego i zmian miażdżycowych, związanych z tworzeniem płytki w naczyniach krwionośnych. Znane są również inne choroby, których przyczyną powstawania jest chroniczne zapalenie (tabela 2).

Zapalenie a zachowania chorobowe (*sickness behavior*)

Poza szeregiem wspomnianych już symptomów identyfikujących wystąpienie w organizmie odczynu zapalnego, obserwuje się również zmiany behawioralne, charakterystyczne dla stanów chorobowych.

i nieużyteczność w diagnozie konkretnej choroby, przez wieki nie były one obiektem wzmożonej uwagi naukowców. Obecnie uważa się, że „sickness behavior” i towarzysząca mu gorączka są czymś znacznie ważniejszym, niż tylko zespołem uciążliwych objawów wynikających z fizycznego osłabienia. Jest to wynikająca z przystosowań ewolucyjnych wyso-

Tabela. 2. Charakterystyka wybranych chorób związanych z chronicznym stanem zapalnym.

Choroba	Monocyty/ Makrofagi	Limfocyty	Granulocyty	Mechanizm patogenetyczny
Miażdżyca	Obecne	Obecne	Brak	Uszkodzenie i dysfunkcja komórek śródbłónka
Marskość wątroby	Obecne	Obecne	Brak	Uszkodzenie komórek parenchymy
Reumatoidalne zapalenie stawów	Obecne	Obecne	Sporadyczne	Uszkodzenie komórek maziowych
Stwardnienie kłębuszków nerkowych	Obecne	Obecne	Brak	Uszkodzenie i dysfunkcja komórek nabłonka i śródbłónka
Zwłóknienie płuc	Obecne	Obecne	Sporadyczne	Wysięk w pęcherzykach płucnych i oskrzelach
Przewlekłe zapalenie trzustki	Obecne	Obecne	Brak	Uszkodzenie komórek nabłonka

Zespół tych niespecyficznych objawów nazywany jest zachowaniem chorobowym (ang. *sickness behavior*). Do typowych objawów chorobowych zaliczamy: gorączkę, ból, osłabienie, złe samopoczucie, apatię, brak zainteresowania otoczeniem, brak aktywności socjalnej i seksualnej, senność, niezdolność do koncentracji i uczenia się, czy obniżenie łaknienia

ko zorganizowana strategia obrony organizmu przed rozwijającą się w nim infekcją. Każdy z występujących objawów ma na celu wzmocnienie odpowiedzi odpornościowej, osłabienie patogenu i przywrócenie homeostazy organizmu (Tabela 3).

Interesujące jest, jak w mózgu jest możliwe wywołanie zmian chorobowych w odpowiedzi na infekcję

Tabela. 3. Wybrane objawy „sickness behavior” i ich znaczenie dla rekonwalescencji organizmu.

Objaw	Opis
Gorączka	Wywołana jest działaniem IL-1, IL-6 oraz TNF- α na ośrodek termoregulacji w podwzgórzu. Stymuluje podziały komórek układu odpornościowego i zapobiega wzrostowi patogenów. Powoduje obniżenie poziomu cynku i żelaza w osoczu, które są niezbędne do prawidłowego wzrostu i namnażania się mikroorganizmów.
Ból	Wywołany jest aktywacją nocycceptorów przez czynniki pro-zapalne m.in. bradykininę i prostaglandyny. Pozwala na zlokalizowanie ogniska zapalenia oraz wymusza szczególną ochronę przed dodatkowymi urazami oraz skłania do „skulenia się”, co zapewnia immobylność, a tym samym nie doprowadza do utraty energii.
Zaburzenia pobierania pokarmu	Wywołane są działaniem IL-1 β , TNF- α oraz prostaglandyny E ₂ na ośrodek głodu w podwzgórzu. Ograniczenie ilości spożywanego pokarmu może mieć na celu odcięcie mikroorganizmów chorobotwórczych od niezbędnych im do życia i namnażania się substancji, jak również ogólne odciążenie przewodu pokarmowego chorego.
Zaburzenia aktywności lokomotorycznej i senność	Dochodzi do zahamowania aktywności lokomotorycznej, co umożliwia ograniczenie zużycia energii. Skróceniu ulega czas zasypiania, a wydłużeniu czas snu. Zaobserwowano wystąpienie dłuższej fazy snu wolnofalowego, odpowiedzialnego za powrót organizmu do stanu homeostazy.
Zaburzenia zachowań macierzyńskich i seksualnych	Zaobserwowano osłabienie instynktu macierzyńskiego u chorych samic, problemy z odnajdywaniem potomstwa, pielęgnacją i higieną młodych. Zanotowano także ograniczenie aktywności seksualnej, co może mieć na celu zapobieganie rozprzestrzenieniu się choroby w populacji, jak i ogranicza wydatkowanie energii, która może być spożytkowana na walkę organizmu z chorobą.

i pragnienia. Te zmiany w zachowaniu, występujące u osób chorych, były zauważane już bardzo dawno, jednak ze względu na ich niespecyficzność

obwodowe. Stwierdzono, że za powstawanie zachowań chorobowych odpowiedzialne są m.in. cytokiny, należące do grupy cytokin pro-zapalnych takie jak:

IL-1, IL-6 i TNF- α . Powstające „na obwodzie” mediatory stanów zapalnych przekraczają barierę krew-mózg. Uważa się, że istnieje kilka dróg umożliwiających przedostanie się cytokin z krwi do mózgu: I) poprzez narządy okołokomorowe, gdzie bariera krew-mózg jest słabsza, bądź też nie istnieje, II) za pośrednictwem stymulacji nerwu błędnego, bądź III) poprzez przyłączenie się IL-1 i TNF- α do odpowiednich receptorów dla cytokin, znajdujących się na komórkach śródbłonna bariery krew-mózg.

Docierające do mózgu cytokiny powodują m.in. aktywację komórek mikrogleju (mózgowy odpowiednik makrofagów), co manifestuje się wzmożoną produkcją mediatorów pro-zapalnych np. TNF- α i prostaglandyn, w tym prostaglandyny E2. Warto w tym miejscu wspomnieć, że do produkcji cytokin zdolne są również komórki gleju i neurony.

serotonergicznym, do których dochodzić może pod wpływem dłuższego działania cytokin pro-zapalnych w mózgu. Sądzi się, że jest to przyczyną wzmożonego metabolizmu tryptofanu, będącego prekursorem serotoniny.

Zmniejszenie się zapasów tryptofanu w organizmie obniża syntezę serotoniny w mózgu, czego efektem są zaburzenia nastroju. Uważa się, że spadek ilości tryptofanu w osoczu spowodowany jest wzmożoną aktywnością głównych enzymów odpowiadających za jego metabolizm: TDO (ang. *tryptophan 2,3-dioxygenase*) i IDO (ang. *indoleamine 2,3-dioxygenase*). U pacjentów z zaburzeniami nastroju zaobserwowano wzrost ilości enzymu IDO, który może być bezpośrednio aktywowany przez szereg cytokin tj. IFN- γ i TNF- α . Jest on również obecny w komórkach dendrytycznych i makrofagach.

Tabela. 4. Objawy „sickness behavior” i depresji.

Objawy	Sickness behavior	Depresja
Spadek aktywności ruchowej	+	+
Oslabienie/zmęczenie	+	+
Złe samopoczucie	+	+
Brak zainteresowania otoczeniem	+	+
Brak aktywności socjalnej – izolowanie się od społeczeństwa	+	+
Problemy z koncentracją	+	+
Zaburzenia snu	nadmierna senność	nadmierna senność lub bezsenność
Zaburzenia łaknienia	obniżenie łaknienia i pragnienia	brak lub nadmierne łaknienie
Ból	+	bóle głowy i mięśniowe
Problemy z zapamiętywaniem i uczeniem się	+	+
Anhedonia, smutek, drażliwość	-	+
Niska samoocena, poczucie winy	-	+
Lęk, płaczliwość, myśli samobójcze	-	+

Porównanie objawów „sickness behavior” i depresji

Nie trudno zauważyć, że wiele objawów „zachowań chorobowych” przypomina objawy „depresji”. Są to m.in.: złe samopoczucie, brak aktywności socjalnej, osłabienie (Tabela 4). W chorobie o podłożu psychicznym, jakim jest depresja, zaobserwowano także zmiany związane z obniżeniem nastroju, co przejawia się m.in. lękiem, smutkiem, niepokojem czy rozdrażnieniem. Za źródło tych zmian uważa się zaburzenia równowagi w układzie

Ze względu na te różnice „sickness behavior”, nie był łączony bezpośrednio z występowaniem depresji, ani nie rozważano go w kategoriach pierwszego i nieodłącznego stadium depresji. Pogląd ten uległ jednak modyfikacjom dzięki badaniom, które udowodniły, że długo utrzymujący się zespół objawów chorobowych, do tej pory znanych jedynie jako „sickness behavior”, można uznać za „depression-like behavior” – zachowania podobne do depresji, ze względu na przerodzenie się ich w zachowania depresyjne, będące integralną częścią tej choroby afektywnej.

Cytokinowa teoria depresji

Cytokinowa/zapalna teoria depresji zakłada, że ludzie cierpiący na depresję nie odczuwają dolegliwości fizycznych dlatego, że cierpią na zaburzenia psychiczne, ale to właśnie fizyczne złe samopoczucie, spowodowane wystąpieniem obwodowego stanu zapalnego, jest źródłem ich zaburzeń mentalnych. Wskazuje to ewidentnie na fakt, że pierwszym etapem depresji są dolegliwości fizyczne, czyli „sickness behavior”, a zaburzenia nastroju są ich bezpośrednią konsekwencją. Jak już wspomniano, wykazano że zachowania chorobowe są zjawiskiem korzystnym dla organizmu, mającym na celu wzmocnienie jego procesów obronnych. Depresja jednak w porównaniu ze „stanami chorobowymi” jest zjawiskiem znacznie poważniejszym, występującym przy przedłużających się „sickness behavior”. Jest to stadium znacznie bardziej zaawansowane. Charakteryzuje go zespół symptomów, zagrażających zdrowiu i życiu pacjenta, które mają swoje podłoże w zakłóceniu równowagi w ilości uwalnianych w mózgu neuroprzekazników.

Bardziej wnikliwe obserwacje pacjentów cierpiących na depresję, jak również doświadczenia na zwierzętach przyniosły szereg danych wskazujących na udział mediatorów prozapalnych w powstawaniu tej choroby.

Stwierdzono między innymi, że u pacjentów cierpiących na depresję dochodzi do wzrostu liczby neutrofilów, makrofagów i limfocytów T we krwi. W osoczu tych pacjentów wzrasta również poziom prostaglandyny E2 i cytokin prozapalnych takich jak: IL-1 β , IL-6, IFN- γ (interferon γ), TNF- α . Za słusznością cytokinowej teorii depresji przemawiają też wyniki szeregu badań klinicznych prowadzonych na pacjentach przewlekłe chorych. Przykładowo u osób chorych na nowotwory poddanych dłuższej terapii cytokinowej z użyciem IL-2 i TNF- α , zaobserwowano objawy depresji, które ustępowały dopiero po zaprzestaniu terapii. W badaniach klinicznych u wolontariuszy, którym podano dużą dawkę LPS, zaobserwowano nagłe pojawienie się objawów depresji.

Z kolei w badaniach na zwierzętach wykazano, że podanie cytokin prozapalnych np. IL-6, IL-1 β , TNF- α , gryzoniom wywołało u nich objawy takie jak zaburzenia snu, anoreksję czy zmęczenie. Podobne wyniki uzyskano podając zwierzętom LPS, będący induktorem cytokin prozapalnych. Stwierdzono, że lipopolisacharyd może dwójako wpływać na myszy. Po 6 godzinach od podania LPS, obserwuje się u nich objawy „zachowań chorobowych” takich

jak niepokój, osłabienie, obniżenie zachowań społecznych i seksualnych, zmniejszenie aktywności motorycznej, zaburzenie apetytu oraz senność. Natomiast po upływie 24 godzin zmieniają się już one w charakterystyczne objawy depresji wykazywane w specjalistycznych testach takich jak np. test wymuszonego pływania, zawieszenia za ogon, a także test wykazujący zmniejszenie ilości wypijanej sacharozy (wskazuje na anhedonię). Badania te wykazały, że objawy występujące u zwierząt po LPS przypominają objawy chorobowe występujące u pacjentów chorych na depresję. Ciekawe wyniki uzyskano również badając szczury poddane bulbektomii, czyli obustronnemu usunięciu opuszek węchowych (OB, ang. *olfactory bulbectomized*). Jest ona znana jako jeden ze zwierzęcych modeli depresji, wykorzystywany do badania skuteczności leków przeciwdepresyjnych. U zwierząt tych obserwuje się szereg zmian, które są identyfikowane z wystąpieniem depresji, m.in. obniżenie poziomu serotoniny i noradrenaliny, a także obniżenie libido, zaburzenia w przyjmowaniu pokarmu, zaburzenia snu i pamięci. U zwierząt tych zanotowano również zwiększenie poziomu IL-1 β i prostaglandyny E2 w surowicy krwi i w mózgu. Co ciekawe podanie zwierzętom leków tj. minocyklina czy 1-metylotryptofan, których przeciwzapalne działanie zostało ostatnio wykazane jak i w dalszym ciągu jest przedmiotem licznych badań, spowodowało obniżenie poziomu tych prostaglandyn i unormowało zachowanie zwierząt w testach badających depresję.

Podsumowanie

Wykazanie, że produkowane obwodowo cytokiny mogą przenikać do mózgu i wywoływać stan zbliżony do depresji, było ważnym momentem w historii medycyny. Sądzi się obecnie, że konsekwencją podwyższenia poziomu cytokin w mózgu są zaburzenia w syntezie i uwalnianiu serotoniny, co z kolei prowadzi do zaburzeń behawioralnych. Zatem prawdopodobne wydaje się, że w przyszłości również leki przeciwzapalne będą pomocne w leczeniu stanów depresyjnych, a także szeregu innych chorób u podłoża których leży również odczyn zapalny takich jak choroba Alzheimera, Parkinsona.

Niniejszy artykuł oparty jest na pracy licencjackiej Pani Sandry Margielewskiej przygotowanej pod kierunkiem dr hab. Magdaleny Chadzińskiej na Uniwersytecie Jagiellońskim.

ZIEMIA – PLANETA BAKTERII

Mateusz Sydow, Łukasz Chrzanowski (Poznań)

Ocenia się, że całkowita liczba człękopodobnych i ludzi, którzy zamieszkiwali i zamieszkują Ziemię osiągnęła 40 mld osobników. Z punktu widzenia ludzkiej zdolności pojmowania liczb to niewątpliwie liczba trudna do bezpośredniego wyobrażenia. Gdyby ustawiać w szeregu człowieka za człowiekiem, tak aby plecy dotykały brzucha kolejnej osoby to około 160 milionów ludzi wystarczyłoby aby otoczyć równik. A więc na Ziemi można by utworzyć 300–450 takich pętli wokół równika. Chcąc przełożyć liczbę 40 mld osobników na ilość bakterii, okazałoby się, że tyle bakterii może zamieszkiwać 1 ml wody z kałuży. Na Ziemi znajduje się w przybliżeniu 1 260 000 000 000 000 000 000 000 ml wody, czyli tyleż samo razy więcej bakterii niż ludzi. Niektórzy podają nawet, że szacunkowa liczba komórek bakterii na Ziemi to rząd wielkości 10^{30} . Taka liczba jest trudna do wyobrażenia. Skoro Ziemia okrąża Słońce w odległości 150 mln kilometrów, a średnia długość bakterii wynosi 1 μm , to pomiędzy Ziemią a Słońcem zmieści się 15×10^{15} komórek bakteryjnych połączonych w łańcuch. Nadal trudno to sobie wyobrazić, ponieważ takich łańcuchów byłoby wówczas 10^{14} . Znajac prędkość poruszania się światła łatwo policzyć jak długo zajmie światłu dotarcie od początku łańcucha do jego końca. W przybliżeniu to około 10 milionów lat świetlnych. Nawet jeżeli powyższe rachunki oparte na szacunkach obarczone są dużym błędem, to nie zmienia to faktu, że ludzki umysł musi operować kosmicznymi wielkościami. Przy czym warto zauważyć, że słowo „kosmos” pasuje w tym przypadku idealnie.

Bakterie a życie

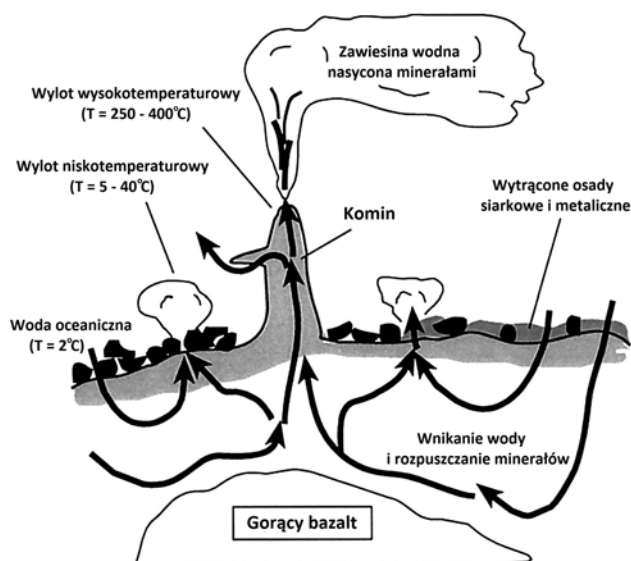
O kosmosie wiadomo równie mało, co o żyjących wokół człowieka bakteriach. Ludzkość powoli stara się pozyskać wiedzę na temat zarówno wszechświata jak i drobnoustrojów. Obecnie ocenia się, że planeta Ziemia liczy około 4,6 miliarda lat. Pierwsze oceany pojawiły się około 4,4 miliarda lat temu. Po upływie od 0,8 do 0,7 miliarda lat pojawiły się pierwsze komórki bakteryjne. Oznacza to, że większość skał, które wydają się być wieczne, jest dużo młodsza od bakterii. Właściwie jedynie ostatnie 500 milionów lat to okres kiedy pojawiły się rośliny, zwierzęta, czyli życie w formie przypominającej tę postrzeganą na co dzień przez człowieka. Przez 3 miliardy lat Ziemię

zamieszkiwały tylko i wyłącznie mikroorganizmy. Obecnie istnieje kilka teorii opisujących pochodzenie życia. Wspólną cechą wielu z nich są dwa fakty. Pierwszy stawia tezę, że życie powstało bez obecności tlenu, gdyż przez 2 pierwsze miliardy lat atmosfera Ziemi składała się głównie z metanu, amoniaku, siarkowodoru, pary wodnej, tlenu oraz dwutlenku węgla. Drugim faktem jest wysokie prawdopodobieństwo, że życie wywodzi się z wody. Wszystkie procesy związane z powstawaniem życia, co należy jeszcze raz podkreślić, odbywały się bez obecności tlenu cząsteczkowego. Pierwsze mikroorganizmy, czy ich prekursorzy były więc typowymi chemotrofami, wykorzystującymi energię chemicznego utleniania pewnych związków. Dużą rolę odgrywały procesy metanogenezy. Nikt nie jest w stanie odpowiedzieć na pytanie, gdzie dokładnie powstało życie. Tym bardziej, że dopiero ostatnie dziesięciolecia przynoszą odkrycia, które nas nie tyle zadziwiają, co zmieniają nasz sposób pojmowania świata.

Na samym dnie

Przykładowo w roku 1977 naukowcy z Scripps Institution of Oceanography szukając dowodów na poparcie teorii, która zrodziła się z potrzeby wyjaśnienia pochodzenia rowu Mariańskiego, na dnie Pacyfiku odkryli kominy hydrotermalne. Na skutek zaburzeń w warstwowej budowie skorupy ziemskiej, ogrzana do bardzo wysokich temperatur woda pod ogromnym ciśnieniem, wydostaje się z wnętrza Ziemi poprzez kominy hydrotermalne i miesza się z wodą oceaniczną. Na tym etapie uczeni potwierdzili fragment swojej hipotezy badawczej, jednak równocześnie odkryli coś czego nikt się nie spodziewał. Dzięki bardzo wysokiej temperaturze i ciśnieniu wydostająca się woda jest bogata w składniki mineralne. Po zmieszaniu z zimną wodą oceaniczną, obniża się rozpuszczalność tych minerałów w wodzie i większość z nich ulega wytrąceniu i osadzeniu na dnie (Ryc. 1). Pozostałe w wodzie substancje są wykorzystywane przez mikroorganizmy do wzrostu. Nie byłoby w tym nic dziwnego, gdyby nie prosta uwaga, że dzieje się to wszystko na głębokości od 2000 do 5000 m poniżej poziomu morza, a temperatura wydostającej się z kominów wody w miejscu mieszania nadal sięga od 270 do 380°C. Należy dodać jeszcze ciśnienie na dnie,

które nie dopuszcza wody do wrzenia, oraz odczyn silnie kwaśny. Ocenia się, że każdego roku od 1,0 do $1,5 \times 10^{14}$ kg wody przepływa przez kominy hydrotermalne. Mikroorganizmy idealnie dostosowały się do panujących tam warunków. Wysokie ciśnienie oraz silnie kwaśny odczyn środowiska nie stanowią dla nich przeszkody. Kolonizują wody w obszarze temperatur do 120–130°C oraz powierzchnie kominów hydrotermalnych. Należy wyraźnie podkreślić, że większość tych mikroorganizmów nie rośnie w in-



Ryc. 1. Schemat budowy komina hydrotermalnego, wg. Edwards K. J., Bach W., Rogers D. R., *Geomicrobiology of the Ocean Crust: A Role for Chemoautotrophic Fe-Bacteria*, *The Biological Bulletin*, 204: 180–185, Kwiecień 2003, modyfikacje – autorzy.

nych warunkach, co oznacza, że jest to ich optymalna nisza ekologiczna. Równocześnie pojawiła się hipoteza, że życie mogło powstać właśnie w takim środowisku. Im większa głębokość tym wyższe ciśnienie hydrostatyczne, które działa na otoczenie, w tym również na mikroorganizmy. Z pewnymi wyjątkami powszechnie przyjmuje się, że głębokości do 4000 metrów (co odpowiada ciśnieniu rzędu 400 atmosfer) zamieszkują mikroorganizmy tolerujące wysokie ciśnienia. To znaczy, że posiadają zdolność rozwoju w warunkach podwyższonego ciśnienia, ale również dobrze rozwijają się pod ciśnieniem 1 atmosfery. Wynika to również z relatywnie wysokiego prawdopodobieństwa wymiany wód. Na głębokości od 5000 do 6000 metrów występują mikroorganizmy barofilne, czyli takie, które zdecydowanie rozwijają się pod ciśnieniem rzędu od 500 do 600 atmosfer, jednocześnie tracąc tę zdolność przy ciśnieniach niższych. Najgłębsze wody rowów oceanicznych zamieszkiwane są przez ekstremalne mikroorganizmy barofilne, które wykazują optimum wzrostu pod ciśnieniem 700 atmosfer tolerując nawet ciśnienie powyżej 1000

atmosfer. Mikroorganizmy o tym charakterze należą do gatunku *Moritella yayanosii* i zostały wyizolowane z osadów oceanicznych. Optymalne warunki wzrostu dla bakterii tego gatunku to temperatura 4°C oraz ciśnienie powyżej 500 atmosfer. Rów Mariański jest najgłębszym miejscem na Ziemi, którego głębokość wynosi więcej niż 10900 metrów a ciśnienie może sięgać nawet 1100 atmosfer. Nawet tam napotkać można na życie, które doskonale egzystuje w całkowitych ciemnościach.

W stronę światła

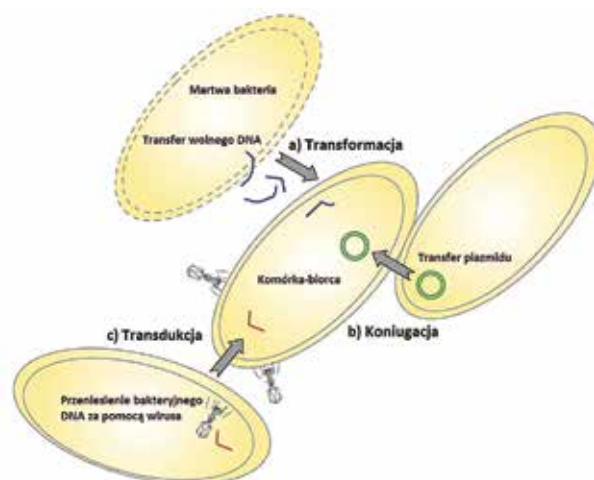
Przeciwnościem ciemności jest światło, którego największym znanym nam dostarczycielem jest oczywiście Słońce. Około 4 miliardy lat temu promienie słoneczne docierające do powierzchni nowo powstałych oceanów przyczyniły się do rozjaśniania przypowierzchniowych mas wody. Natężenie emisji promieniowania słonecznego obniżało się przy przechodzeniu przez kolejne warstwy wody. W zależności od szerokości geograficznej, światło pada pod różnym kątem i może ulegać odbiciu od powierzchni. Również zawiesiny zawarte w wodzie mogą wpływać negatywnie na głębokość do jakiej dociera światło. Przyjmuje się, że wierzchnie warstwy są prześwietlone, a poniżej dociera jedynie światło rozproszone. Granica mroku określona jest pomiędzy 200 a 1000 metrem głębokości. Nic więc dziwnego, że w toku ewolucji pojawiły się mikroorganizmy takie jak bakterie purpurowe, zdolne do wykorzystywania energii promieniowania słonecznego do syntezy wewnątrzkomórkowych nośników energii. Wywodzące się z bakterii purpurowych cyjanobakterie zaczęły wytwarzać tlen. Stopniowo atmosfera ziemską wzbogacała się w tlen cząsteczkowy, dzięki czemu ewolucja organizmów jedno- i wielokomórkowych rozwinęła się w kierunku pozyskiwania energii w procesach tlenowych.

Nieograniczone możliwości

W ten sposób, na skutek ustawicznego dostosowywania się do zmieniających się warunków środowiskowych mikroorganizmy skolonizowały wszelkie środowiska. Nie ma praktycznie na kuli ziemskiej miejsca, w którym nie byłoby mikroorganizmów. Z punktu widzenia człowieka, życie w pewnych środowiskach wydaje się być niemożliwe. Biorąc pod uwagę niektóre parametry fizyczne i chemiczne, popełnia się często błędy zakładając, że środowiska niegościnnie dla ludzi są równie niegościnnie dla innych form życia. Drugim a może najważniejszym zjawiskiem,

o którym się zapomina jest fakt, że mikroorganizmy posiadają zdolność do głębokich zmian w środowisku. Warto dokonać krótkiego przeglądu czynników, według których pewne środowiska określa się mianem ekstremalnych. Biorąc pod uwagę stężenie jonów wodorowych można wyróżnić środowiska o niskim pH od 1 do 4, czyli powszechnie określane jako kwaśne oraz środowiska zasadowe o wysokim pH od 10 do 14. Neutralne pH o wartości 7 jest wykładnikiem środowiska obojętnego. Mikroorganizmy dostosowały się do każdego stężenia jonów wodorowych i obecne są m.in. w wodach kopalnianych czy odciekach z hałd górniczych, które nie tylko są bardzo kwaśne, ale również zawierają cały szereg metali ciężkich takich jak np. ołów, miedź, cynk, kadm czy arsen. Doskonałym przykładem mogą być bakterie gatunku *Ferroplasma acidarmanus* z optymalną temperaturą rozwoju wynoszącą 40°C, pH równym 1,2 oraz stężeniem wyżej wymienionych metali na poziomie kilkudziesięciu gramów na litr (> 50g/L). Absolutnym przeciwieństwem są gatunki bakterii zamieszkujących zasadowe jeziora tzw. „soda lake” na pustyni Mojave w Kalifornii, których odczyn pH może wynosić nawet 12. Kolejnym ważnym czynnikiem jest stężenie soli w środowisku. W dawnych stuleciach, kiedy nie znano konserwantów, jedynym sposobem zabezpieczenia mięsa tak, aby można je przechowywać przez długi okres czasu było solenie. Beczki z rybami wypełniano solanką a płaty mięsa otaczano solą. Takie zabezpieczenie żywności powodowało, że nie była ona atakowana przez mikroorganizmy. Sól a konkretnie jony sodu i chloru w roztworach wodnych otaczają się cząsteczkami wody. Oddziaływania są tak silne, że w nasyconych roztworach soli praktycznie nie ma wody dostępnej dla mikroorganizmów powodujących psucie się produktów spożywczych. Wydawać by się mogło, że w takich warunkach nie ma prawa żyć. A jednak organizmy halofilne przystosowały się do życia właśnie w środowiskach mocno zasolonych. Doskonałym przykładem jest gatunek bakterii *Haloarcula marismortui* występujący w Morzu Martwym. Zasolenie w tym morzu osiąga wartość nawet ok. 340 ‰. Dla porównania w Morzu Bałtyckim wartość ta średnio nie przekracza 8‰. Największym zaskoczeniem dla naukowców były jednak mikroorganizmy, które uwięzione w kryształach soli przetrwały do chwili obecnej. Pierwsze takie odkrycia przedstawiono na początku lat 60. ubiegłego wieku. Od tamtego czasu opisano gatunki takie jak: *Halococcus salifodinae*, *Halococcus dombrowskii* czy *Halobacterium noricense*, przy czym wiek kryształów soli, z których je wyizolowano określono na około 200–250 milionów lat a najstarszych nawet na

419 milionów lat. Tak więc uwięzione w kryształach mikroorganizmy są dużo starsze niż dinozaury. Dzięki warstwie soli, są ponadto chronione przed wieloma czynnikami środowiskowymi np. promieniowaniem UV. Kryształy z mikroorganizmami należy jednak traktować jako poczekalnie, w których mikroorganizmy zachowały zdolność do rozwoju w przypadku pojawienia się sprzyjających warunków. Według naukowców średnia zawartość mikroorganizmów w kryształach waha się od 1 do 2 komórek na kg soli dla próbek pobranych w kopalniach na terenie Wielkiej Brytanii do 100000 w przypadku soli odnajdywanej w skałach alpejskich.



Ryc. 2. Schematyczne wyjaśnienie mechanizmów horyzontalnego transferu genów – transformacji, koniugacji i transdukcji, wg. Jang J., Becq. J., Gicquel B., Deschavanne P., Neyrolles O., Horizontally acquired genomic islands in the tubercle bacilli, *Trends in Microbiology*, 16(7): 303-308, Lipiec 2008, modyfikacje – autorzy.

W skalnym podłożu

Wspominając o skałach, nie można pominąć organizmów endolitycznych, żyjących w skalnym podłożu, a konkretnie w wolnej przestrzeni pomiędzy ziarnami minerałów tworzących skały. Odnajduje się je np. w bazaltach tworzących dno Oceanu Indyjskiego, pobranych z głębokości 1200 metrów, jak również z próbek skał powierzchniowych zebranych w Alpach, Górach Skalistych czy na Antarktydzie. Wyizolowano szczepy są zdolne do rozwoju w temperaturze 121°C, co przekłada się na głębokość od 4,0 do 4,5 km na lądzie i od 7,0 do 7,5 km poniżej powierzchni dna oceanu. Odżywiają się one substancjami mineralnymi, które występują w skałach, przy czym w zależności od budowy geologicznej mogą wykorzystywać również substancje rozpuszczone w wodzie, jeśli taka w danym miejscu występuje. Obecnie wiadomo stosunkowo mało na ich temat, głównie ze względu na koszty pozyskania próbek badawczych z głębin.

Mikroorganizmy zamknięte w skałach są również doskonale chronione przed promieniowaniem UV, a zabezpieczone obecnością pożywienia są praktycznie samowystarczalne, co nakierowało naukowców na myśl, że prawdopodobna jest hipoteza przemieszczania się życia zamkniętego w meteorytach. Od lat naukowcy z NASA i szeregu innych ośrodków naukowych sprawdzają realność takiej hipotezy. Interesuje ich także czy mikroorganizmy mogą przetrwać w warunkach próżni, czy przeżyłyby przejście przez atmosferę, zderzenie z jej powierzchnią. Istnieją dowody, że bakterie przeżywają zderzenia, przy których generowane jest ciśnienie rzędu 50 GPa, czyli pół miliona wyższe od ciśnienia atmosferycznego. Dodatkowo potrafią przeżyć w próżni krótkotrwałe skoki temperatury do 250°C.

Samoobrona w skali mikro

W kosmosie, ale również na Ziemi, czynnikiem determinującym przetrwanie organizmów żywych jest skuteczna ochrona przed promieniowaniem, zwłaszcza jonizującym. Nie wnikając szczegółowo w naturę i różnorodność promieniowania, któremu poddawane mogą być komórki warto przywołać populację bakterii, które swoją opornością, zadziwiają wszystkich. Zostały wykryte w roku 1956 podczas prób sterylizacji puszkowanej żywności promieniami gamma. Jak się okazało pewne bakterie, po identyfikacji gatunkowej określone jako *Deinococcus radiodurans* potrafiły przetrwać to zabójcze promieniowanie. Drobnoustroje te są średnio 1000 razy bardziej odporne niż powszechnie uznawane za odporne karaluchy i około 3000 razy bardziej odporne od ludzi. Naukowcy nadali temu gatunkowi bakterii nawet przydomek „Conan the Bacterium”. Okazało się również, że ten gatunek doskonale rozwija się w niskich temperaturach. Wynika to m.in. z faktu, że został odnaleziony w warunkach naturalnych na Biegunie Północnym. Wśród naukowców rozgorzała dyskusja, po co bakteriom aż tak sprawny mechanizm ochronny przed promieniowaniem. Wyjaśnienie było zaskakujące, gdyż okazało się, że wykształcony mechanizm ma bronić komórki w wyższym stopniu przed odwodnieniem niż promieniowaniem, zwłaszcza, że jego natężenie użyte podczas badań nie występuje w środowisku naturalnym. Należące do tego samego rodzaju bakterie gatunku *Deinococcus deserti* wyizolowano z próbek pobranych na Saharze, co w pewien sposób potwierdza rolę mechanizmu obronnego tej grupy mikroorganizmów. Mechanizm naprawczy *Deinococcus radiodurans* bez problemu radzi sobie z około 200 uszkodzeniami DNA, podczas gdy ten sam mechanizm występujący

u człowieka potrafi naprawiać maksymalnie kilka takich uszkodzeń. Wracając jednak do pustyni, która z punktu widzenia człowieka nie zapewnia możliwości przeżycia, dla mikroorganizmów jest zupełnie prawidłowa i często stanowi jedyne środowiskiem, w którym mogą żyć. Wysoka temperatura, promieniowanie UV, brak wody czy ekstremalne stężenia soli (np. w wyschniętych słonych jeziorach) nie stanowią dla mikroorganizmów czynników nie do pokonania.

Bakterie w świetle ludzi

Nowoczesny, zurbanizowany świat, często jest określany mianem betonowej pustyni, pełnej wybetonowanych i wyasfaltowanych powierzchni. Beton pozornie wydaje się odporny na działalność mikroorganizmów, jednak znane są przypadki, kiedy porastające jego powierzchnię bakterie względnie beztlenowe w obecności ścieków wytwarzały siarkowodor, który był następnie utleniany przez bakterie tlenowe do kwasu siarkowego. Jego obecność nie pozostaje bez wpływu na wyroby cementowe – obserwowane jest zjawisko korozji siarczanowej, czyli niekorzystnej konwersji betonu do gipsu w wyniku działania kwasu siarkowego. Przyglądając się bliżej asfaltowi, można zauważyć, że nawet on jest środowiskiem, w którym obecne jest życie. Szereg bakterii gatunków takich jak: *Pseudomonas mendocina*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter calcoaceticus*, *Alcaligenes denitrificans* czy *Flavimonas oryzihabitans* doskonale wykorzystuje związki chemiczne wchodzące w skład asfaltów, a konkretnie lepiszcza (najczęściej produktu petrochemicznego) spajającego kruszywo. Podobne bakterie odkryto także w próbkach pobranych z tzw. jezior asfaltowych np. z terenu liczącego około 28 tys. lat „La Brea Tar Pits” w okolicy Los Angeles. Asfalty to z chemicznego punktu widzenia głównie węglowodory, a te w środowisku najczęściej występują jako ropa naftowa. W tej mieszaninie około 20 000 związków chemicznych o odmiennej strukturze, różne gatunki mikroorganizmów wykorzystują innego rodzaju źródła węgla, począwszy od prostotańcuchowych alkanów aż po wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne. Nic więc dziwnego, że zarówno sama ropa naftowa jak i powstające z niej paliwa np. olej napędowy są degradowane przez mikroorganizmy. Ciekawy jest fakt, że mikroorganizmy współtowarzyszą ropie naftowej zarówno podczas wydobywania, przerobu jak i w świeżych, nieeksploatowanych złożach zalegających na głębokościach od 4000 do 5000 metrów. Stosownym wydaje się być stwierdzenie, że mikroorganizmy i ropa naftowa to nierozdzielny duet. Drobnoustroje rozkładają

ropę naftową zarówno w warunkach tlenowych jak i beztlenowych oraz w szerokim zakresie temperatur. Zjawisko to znalazło zastosowanie w praktyce do oczyszczania terenów skażonych substancjami ropopochodnymi w procesie bioremediacji. Techniki bioremediacyjne polegają na wprowadzeniu komórek odpowiednio wyselekcjonowanych szczepów bakteryjnych wraz z pożywką do zanieczyszczonej gleby. Charakteryzują się niską szkodliwością dla środowiska oraz niską ceną. Do wad należy zaliczyć długi czas oczyszczania gruntu. Dla ludzi a także dla większości zwierząt substancje ropopochodne to trucizny, które w razie kontaktu mogą prowadzić do śmierci lub szeregu poważnych chorób. Dla bakterii to tylko substancja, którą można przetworzyć na dwutlenek węgla i wodę, pozyskując jednocześnie energię niezbędną do przeżycia. Podobne relacje występują w przypadku środków ochrony roślin, które są również skutecznie rozkładane przez mikroorganizmy. Dzieje się tak, gdyż dzięki miliardom lat ewolucji, mikroorganizmy wytworzyły skomplikowane mechanizmy adaptacyjne, które umożliwiają im szybkie przystosowanie się do zmieniających się warunków środowiskowych.

Ludzie w świecie bakterii

Jednym z mechanizmów adaptacyjnych wytworzonych przez bakterie jest Horizontal Gene Transfer (HGT), czyli przekazywanie fragmentów materiału genetycznego pomiędzy niespokrewnionymi organizmami na drodze transdukcji, koniugacji lub transformacji (Ryc. 2). Doskonałym przykładem jest głośny ostatnio przypadek pewnych szczepów bakterii *Escherichia coli*, których lekooporność stanowi ogromny problem. Naukowcy badając pacjenta zainfekowanego bakteriami gatunku *Klebsiella pneumoniae*, hospitalizowanego w New Delhi w roku 2009, odkryli gen odpowiedzialny za wytwarzanie enzymów (New Delhi Metallo-beta-lactamase (NDM-1)), warunkujących oporność bakterii na dużą liczbę antybiotyków. Taki gen, z chemicznym przepisem obrony przed antybiotykami, może być wybiórczo przekazywany nie tylko bakteriom tego samego gatunku ale także innym – w tym przypadku *Escherichia coli* - czyniąc je również opornymi na antybiotyki. Niezwykłość HGT można by zilustrować przykładem wybitnego sportowca, którego umiejętności odpowiednio zapisane

w formie chemicznej zawarto w „tabletkce”. Każda osoba, która zażyłaby taką tabletkę mogłaby posiadać jego talent. Również potomstwo tej osoby mogłoby wykazywać nadzwyczajne umiejętności. Coś co wydawać się może pomysłem rodem z filmów science-fiction, jest codziennie realizowane w świecie mikroorganizmów. Jak mało o tym świecie wiadomo, świadczy zmieniające się podejście badaczy, którzy dopiero w ostatnich dziesięcioleciach zaczęli postrzegać mikroorganizmy jako skomplikowane układy biologiczne o wyraźnej tendencji do funkcjonowania w strukturach grupowych. Potrafią one nie tylko analizować warunki panujące w środowisku, ale także aktywnie wpływać na jego kształt. Nie należy jednak postrzegać bakterii jako wszechobecnego wroga ludzkości. Są obecne w przewodzie pokarmowym każdego człowieka i umożliwiają jego prawidłowe funkcjonowanie. W postaci osadów czynnych rozkładają ksenobiotyki w oczyszczalniach ścieków. Produkowane przez drobnoustroje metabolity znajdują ponadto zastosowanie w biotechnologii przy produkcji aktywnych substancji leków. Ostatecznie należy pamiętać, że to one zapewniają równowagę ekologiczną w ekosystemach na całym świecie, rozkładając martwą materię organiczną oraz zanieczyszczenia substancjami ropopochodnymi. Kompletnie zestawienie pozytywnych aspektów funkcjonowania drobnoustrojów wymagałoby jednak napisania odrębnego, wyczerpującego artykułu. Biorąc pod uwagę, że dotychczas poznano dopiero część mechanizmów, które pozwalają przystosować się mikroorganizmom do warunków środowiskowych, a każdego roku pojawiają się nowe odkrycia naukowe, to trafnym wydaje się stwierdzenie, że to ludzie żyją w świecie bakterii a nie bakterie w świecie ludzi.

GEORADAR W SŁUŻBIE PRAWA

Ewelina Mazurek, Sylwia Tomecka-Suchoń (Kraków)

Zbrodnia zawsze fascynuje. Większość z nas z przyjemnością ogląda filmy i czytuje powieści kryminalne z tego zakresu. Ciekawi nas sposób rozwiązywania zagadki kryminalnej. Amatorzy kryminałów wiedzą, że przynajmniej w USA nie można postawić zarzutu morderstwa bez odkrycia zwłok, a i w innych prawodawstwach udowodnienie zabójstwa czy morderstwa bez takiego dowodu jest trudne. Dlatego też przestępcy zazwyczaj starają się ukryć nieboszczyka wykazując przy tym czasem niebywałą pomysłowość. Niejednokrotnie jednak postępują też w sposób banalny i po prostu zakopują ofiarę.

Poza ofiarami przestępstw jednostkowych, ludzie bywają zabijani też w sposób masowy, a ich zwłoki są zazwyczaj ukrywane. Najpopularniejszym sposobem są groby masowe, zazwyczaj pozostawione bez oznakowania i często zapominane. Są to jednak ważne pamiątki historii i tragedii narodowych.

Najprostszym sposobem znalezienia zakopanych zwłok jest przekopanie terenu, w którym podejrzewamy, że ukryto szczątki ofiary. Tak często czyniły służby śledcze. Każdy zapewne słyszał historię pewnego pana, który po pijanemu zwierzył się w barze, że zamordował żonę i zakopał ją w ogródku. Wkrótce do czekał się wizyty przedstawicieli prawa, którzy przekopali mu ogródek i to kilkakrotnie po to by odjechać w końcu z kwitkiem. Jedynym pozytywnym efektem tych poszukiwań był radosny okrzyk żony wracającej z sanatorium: „Kochanie, jak pięknie przekopałeś ogródek!”

Ten pomyślny dla leniwych mężów czas zaczyna powoli odchodzić w przeszłość. Trudniej będzie wykorzystywać ramię prawa do tak pożytecznych czynności, gdyż pracownikom policji z pomocą przychodzą nowe metody naukowe w tym metoda georadarowa. Georadar stosowany powszechnie w naukach geofizycznych i geologicznych wkracza coraz bardziej jako narzędzie poszukiwawcze do badań naukowych z innych dziedzin, zwłaszcza takich, w których istotną sprawą jest odszukiwanie i opisywanie przedmiotów ukrytych przed ludzkim okiem pod powierzchnią ziemi. Stąd georadar znajduje zastosowanie w takich dziedzinach, jak archeologia i kryminalistyka. Najważniejszą jego zaletą jest szybkie uzyskiwanie wyników, stosunkowo niewielki nakład pracy, niskie koszty oraz bezinwazyjność samego

badania. Dzięki tym cechom metoda georadarowa wypiera inne sposoby poszukiwań.

Jak wspomniano, metoda georadarowa (GPR) jest metodą poszukiwawczą, znajdującą zastosowanie w wielu dziedzinach. Wykorzystuje się ją zarówno do badań inżynierskich, jak i tych z zakresu geologii, a także archeologii. Coraz częściej stosuje się ją w badaniach kryminalistycznych, właśnie wówczas, kiedy aby wyjaśnić zagadkę trzeba sięgnąć pod ziemię. Istniejąa wprowadzić inne metody geofizyczne, których stosowanie może przynieść zadowalające rezultaty, lecz stosowanie ich w warunkach terenowych wymaga zdecydowanie większego nakładu pracy i czasu. Wyniki np. badań grawimetrycznych, czy magnetometrycznych muszą zostać w odpowiedni sposób przetworzone oraz w celu zobrazowania naniesione na mapę.



Ryc. 1. Aparatura pomiarowa (od lewej: laptop/rejestратор, jednostka centralna, antena ekranowana 800 MHz z wyzwalaczem odległościowym).

Georadar jest urządzeniem służącym do lokalizacji obiektów znajdujących się np. pod powierzchnią ziemi za pomocą fal elektromagnetycznych. Typowy system GPR składa się z jednostki centralnej, anteny nadawczej, nadajnika, anteny odbiorczej, odbiornika i wyzwalacza odległościowego. Nieodłączną częścią systemu jest także komputer typu laptop. Poszczególne elementy aparatury przedstawia rycina 1. Widać z niej, że aparatura jest całkowicie przenośna i mieści się w niewielkim plecaku, jest więc idealna dla badań terenowych.

Po krótkim opisie działania systemu przedstawia się następująco: jednostka centralna ma za zadanie m.in.

sterowanie zapisem danych oraz synchronizację zegarów nadajnika i odbiornika. Nadajnik generuje impuls elektromagnetyczny, który zostaje wysłany przez antenę nadawczą w głąb ośrodka. Odbita od granicy obiektu zaburzającego fala wraca na powierzchnię ośrodka, gdzie jest przechwytywana przez antenę odbiorczą, po czym trafia do odbiornika. Podczas pomiaru długość profilu liczona jest za pomocą wyzwalacza odległościowego - kółka lub mechanizmu z nitką, który zliczając obroty przelicza je na długość wyrażoną w metrach bieżących. Rejestrowane dane konwertowane są z wersji analogowej na cyfrową i zapisywane w pamięci komputera. Obraz, jaki otrzymuje się w wyniku tych badań nazywa się echogramem. Jest to zbiór kolejno następujących po sobie pojedynczych tras, a więc zarejestrowanej wartości amplitudy fali elektromagnetycznej w pewnym, określonym czasie.

Zaletą metody GPR jest jej nieinwazyjność, oraz stosunkowo niedługi czas, jaki trzeba poświęcić na wstępną wizualizację oraz analizę wyników. Anteny przesuwane są po podłożu lub znajdują się na specjalnym wózku. Wyniki w czasie rzeczywistym trafiają do komputera, są wstępnie przetwarzane w programie i trafiają na ekran komputera.

Omawiane cechy metody GPR czynią z niej dobre narzędzie do znajdowania ukrytych zwłok. Ze względu na specyfikę pomiarów, mających na celu poszukiwanie szczątków ludzkich, należy już podczas wstępnych prac w terenie wytypować pewne obszary, które mogą potencjalnie być miejscem ukrycia ciała. Obszar ten określamy na podstawie wyników działań organów śledczych, w szczególności zeznań świadków, zapisów z monitoringu, informacji stosownych służb, itp. W przypadku wykonywania tego typu badań bardzo ważne jest odpowiednie ich zaplanowanie. Należy zapoznać się z miejscem potencjalnego pochówku oraz w miarę możliwości ustalić, czy na danym terenie można spodziewać się podziemnych elementów infrastruktury, oraz czy nie miały tam miejsca pochówki dużych zwierząt domowych, których szczątki łatwo pomylić z ludzkimi. Co ważne, trzeba zadbać o odpowiednie zabezpieczenie ewentualnych śladów oraz dowodów zbrodni, a także powziąć wiedzę na temat stanu, w jakim obecnie znajdują się szczątki (znajomość stopnia rozkładu może w znacznym stopniu ułatwić interpretację danych georadarowych).

Gdy operator georadaru posiada już wystarczająco dużo danych na temat terenu oraz obiektu badań, musi zaplanować przebieg samych profili pomiarowych. Najlepsze efekty uzyskuje się zwykle w przypadku, gdy wykonywana jest siatka profili prostopadłych. Wówczas istnieje możliwość odtworzenia pełnego

obrazu ośrodka pod badaną powierzchnią. Na etapie planowania należy zdecydować o doborze anten i parametrów pomiarowych. W przypadku anten, jest możliwość wyboru wersji ekranowanej oraz nieekranowanej, a także dobór odpowiedniej częstotliwości. Jeśli chodzi o parametry pomiarowe, to operator musi dobrać odpowiednią wielkość okna czasowego, ustalić ilość złożów sygnału, określić krok pomiarowy, oraz próbkowanie sygnału. Już na etapie planowania zarówno wiedza, jak i doświadczenie operatora odgrywa bardzo ważną rolę.

Zwłoki najczęściej chowane są w gruncie, czasami jednak umieszcza się je w innych ośrodkach np. betonie, stąd przy prowadzeniu badań należy uwzględnić specyfikę wspomnianych ośrodków. W przypadku pochówków w gruncie, trzeba zwrócić uwagę, że anomalie obrazu georadarowego, sugerującą obecność obiektu podziemnego, np. zaburzenie ciągłości widocznej warstwy, wywołują nie tylko szczątki, ale również samo istnienie wykopu. Szczątki, a raczej ich stan też znacząco wpływa na czytelność anomalii. Na stopień ich rozkładu poza czasem upływającym od pochówku, wpływ mają czynniki zewnętrzne takie jak rodzaj ośrodka, w którym zwłoki się znajdują, stopień zawilgocenia, oraz temperatura. Inny będzie również czas rozkładu szczątków nagich niż owiniętych np. w folię lub materiał. Szybszy rozkład następuje w przypadku ciał poćwiartowanych. Poszukiwanie takich ciał może być dodatkowo utrudnione, ze względu na możliwość pochówku różnych części w osobnych grobach.

W krajach wysokorozwiniętych metoda georadaru jest już na co dzień stosowana do badań z zakresu kryminalistyki. Także w Polsce coraz częściej ekipy poszukujące zwłok korzystają z georadaru. Wraz ze wzrostem popularności zastosowania GPR do tychże badań, nastąpił wzrost zainteresowania nią naukowców – archeologów i historyków.

W celu uzyskania kompleksowych informacji dotyczących zmian rejestrowanych na obrazie georadarem wykorzystywane są często groby testowe. Ze względów etycznych i prawnych nie umieszcza się w nich szczątków ludzkich, ale zwierzęce, najczęściej świń. Wybór tego zwierzęcia był nieprzypadkowy, przemawiały za nim stosunkowo duża dostępność (zwierzę hodowlane) i duże podobieństwo budowy tkanek świńskich i ludzkich (oba gatunki są wszystkożerne). Oczywiście w przypadku tych badań stosowane są zazwyczaj szczątki osobników o masie zbliżonej do średniej masy człowieka, zwykle ok. 80 kg. Aby zbadać wpływ samego wykopu na obraz georadaru, wykonuje się często w pobliżu miejsca pochówków świń tak zwane puste groby, czyli

zwyczajne wykopy o parametrach bardzo zbliżonych do grobu wypełnionego. Ważne jest, aby umiejscowione były w takiej odległości od siebie, by wpływ jednego na drugi nie był rejestrowany przez georadar, ale także, aby środowisko w jakim się znajduje było jak najbardziej podobne. Innym aspektem, brany przez naukowców pod uwagę jest rodzaj okrycia zwłok. Zakopywane były zarówno zwierzęta określone przez autorów jako „nagie” jak i „zawinięte” w materiał, aby mogły imitować ciało ubrane. Po wnikliwej analizie uzyskanych wyników naukowcy stwierdzają, że najłatwiej metodą georadarową są wykrywane szczątki okryte materiałem. Pora roku jest również istotnym czynnikiem. Systematycznie

prowadzone badania dowodzą, iż najlepszych rezultatów można spodziewać się w miesiącach zimowych oraz wiosennych.

Wyniki badań wskazują, że zastosowanie badań georadarowych dla celów kryminalistycznych daje zadowalające rezultaty. Dzięki pomocy naukowców, którzy opracowali pewną metodykę prowadzenia tych specyficznych badań, poszukiwania bardzo często kończą się sukcesem. Nowym wyzwaniem dla tej metody będzie lokalizacja mogił zbiorowych, zwłaszcza miejsc pochówków ofiar ludobójstwa, których wiele znajduje się w różnych miejscach w naszym kraju, i wiele zostało całkowicie, albo prawie całkowicie zapomnianych.

Mgr inż. Ewelina Mazurek, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, Katedra Geofizyki.
E-mail: emazurek@geol.agh.edu.pl
Dr hab. inż. Sylwia Tomecka-Suchoń, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, Katedra Geofizyki,
E-mail: tomecka@agh.edu.pl.

NARODZINY UKŁADU PLANETARNEGO WEDŁUG KLASYCZNYCH PODSTAW KOSMOGONII PLANETARNEJ

Marek S. Żbik (Brisbane, Australia)

Już od czasów Kopernika wiadomo, że Ziemia nie jest centrum Kosmosu ale stanowi raczej typową planetę mniej lub bardziej typowego układu planetarnego okalającego przeciętną pojedynczą gwiazdę która z kolei po orbicie okrąża centrum typowej galaktyki spiralnej jakich we wszechświecie jest prawie że nieskończenie wielka ilość. Zatem bez trudu domyślić się można, że tak jak galaktyki przepełnione są dziesiątkami czy setkami miliardów gwiazd, tak i systemy planetarne powinny być bardzo często spotykanym tworem. I w istocie w ostatnich latach odkrywa się ich sporo i w chwili obecnej jest już znanych kilkaset pozasłonecznych układów planetarnych.



Ryc. 1. Obraz Galaktyki, w której żyjemy pokazany z profilu wykonany w świetle 2 mikronowym. Widoczne jest wyraźne zgrubienie dysku w centralnej części i obfite ciemniejsze pasma obłoków pyłowo-gazowych w równikowej płaszczyźnie dysku Galaktyki.

Aby jednak zrozumieć mechanizmy powodujące powstanie systemów planetarnych niezwykle ważnym jest byśmy przyjrzeni się bliżej typowemu systemowi planet jakim jest nasz Układ Słoneczny, to jest

układ z pojedynczą gwiazdą centralną o średniej wielkości i masie. Jest to zatem klasyczny model układu planetarnego wypracowany w zespole Safronowa, w Instytucie Fizyki Ziemi im. Szmidta.

W jaki zatem sposób formują się układy planetarne można w skrócie przedstawić na podstawie modelu formowania się planet przedstawioną według klasycznej teorii Szmidta-Safronova.

Podstawowym pytaniem jest zatem z czego i gdzie tworzą się gwiazdy? Nie powstają one w otchłaniach przestrzeni międzygalaktycznej. Tam panuje pustkowie, brak jest budulca. Budulec, jakim są obłoki gazowo-pyłowe znajdują się wewnątrz galaktyk a ściślej mówiąc blisko płaszczyzny równika dysku galaktycznego. Obłoki te, kłębiące się w płaszczyźnie dysku galaktycznego widać wyraźnie na fotografii ukazującej naszą Galaktykę z profilu. Zatem aby mogły powstać układy planetarne potrzebne są galaktyki, potężne skupiska dziesiątek i setek miliardów gwiazd i innych rodzajów materii, w tym wspomnianych obłoków gazu.

W Galaktyce, składającej się z około dwustu miliardów gwiazd, takich obłoków jest pod dostatkiem. Najbardziej znanym miejscem, gdzie obłoki takie można zobaczyć używając lornetki czy niewielkiego teleskopu amatorskiego, jest mgławica w konstelacji

Oriona. W typowych obłokach Galaktyki, składających się w przewadze z wodoru i helu z domieszką 1–2% cząstek pyłowych, powstanie pojedynczej gwiazdy typu Słońca jest w ogóle niemożliwe, a ściślej mówiąc wielce nieprawdopodobne. Obłoki te są niezwykle rozrzedzone i w jednym centymetrze sześciennym takich obłoków występować może zaledwie kilkadziesiąt atomów czy molekuł gazu. Dzięki termicznym ruchom cząsteczek gazu, silnemu polu magnetycznemu Galaktyki i występowaniu, gazy zawarte w tych obłokach nie mogą zagęścić się na tyle by rozpoczęło się formowanie gwiazd. Obłoki takie są bardzo rozległe i o olbrzymiej masie, przewyższającą wiele tysięcy razy masę Słońca, toteż w wyniku oddziaływań grawitacyjnych utrzymują się w przestrzeni sąsiedztwa równika większości obserwowanych galaktyk spiralnych.



Ryc. 2. Tworzenie się systemów gwiazdnych wewnątrz obłoku gazowo-pyłowego w konstelacji Oriona. Widoczne są fronty fali uderzeniowej zagęszczające fragmenty obłoku (z prawej strony).

Obłoki wewnątrz mgławicy Oriona są jednak gęstsze, w jednym centymetrze sześciennym takiego obłoku mamy nawet sto tysięcy cząsteczek molekularnego wodoru jak i również domieszkę tlenu węgla, wody i innych molekuł jak choćby alkoholu. Ciekawostką jest to że występują tam również znaczne ilości mikroskopijnego pyłu o strukturze diamentu.

Zapadanie się obłoku międzygwiazdowego i formowanie dysku proto-planetarne

W jaki sposób dochodzi do takiego zagęszczenia obłoku? Trudno jest jeszcze na to pytanie z dużą wiarygodnością odpowiedzieć. Prawdopodobnie zgęszczenia obłoków mają miejsce w większości przypadków wewnątrz spiralnych ramion galaktyki formowanych pod wpływem pola magnetycznego. Występujące wewnątrz tych ramion turbulencje mogą spowodować wzrost gęstości obłoku, a raz rozpoczęty proces zapadania się obłoku powodować może rozprzestrzenianie się fali niestabilności grawitacyjnych na sąsiadujące

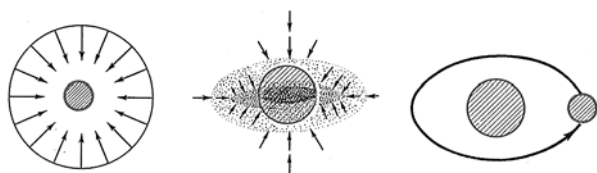
z nim obszary wypełnione rzadkim dotychczas gazem. W pewnych miejscach obłok zapada się raptownie i zapalają się pierwsze bardzo masywne gwiazdy. Są one niezwykle gorące i prędko wypalają się kończąc swój krótki żywot spektakularnym wybuchem supernowej. Podczas wybuchu wyrzucane są ogromne ilości gazów w których występuje cała gama pierwiastków zrodzonych wewnątrz tych gwiazdnych termonuklearnych reaktorów. Rozszerzające się wewnątrz obłoków gazowo-pyłowych fronty fal uderzeniowych, powstałe po eksplozji supernowych, wydają się obecnie najbardziej prawdopodobnym czynnikiem powodującym zagęszczenie otaczającego gazu. Uważa się, że jeden wybuch supernowej nie byłby dostatecznym elementem dającym początek zagęszczaniu się obłoku gazowego dającego w efekcie narodziny gwiazd. Jak to jednak wynika



z wyliczeń Riwsa, badającego anomalie izotopowego składu w meteorytach, jeżeli Słońce tworzyło się w asocjacji gwiazdowej w przybliżeniu podobnej do asocjacji Oriona, to w okresie wystarczającym dla uformowania się systemu planetarnego, który ocenia się na około stu milionów lat, w najbliższej okolicy formującego się systemu, dojść może do wybuchu przynajmniej dziesięciu gwiazd supernowych. Taka ilość katastroficznych wypadków wewnątrz obłoku gazowo-pyłowego powinna być więcej niż wystarczająca dla zainicjowania silnych zaburzeń wewnątrz obłoku prowadzących do narodzin gwiazd.

Ponieważ wszystkie elementy składowe galaktyk obracają się dookoła wspólnej osi obrotu galaktyk, olbrzymie obłoki gazowe dysponują znacznym momentem obrotowym co podczas zagęszczania się obłoku i zmniejszania przy tym jego objętości prowadzi do wzrostu prędkości wirowania obłoku. W wyniku wirowania, w obłoku powstaje siła odśrodkowa, która w pewnym momencie przerośnie siły grawitacji obłoku. Dalsze zagęszczanie obłoku ustaje, a masa

gazowa ulega rozpadowi na mniejsze fragmenty. Rozpad ten prowadzi do dalszego zagęszczania się tych mniejszych już fragmentów pierwotnego obłoku. W ten oto sposób w wyniku wielokrotnego rozpadu obłoku pierwotnego powstanie wiele zarodków formujących całą asocjację gwiazd. Gwiazdy zatem powstają nie samotnie lecz w asocjacjach zwanych gromadami. Takie gromady zwane gromadami otwartymi, nowo powstałych czy wręcz rodzących się gwiazd obserwować można w Kasjopei czy we wspomnianej mgławicy w Orionie. Gromady otwarte gwiazd nie są stabilne i rozpraszają się po kilku okrążeniach wokół centrum galaktyki, a gwiazdy rozsiewają się na ogromnych obszarach galaktyki.



Ryc. 3. Formy ewolucji zapadającego się obłoku gazowo-pyłowego w zależności od momentu pędu systemu formuje się; a- ($J < 10^{50}$) pojedyncza gwiazda bez systemu planet, b- ($J = 10^{52}$) pojedyncza gwiazda z systemem planet, c- ($J < 10^{53}$) wielokrotny system gwiazd.

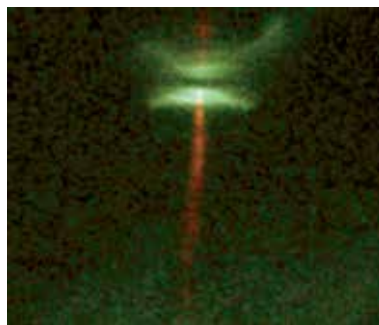
Rozpatrzmy teraz co dzieje się dalej kiedy kurczący się obłok nie dzieli się już więcej i zmierza w kierunku uformowania gwiazdy. W ostatnich kilku dekadach dokonano wielu obliczeń modelujących takie wydarzenia. Okazało się przy tym że moment pędu obłoku „ J ” nazywanym też momentem obrotowym ma tu najistotniejsze znaczenie. Moment obrotowy będzie tu wyrażony jako masa pomnożona przez prędkość kątową i przez kwadrat odległości od osi obrotu. Na podstawie wyliczeń przeprowadzonych na modelach zapadających się obłoków ustalono że przy wartościach „ J ” wyższych niż $10^{53} \text{ g}\cdot\text{cm}^2/\text{s}$, powstaje gwiazda podwójna lub wielokrotny układ gwiazdny. Przy wartościach „ J ” niższych niż $10^{50} \text{ g}\cdot\text{cm}^2/\text{s}$, istnieją warunki dla powstania gwiazdy pojedynczej i to bez układu planetarnego. Układy planetarne mogłyby utworzyć się w przypadku gwiazd które powstawały z szybko wirujących obłoków gazowych o $J \approx 10^{51} - 10^{53} \text{ g}\cdot\text{cm}^2/\text{s}$.

Taki szybko wirujący obłok gazowo-pyłowy o $J \approx 10^{52} \text{ g}\cdot\text{cm}^2/\text{s}$ i w przybliżeniu o masie Słońca będzie miał rozmiary odpowiadające wymiarom naszego Układu Słonecznego. Dalsze kurczenie się tego obłoku prowadzące do uformowania się gwiazdy centralnej nie jest możliwe bez redukcji momentu pędu jako że siła odśrodkowa jest zrównoważona z grawitacją co hamuje dalsze zapadanie się obłoku do jego centrum. Rozważania doprowadziły do wniosku, że obłok na tym etapie zapada się przy udziale

swojego rodzaju turbulentnej lepkości. W wyniku oddziaływania tych czynników moment pędu w sposób ciągły przekazywany jest z rejonów centralnych obłoku na zewnątrz za pomocą specjalnego mechanizmu. Mechanizm ten, przekazując moment pędu z centrum zapadającego się obłoku na jego peryferia po pewnym czasie formuje spłaszczony dysk wirujący dookoła proto-gwiazdy, to jest ciała kosmicznego w którym nie wystąpiły jeszcze reakcje termonuklearne tak charakterystyczne dla gwiazd. Teraz już centralna jego część może bez przeszkód zapadać się oddając w sposób ciągły moment pędu do okalającego ją dysku zwanego dyskiem proto-planetarnym.

Moment pędu prędko zapadającej się części centralnej obłoku według teorii przedstawionej przez zespół Safronova, przekazywany jest w sposób ciągły z powstającego jądra do dysku na skutek pola magnetycznego w środowisku turbulentnym obłoku. Turbulencje te wymagają dopływu energii by nie wygasły. Tę energię dostarcza nagrzewanie się lekkiego środowiska obłoku w wyniku wzrostu ciśnienia i tarcia pomiędzy cząsteczkami i opadanie czyli tak zwana akrecja gazu i pyłu na płaszczyznę torusa dysku.

Tego typu dyski protoplanetarne począwszy od początku lat dziewięćdziesiątych dwudziestego wieku obserwuje się przy pomocy teleskopów szczególnie wyraźnie w świetle promieniowania podczerwonego. Gazy a szczególnie drobne ziarenka pyłu emitują silnie w paśmie cieplnym i wiele tego typu obiektów zarejestrowano na fotografiach z orbitalnego teleskopu Hubble'a.



Ryc. 4. Dysk proto-planetarny widziany w podczerwieni u jednej z młodych gwiazd przy pomocy teleskopu Hubble'a.

Mamy zatem uformowany torus dysku protoplanetarne go okalający młodą powstającą jeszcze gwiazdę pojedynczą o masie naszego Słońca. Przy tym skład pierwiastkowy dysku jest identyczny ze składem gwiazdy. Jaka jest przy tym masa dysku w stosunku do masy młodej gwiazdy? Można się o tym przekonać biorąc za przykład obecny Układ Słoneczny, jak dotychczas najlepiej poznany układ planetarny Galaktyki.

Minimalną masę dysku protoplanetarnego wyliczyć można na drodze dodania do masy znajdujących się tu planet dodatkowego komponentu lotnego, w ilości wystarczającej by skład sumaryczny odpowiadał składowi Słonecznemu, czy też zwanemu inaczej składem kosmicznym. Te silnie lotne elementy, który to komponent planety utraciły, a na który składały się głównie gazy jak wodór i hel oraz lotne związki węgla, azotu, tlenu i inne, zostały usunięte w późniejszych etapach formowania się planet na skutek silnego wiatru formującej się gwiazdy w pewnym stadium jej formowania.

W rekonstrukcjach różnych badaczy, masy planet wewnętrznych tak zwanej grupy ziemskiej należy pomnożyć 250 do 500-krotnie aby uzyskać skład odpowiadający składowi kosmicznemu. Tyle zatem masy zostało utraconej z tej części dysku protoplanetarnego w czasie powstawania planet. Masy Jowisza i Saturna powiększyć trzeba trzy do pięciu razy, a masy Urana i Neptuna należy powiększyć trzydziesto- czy nawet pięćdziesięciokrotnie. W ten oto prosty sposób można ocenić minimalną masę wczesnego dysku proto-planetarnego na około jedną setną masy gwiazdy centralnej, co jest o rząd więcej niż wynosi współczesna masa planet Układu Słonecznego.

Uważa się jednak, że masa ta mogła być również sporo większa. Nie tylko bowiem dysk proto-planetarny utracił swój najbardziej lotny komponent ale również wiele mniejszych ciał zostało z tego dysku wyrzuconych w przestrzeń międzygwiazdową na skutek oddziaływań perturbacyjnych formujących się planet-gigantów. Ubytek masy na tej drodze nie mógł zajść w rejonie, gdzie formowały się planety grupy ziemskiej, albowiem planety te nie mogły nadać innym ciałom aż tak wielkiej prędkości niezbędnej do ucieczki z pola grawitacyjnego Układu Słonecznego, czyli tak zwanej trzeciej prędkości kosmicznej, która w rejonie orbity Ziemi wynosi 42 km/s. Z rejonu planetoid utracona została masa o setki razy przewyższająca obecną masę sumaryczną planetoid. Z rejonu planet zewnętrznych, gdzie formowały się planety giganty została usunięta masa twardych ciał oceniana jako wielokrotność obecnej masy tych planet. Wziąwszy to wszystko pod uwagę, masa dysku proto-planetarnego mogła stanowić 3% do 5% masy gwiazdy centralnej. Model taki nazywany jest proto-planetarnym obłokiem małej masy i stanowi klasyczny model powstawania układu planetarnego przedstawiony przez grupę Safronowa i ogólnie uznanym za obowiązujący. Najwyższa gęstość w obłoku panowała w strefie wewnętrznej i malała wraz z oddalaniem się od gwiazdy centralnej. Całkowity moment obrotowy tego systemu wynosił 10^{52} g·cm²/s.

Powstanie dysku pyłowego i akumulacja małych ciał wewnątrz dysku proto-planetarnego.

Jak było to powiedziane wyżej, w skład obłoków międzygwiazdowych wchodzi oprócz gazów również pyły o wymiarach średnio nie przekraczających 100 nanometrów. Pyły te mają niejasne jeszcze pochodzenie ale wiele z nich jak nano-diamenty mogą kondensować się w próżni międzygwiazdowej galaktyk bogatej w organiczne molekuly takie jak alkohole czy aminokwasy, cegiełki życia. Panująca w przestrzeni bardzo niska temperatura zbliżona jest do kilku stopni powyżej zera bezwzględnego. Wyjaśnić tu trzeba, że 0 stopni K (Kelvina) odpowiada temperaturze -273,15 stopni Celsjusza. Tak niska temperatura jest bardzo korzystna dla kondensacji atomów węgla na zarodkach krystalicznych i narastania samoistnie organizującej się struktury diamentu. Węgiel ten pochodzić może z rozpadu molekul organicznych pod wpływem promieniowania kosmicznego. Inne drobinki pyłowe powstają w wyniku wybuchu nowych i supernowych gwiazd i rozpraszane w przestrzeni kosmicznej Galaktyki z czasem wchodzi w skład formujących się systemów planetarnych. Znane są takie ziarna o składzie węglików krzemu o rozmiarach dochodzących do 10000 nm czyli 10 mikronów (0,01 mm). Pyły te wraz z gazem stanowią wspólną masę zapadającego się obłoku proto-gwiazdowego.

Na skutek wysokiej temperatury, która pojawiła się w dysku proto-planetarnym podczas jego raptownej fazy ściskania, wiele z tych cząstek pyłu gwiazdowego uległa odparowaniu z następującą po tym kondensacją zachodzącą na peryferiach dysku, wtedy gdy pary w wyniku turbulencji wydostają się z gorących obszarów obłoku w chłodniejsze. Proces ten powtarzał się wielokrotnie aż cząsteczki pyłowe wewnątrz stygnącego po zakończeniu fazy raptownego kolapsu dysku proto-planetarnego urosły i osiągnęły rozmiary 0,01–0,1 mm.

Cząstki pyłowe, w stygnącym dysku protoplanetarnym nie tylko wzrastały w wyniku kondensacji pary na ich powierzchniach mineralnych ale zaczęły przemieszczać się w kierunku powierzchni centralnej dysku, niejako powierzchni równikowej, która w przypadku Układu Słonecznego nazywana jest teraz powierzchnią ekliptyki. Dla wygody i uproszczenia nazwijmy ją powierzchnią ekliptyki dysku protoplanetarnego. Nie wszystkie cząsteczki opadały z jednakową prędkością. Nie panowała tu również próżnia jaka występuje w dzisiejszym systemie planetarnym. Było tam sporo zgęszczonego gazu, który hamował mniejsze cząsteczki a nie stanowił większego oporu dla większych ziarenek. Ziarenka większe opadały do

płaszczyzny ekliptyki dysku protoplanetarnego prę-
 dzej niż mniejsze. Opadając te większe ziarenka zderzały
 się wielokrotnie z mniejszymi i w wyniku tych zderzeń
 powiększały swoje rozmiary jak i prędkość opadania.

Większość ziarenek składała się z metalicznego
 żelaza z domieszką niklu, kobaltu, irydu i innych
 pierwiastków syderofilnych, oraz z krzemianów ta-
 kich jak spinel, piroksen i oliwin.

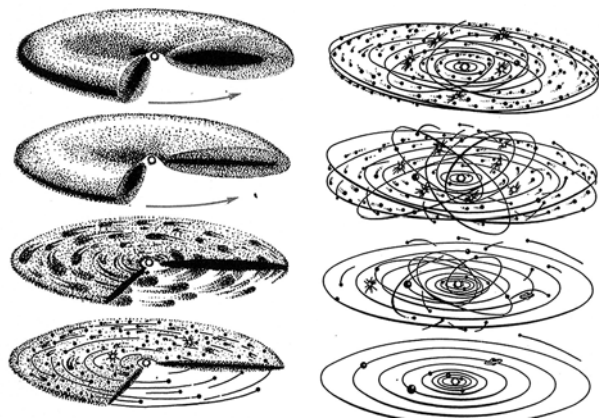
Zlepianie ziarenek pyłu, zachodziło zapewne pod
 wpływem rozmaitych efektów, z których obecnie mo-
 żemy wymienić siły przyciągania van der Waalsa po-
 wodujące silne niejako sklejenie się cząsteczek, które
 zbliżyły się do siebie na krytycznie bliską odległość.
 Inną przyczyną może być występowanie odkrytej
 jeszcze w 1948 roku siły Casimira, która pochodzi od
 dosyć tajemniczej energii próżni rządzonej prawami
 mechaniki kwantowej. Jeszcze inną przyczyną jest
 występowanie pola magnetycznego dysku formują-
 cej się gwiazdy centralnej, dzięki której magnetycz-
 nie aktywne ziarenka wzrastały na skutek wzajem-
 nego przyciągania magnetycznego. Ziarenka żelazne
 opadały stosunkowo prędko z powodu swojej masy
 i wzrastały najprędzej tworząc w płaszczyźnie dysku
 protoplanetarnego swoistego rodzaju pierścień żelaz-
 ny, na który opadały inne ziarenka o składzie krze-
 mianowym, a w odległych i zimnych rejonach ziaren-
 ka lodowe o zróżnicowanym składzie.

W ten oto sposób utworzył się w płaszczyźnie
 ekliptyki dysku protoplanetarnego pierścień pyło-
 wy zwany też sub-dyskiem protoplanetarnym lub
 pierścieniem akrecyjnym, zaczątek formowania się
 planet. Obserwacje podobnych dysków protoplane-
 tarnych promieniujących w zakresie widma podczer-
 wonego są obecnie prowadzone i znanych jest wiele
 podobnych obiektów, które występują w obszarach
 burzliwych rejonów gwiazdotwórczych, w obłokach
 takich jak przykładowo wspomniany w gwiazdozbio-
 rze Oriona.

W gęstym środowisku, w którym znajdują się teraz
 ziarenka, ich zderzanie się ze sobą jest dużo częstsze
 i ziarenka te wzrastają prędko do kilkocentymetro-
 wych nawet rozmiarów. Ewolucja tych ziarenek przy-
 pomina nieco proces flokulacji drobnych cząsteczek
 zawieszonych w wodzie i wiele modeli posługuje się tymi
 właśnie przykładami.

Warunki w tym sub-dysku pyłowo-gazowym były
 bardzo niezwykle, przez materiał przebiegały często
 fale uderzeniowe, echa katastroficznych procesów za-
 chodzących w rodzącej się gwiazdzie centralnej, prze-
 cinały go gorące fale plazmowe zjonizowanego wodoru
 gnane niestabilnościami magnetycznego pola gwiaz-
 dy, przeszywały olbrzymie błyskawice wyładowań
 elektrycznych, w porównaniu z którymi pioruny

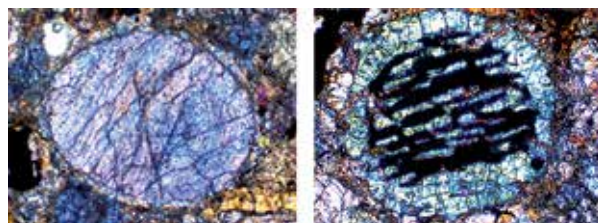
naszych burz to jedynie dziecięca igraszka. W tych
 warunkach powstawał bardzo niezwykle rodzaj ma-
 teriału budowlanego, prymitywnych cegiełek, z któ-
 rych budowane były fundamenty planet.



Ryc. 5. Schemat ewolucji dysku proto-planetarnego i powstawania układu planetarnego według klasycznego modelu Szmida-Safronova.

Taką prymitywną materię możemy dziś badać
 w najbardziej powszechnych i jednocześnie pry-
 mitywnych pod względem ewolucji przetworzenia
 materiału meteorytach zwanych chondrytami. Chon-
 dryty są rodzajem skał zbudowanych głównie z krze-
 mianów magnezu, wapnia i żelaza takich jak pirok-
 seny i oliwiny oraz z domieszką czasem około 25%
 ziarenek, a właściwie kryształków metalicznego żel-
 za. Główną masę chondrytów stanowią kryształy me-
 talu i krzemianów, ich rozdrobnione fragmenty oraz
 przedziwne formy strukturalne zwane chondrami, od
 których to chondryty, rodzaj meteorytów je zawiera-
 jących, bierze swoją nazwę. Chondry są właśnie tym
 bardzo prymitywnym śladem topienia się pierwot-
 nego pyłu dysku protoplanetarnego, zastygania sto-
 pionych kropelek wewnątrz prymitywnej atmosfery
 mgławicy i ich rekrytalizacji. Ten niezwykle cenny
 z punktu widzenia planetogenezy materiał jest ciągle
 przedmiotem badań planetologów i wciąż wnosi wie-
 le nowych danych na temat bardzo wczesnych eta-
 pów formowania się planet.

Warunki związane ze skomplikowanymi i nie



Ryc. 6. Chondra o składzie piroksenowym (lewa) i oliwinowym (prawa) z meteorytu Pultusk, fotografia szlif w mikroskopie petrologicznym.

w pełni znanymi procesami, takimi jak wpływ pola
 magnetycznego i rezonans grawitacyjny w dysku,
 doprowadził do ciągłych zderzeń poszczególnych

ziaren i formułowania ich w coraz większe bryły, jak i powstawania lokalnych zagęszczeń materiału prowadzących do utworzenia wielu sporej wielkości ciał kosmicznych. Grubość początkowego dysku w odległości jednostki astronomicznej od gwiazdy centralnej nie była duża i ocenia się ją na około 20 kilometrów, toteż gęstość pyłu i większych brył mogła być tu znaczna. Rój ten mógłby być porównany w przybliżeniu do obecnego roju ciał kosmicznych w strefie planetoid. Przyjęło się nazywać te ciała kosmiczne roju protoplanetarnego, planetezymalami.

Planetezymale, jak już wspomniałem powyżej, były niewielkimi globami, ale nie znaczy to, że były one kruche, zimne i luźno zespolone. Na powierzchni planetezymali występował grunt o składzie pyłowego dysku akrecyjnego oraz skały o składzie chondrytów. Głębiej temperatura podnosiła się bardzo prędko, materiał nagrzewał się, składniki lotne uchodziły do warstw powierzchniowych. Uchodzące gazy pozostały w dzisiaj badanych chondrytach wiele śladów i dziwacznych oraz chemicznie skomplikowanych formacji szczególnie często spotykanych w bogatych w materię lotną i organiczną chondrytach węglistych. W miarę wzrostu temperatury skały typu chondrytów ulegały metamorfizmowi i topieniu, a ziarenka metalu topiły się i spływały grawitacyjnie do głębszych stref ciała kosmicznego, by utworzyć w jego centrum metalowe jądro. Wynoszony przy tym materiał krzemianowy tworzył strefy przejściowe pomiędzy żelaznym jądrem a chondrytową skorupą. Pozostałości tych ciał w postaci meteorytów spoczywają na półkach wielu naszych muzeów i galerii z minerałami. W uproszczeniu można stwierdzić że meteoryty żelazne pochodzą z fragmentów żelaznego jądra planetezymali, chondryty to skały skorupy, względnie bliskie powierzchni, a ze stref pośrednich pochodzą meteoryty kamienno-żelazne takie jak pallasyty i mezosyderyty.

Dlaczego jednak tak małe globy były na tyle gorące, by ich wnętrza wypełniało roztopione żelazo? Otóż, jak to wykazały badania składu izotopowego materii meteorytów, znaleziono w nich szereg izotopów będących produktami radioaktywnego rozpadu wcześniej istniejących, a dziś już wymarłych pierwiastków radioaktywnych. I tak występują w nich izotopy ksenonu z których część powstała na drodze rozpadu promieniotwórczego dawno wymarłych już izotopów jodu z masą atomową 129 i plutonu z masą atomową 244. Pierwiastki te cechują się okresem półrozpadu 17 lat i 82 lata, a synteza tych pierwiastków mogła nastąpić jedynie podczas wybuchu supernowej. Ponieważ jak to było wcześniej powiedziane, wybuchy supernowej stanowiły mechanizm zainicjowania

kolapsu obłoku międzygwiazdowego, co stanowiło początek formowania się systemu planetarnego, to można przyjąć, że czas pomiędzy początkiem zapadania się obłoku, do którego wstrzyknięte zostały produkty syntezy gwiazd supernowych, a powstaniem planetezymali nie był dłuższy niż sto milionów lat. Jeśliby ten czas był dłuższy, to nie znaleźlibyśmy efektów tego rozpadu w meteorytach. Niektóre źródła wskazują na jeszcze krótszy czas, bo zaledwie dziesięć milionów lat i wskazują na bardzo potężne źródło promieniotwórczego pieca planetezymali jakim był krótkotrwały izotop aluminium o masie atomowej 26 przekształcony po rozpadzie promieniotwórczej w izotop magnezu o tej samej masie atomowej.

Akumulacja ciał planetarnych.

Dysk protoplanetarny złożony z młodej gwiazdy centralnej i liczego roju planetezymali obdarzonych różnymi masami i prędkościami orbitalnymi jest bardzo skomplikowanym systemem i opisuje się go tak zwanym spektrum mas i prędkości. Ciała wewnątrz dysku w pobliżu gwiazdy centralnej poruszają się po swoich orbitach prędzej niż na orbitach położonych dalej od gwiazdy. Przekazywanie momentu obrotowego zachodzi teraz na zasadzie oddziaływania ciał pomiędzy sobą. Stanowią one wciąż środowisko „lepkie”, to znaczy pomiędzy planetezymalami zachodzą współoddziaływania grawitacyjne i zderzeniowe. Ciała, które poruszają się prędzej i wyprzedzają wolniejszą planetezymalę, grawitacyjnie niejako pociągają ją nieco, dodają prędkości. Poruszając się prędzej wychodzi ona na nieco dalszą od gwiazdy orbitę i oddaje tę nadwyżkę energii wolniejszej, która w dalszym sąsiedztwie poruszała się wolniej. Planetezymala, która oddała nadwyżkę energii porusza się znowu nieco wolniej i z powrotem spada na niższą orbitę, by tam znowu nabrać przyspieszenia na skutek grawitacyjnego oddziaływania szybszego od siebie sąsiada. Tak też proces ten może się powtarzać wielokrotnie, a moment pędu będzie powoli przekazywany od strony gwiazdy centralnej na zewnątrz dysku, który w tym procesie będzie się wypłaszczal i rozszerzał.

System tu opisany składający się z niezliczonej ilości planetezymali nie jest systemem stabilnym, a planetki oddziaływając pomiędzy sobą na drodze grawitacyjnego przekazywania energii pływami oraz na drodze zderzania się tworzą coraz większe globy oddalone od siebie na odległości zapewniające stabilność systemu. W przypadku Układu Słonecznego odległości te uprządkowane są według reguły Titusa-Bodego.

Dla reguły Titusa-Bodego nie znaleziono jeszcze teoretycznego wytłumaczenia i nie wiemy, czy jest

ona wynikiem jakiejś prawidłowości kosmogonicznej, czy też przypadkową regułą liczbową.



Ryc. 7. Schemat rozmieszczenia drobnych ciał kosmicznych w pasie planetoid pomiędzy orbitami planet wewnętrznych a orbitą Jowisza, oraz zdjęcie jednej z typowych planetoid wykonane przez sondę kosmiczną.

Planetoidy krążące dookoła Słońca pomiędzy orbitami Marsa i Jowisza stanowią mogą najbardziej prawdopodobny obraz planetezymali. Są one obiektami tak małymi, że tylko dla czterech większych i najwcześniej przez to odkrytych udało się w dziewiętnastym wieku pomierzyć średnice kątowe i wyznaczyć ich rozmiary, i to niezbyt precyzyjnie. Obecnie znamy bardziej precyzyjnie te rozmiary i tak największa Ceres ma średnicę przekraczającą 1000 kilometrów i właściwie według definicji mogłaby być nazywana planetą. Inne to Pallada o średnicy 608 km i Vesta o średnicy 538 km, reszta planetoid jest mniejsza, a ich całkowita masa nie przekracza dziesiątej części masy Księżyca. Nawet jeśli by zebrać wszystkie planetoidy razem to nie utworzą one masy chociażby planety podobnej rozmiarem do Marsa.

Na podstawie badań spektrum odbicia światła planetoid i składu niektórych z nich metodami pośrednimi jak i bezpośrednimi i porównaniu rezultatów potwierdziły się przypuszczenia o tym, że meteoryty to fragmenty planetoid. Prymitywna struktura i skład meteorytów wykazał, że pochodzą one z niewielkich rozmiarów ciał rodzicielskich, które na skutek wielokrotnych zderzeń uległy silnej fragmentacji. Ślady tych zderzeń zapisane są w krystalicznej siatce minerałów budujących meteoryty w postaci tak zwanego metamorfizmu uderzeniowego. Można zatem przypuszczać, że planetoidy to jeden z najbardziej pierwotnych materiałów planetotwórczych i że stanowią one fragmenty dawnych planetezymali.

Zatem, można przypuścić z dużą dozą prawdopodobieństwa, że swojego rodzaju rezonansy

w oddziaływaniu grawitacyjnym planetezymali doprowadziły do akumulacji na orbicie dookoła gwiazdy centralnej planet oddalonych od siebie na dosyć harmonijne odległości opisane regułą Titusa-Bodego. Na podstawie obecności w skałach Ziemiśkich śladów rozpadu promieniotwórczego izotopu aluminium można też stwierdzić, że akumulacja planetezymali doprowadziła do powstania planet grupy ziemskiej i zakończyła się jeszcze w okresie nie dłuższym niż 100 milionów lat od zainicjowania kolapsu obłoku międzygwiazdowego wybuchami gwiazd supernowych.

Nieco bardziej ciekawe procesy zachodziły w strefie dzisiejszych planet zewnętrznych. Planety te bardzo różnią się od planet grupy ziemskiej rozmiarami i zbudowane są z elementów lotnych, jednak różnią się one też pomiędzy sobą. Największe Jowisz i Saturn zbudowane są głównie z wodoru i helu, podczas gdy gazów tych w składzie Urana i Neptuna jest bardzo niewiele.

Przyjmuje się dwa stadia budowy tych planet-gigantów. Na pierwszym etapie, podobnie jak i w strefie planet wewnętrznych, zachodziła akumulacja ciał twardych z których powstawać zaczęły jądra planet-gigantów. Kiedy jądra te osiągnęły poziom masy krytycznej, rozpoczynał się następny etap, w którym planety-jądra absorbowwały (dokonywały akrecji) z dysku protoplanetarnego ogromnych ilości gazów jakie mogły pochwytać swoim polem grawitacyjnym w strefach swojego oddziaływania.

W wyniku panowania niskiej temperatury w strefie dysku, w której poruszały się zgęszczenia materii planet zewnętrznych, zachodziła tam kondensacja substancji lotnych takich jak woda, amoniak czy metan. W strefie Jowisza powierzchniowa gęstość twardych ciał była dużo większa niż w strefie Ziemi i wynosiła około 20 g/cm^3 , a początkowe masy zgęszczeń dochodziły do 10^{22} grama (10 miliardów ton). Ich gęstości na początku procesu akrecji jąder była z kolei 2–3 krotnie mniejsza niż w strefie Ziemi, toteż proces ich zagęszczania trwał tu nieco dłużej a zgęszczenia przemieniały się po około milionie lat w solidne globy, jądra planet-gigantów o masach 10^{26} – 10^{28} gramów (10 tryliardów ton).

Jak wspominałem poprzednio, gazy ze strefy dysku protoplanetarnego planet wewnętrznych zostały usunięte w czasie około 10 milionów lat od początku formowania się systemu. W rejonie powstawania planet-gigantów trwał znacznie dłużej bo ponad 100 milionów lat. Ciało kosmiczne pogrążone w tym gazie, dopóki jest niewielkie nie może pochłaniać tego gazu, ale przyjmuje niewielką strefę atmosfery. Jednak w czasie wzrostu masy, jego atmosfera przyrasta szybciej i przy przekroczeniu pewnej wartości granicznej

masę, atmosfera przechodzi w stan niestabilny i ciała kosmiczne pochłaniają gazy ze swojej strefy masywnej, a ich atmosfera staje się nieprzeźroczysta. Wzrost jąder planet-gigantów trwać mógł do kilkudziesięciu milionów lat w strefie Jowisza i dwukrotnie dłużej w strefie Saturna.

Część planetezymali ze strefy planetoid, która uzyskiwała większe prędkości od trzeciej prędkości kosmicznej w danej strefie, została wyrzucona poza układ planetarny albo w tak dalekie jego peryferie, że nie sposób obecnie je obserwować. Jednym słowem działania jąder planet-olbrzymów przeszkadzały w akumulacji planety w strefie planetoid. Ocenia się, że w ten sposób jądra te spowodowały „wymiecenie” praktycznie większości planetezymali. Mało tego, orbity jąder planet-gigantów przecinały pas planetoid i zagłębiały się nawet w strefę wzrostu planety Mars. Ze strefy zewnętrznej planetezymali z których miał utworzyć się Mars „wymieciona” została znaczna ilość materii. Jest to przyczyną, że Mars jest dużo mniejszy od Ziemi i przez to nie tak geologicznie aktywny. Według oceny grupy Safronova, ciała strefy Jowisza mogły przechwycić ponad połowę masy planetezymali strefy planetoid, a resztę wyrzucić ze strefy planetoid w strefę planet grupy wewnętrznej czy, jak to już wspominałem, poza granice układu.

W stadium prędkiego wzrostu, kiedy większość jąder zdążyła już się ze sobą połączyć, Jowisz mógł wyrosnąć do 50 mas ziemskich zaledwie w ciągu 200 lat. Należy sobie też zdawać sprawę z tego, że akrecja materiału na tak olbrzymią planetę powodowała jej silne rozgrzewanie. Toteż temperatura powierzchniowych warstw atmosfery Jowisza, którego masa urosła do 60 mas ziemskich wynosiła 5000 K i świecił on niczym gwiazda. Obecna masa Jowisza wynosi około 318 mas ziemskich i planeta promieniuje więcej energii cieplnej niż jej otrzymuje ze Słońca. Podobnie temperatura akrecyjna Saturna była wysoka i wynosiła 2000–2400 stopni Kelvina.

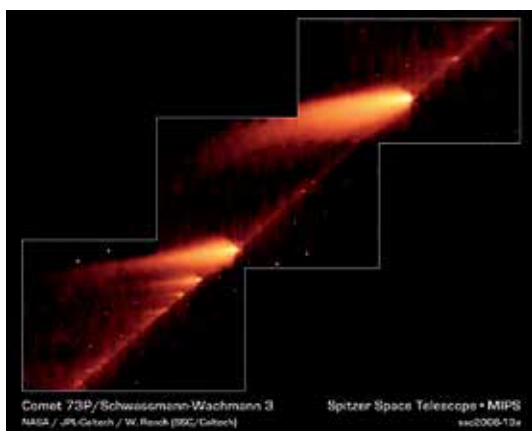
W okresie wzrostu właściwej masy Jowisza uformował się dookoła tej planety pyłowo-gazowy dysk akrecyjny o rozmiarach ponad dwudziestokrotnie przewyższających promień planety. Gaz powoli uległ dyssypacji, a z twardych pozostałości kondensacji po późnych etapach akumulacji planety utworzyły się cztery galileuszowe księżycy Jowisza. W dysku Saturna temperatura nie przekraczała 300 K i woda występowała w stanie stałym. Podobnie niska temperatura panowała w dysku akrecyjnym Jowisza na wysokości orbity Ganimedesa i dalej. W odległości odpowiadającej orbicie Europy i w rejonach bliższych planety temperatury były na tyle wysokie, że woda mogła występować w stanie pary.

Przyjmuje się, że planety Uran i Neptun powstały w bardzo zbliżony sposób, lecz z nieco innego materiału. Okres ich akrecji był znacznie dłuższy niż w przypadku Jowisza i Saturna i kiedy zarodki tych planet wyrosły na tyle, że mogłyby pochłaniać z przestrzeni dysku protoplanetarnego gazy, wodór i hel dawno już uległy dyssypacji w przestrzeń międzygwiazdową w wyniku silnego wiatru słonecznego gwiazdy centralnej. Pozostały cięższe substancje lotnych molekuł jak amoniak, woda, czy metan, z których uformowały się globy tych gigantycznych planet.

Pozostało jeszcze zastanowić się nad ostatnim z ważnych elementów składowych układu planetarnego jakim są komety. W czasie ostatnich 200 lat wiedza o nich posunęła się znacznie naprzód. Jeszcze w roku 1796 Laplace zaproponował hipotezę o przechwytywaniu komet przez planety-giganty z przestrzeni międzygwiazdowej. Nieco później bo w 1812 roku Lagrange wyraził przypuszczenie, u podstaw którego była idea tworzenia komet na skutek wulkanicznych wybuchów na ciałach planetarnych. Przez następny okres wielu lat nic nowego nie pojawiało się, a wyżej wymienione idee rozwijały się niezależnie w różnych środowiskach akademickich. Niektórzy uważali, że to wulkany działające na planetach-gigantach są rodzicielami komet. Po krytyce tego poglądu przeniesiono proponowaną działalność wulkaniczną na księżycy tych planet. Z drugiej strony nie było żadnego argumentu na podtrzymanie hipotezy o międzygwiazdowym pochodzeniu komet, bo pomierzone orbity wszystkich znanych komet okazały się eliptycznymi, co wyraźnie łączyło ich genezę z naszym układem planetarnym. Gdyby spadały one spoza układu planetarnego, z przestrzeni międzygwiazdowej, to ich orbity musiałyby mieć charakter hiperboliczny, a takich jednak jak dotąd nie znaleziono. Poza tym Słońce wraz z układem planetarnym porusza się na tle okolicznego środowiska z prędkością dosyć znaczną bo około 20 km/s i taki przechwyt mógłby być bardzo trudny do wytłumaczenia. Nie jest jednak do wykluczenia, że elementy układu planetarnego mogą zderzyć się z wędrującymi w przestrzeni międzygwiazdowej kometami. Taka jednak kometa, nawet jeśli by nie wpadła na któreś z ciał kosmicznych układu planetarnego, to nie mogłaby wejść na orbitę około gwiazdy centralnej, jak to obserwuje się u powracających okresowo komet. Przyjąć zatem przyszło tezę, że komety stanowią element składowy układu planetarnego gwiazdy, czyli w naszym przypadku są elementem Układu Słonecznego.

Pewien postęp zrozumieniu problemu pochodzenia komet nastąpił dopiero bardzo niedawno temu, bo w 1950 roku kiedy J. Oort po obliczeniu orbit

19 znanych wówczas komet dowiódł, że ich aphelia znajdują się poza orbitą Neptuna i zaproponował ideę istnienia chmury komet otaczającej dookoła cały układ planetarny nazwany od nazwiska odkrywcy Obłokiem Oorta. Chmura ta otacza w sposób kulisty cały system planetarny i znajduje się w odległości 30 do 100 tysięcy jednostek astronomicznych od gwiazdy centralnej, a może rozciąga się jeszcze dalej, aż do granicy grawitacyjnej dominacji Słońca, poza którą ciała będą podlegały siłom przyciągania innych sąsiednich gwiazd. Z obłoku tego, na skutek zaburzeń powodowanych przez najbliższe gwiazdy i gęste obłoki gazowo-pyłowe, niektóre z komet modyfikują swoją orbitę na silnie wydłużoną i zagłębiają się do wnętrza układu planetarnego. Po pewnym okresie krążenia na tak wydłużonej orbicie, na której zbliża się do gorących obszarów w bezpośrednią bliskość gwiazdy, kometa traci składniki lotne, a zbliżając się do planet rozpada się na szereg fragmentów i spada na którąś z nich tak jak to obserwowaliśmy w 1994 roku, kiedy szereg fragmentów byłej komety Shoemaker-Levy 9 spadło do atmosfery Jowisza.



Ryc. 8. Fragmenty komety Shoemaker-Levy 9 zmierzające w kierunku Jowisza.

Oort w połowie dwudziestego wieku przypuszczał, że komety powstały na skutek wybuchu planety w rejonie pasa planetoid. Obecnie wiadomo, że głównym mechanizmem, w wyniku którego powstały komety występujące w obłoku Oorta było wyrzucanie pierwotnej materii dysku protoplanetarnego przez powstające planety-olbrzymy. W wyniku oceny współczesnych modeli kosmogonicznych okazało się, że poza granice układu planetarnego wyrzucona została masa stokrotnie przewyższająca masę wszystkich ciał kometarnych zawartych wewnątrz obłoku. Największy wkład w wyrzucaniu ciał poza układ planetarny przypada Jowiszowi, jednak okazało się, że budowniczym obłoku kometarnego jest inna planeta, Neptun. Neptun położony jest bliżej siedliska komet, jego strefa jest najchłodniejszą i dlatego ciała

wyrzucone z tej strefy charakteryzują się najwyższą zawartością substancji lotnych w porównaniu z resztą ciał Układu Słonecznego. Ocenia się, że sumaryczna masa wszystkich wyrzuconych komet do obłoku Oorta ze strefy dysku protoplanetarnego stanowiącego strefę oddziaływania Neptuna kilkakrotnie przewyższa masę Ziemi. Ocenia się, że obłok powstał w okresie około miliarda lat od momentu kolapsu mgławicy. Uznanie genezy komet jako produktu ubocznego tworzenia się planet-gigantów znalazło szerokie uznanie w świecie nauki.

Nie można też wykluczyć, że na obłok kometarny Oorta złożyły się ciała o rozmaitej genezie. Mogłyby tam być najbardziej pierwotne komety uformowane ze zgęstków materii gazowo-pyłowej obłoków międzygwiazdnych, które w okresie zapadania się obłoku pozostały dookoła tworzącego się dysku protoplanetarnego. Mogłyby być również komety o nieco bardziej przetworzonej materii kondensujące na peryferiach dysku i z materiału dysku protoplanetarnego, daleko poza orbitami niedawno odkrytych planet transneptunowych. Do tych dwóch typów genetycznych komet obłoku Oorta dołączyć mogły komety będące ciałami wyrzucenymi do obłoku przez formującą się planetę Neptun i inne planety-giganty. Mamy zatem możliwości występowania w zasadzie trzech różnych genetycznych populacji komet wewnątrz obłoku Oorta. Struktura tego obłoku jest nam jeszcze nieznana i może w przyszłości okazać się bardziej złożona niż możemy to w chwili obecnej przypuszczać.



Ryc. 9. Jądro komety Halleya fotografowane z sondy kosmicznej.

Jak to niejednokrotnie wspomniano w tekście powyżej, wielokrotność materii powstającego systemu planetarnego została wyrzucona poprzez oddziaływania grawitacyjne tworzących się planet-gigantów. Materiał ten nie mógł zniknąć bez śladu. Poszybował on w otchłań międzygwiazdną, jak to uczyniły nasze sondy kosmiczne serii Pionier i Voyager. Można

zatem przypuszczać, że podobnie dzieje się i w innych systemach planetarnych, z których podobnie wyrzucana jest ogromna ilość materii. W przestrzeni międzygwiazdowej błądzi zatem wiele kometo-podobnych

ciał. Nie byłbym zdziwiony usłyszeć, że takie „błędne komety” jako czwarta grupa genetyczna wchodzić mogą w skład obłoku Oorta.

■ Dr Marek S. Żbik jest pracownikiem The University of Queensland, Brisbane w Australii. E-mail: m.zbik@qut.edu.au.

NA POCZĄTKU BYŁO „WHITE”

Alicja Görlich, Jolanta Górską-Andrzejak (Kraków)

Wiek XX był świadkiem wielkiego pogłębienia wiedzy w naukach biologicznych, w tym także genetyki, która poznając naturę i działanie genów próbowała zrozumieć, czym właściwie jest życie i co gwarantuje jego ciągłość. Rozpoczęte w poprzednim stuleciu przez Grzegorza Mendla poszukiwania „cząstek dziedziczności”, nazwanych później „genami”, ostatecznie doczekały się wyjaśnienia ich lokalizacji i struktury, a także działania i sposobu dziedziczenia.

Bez wątpienia krokiem milowym w tych badaniach były dokonania Thomasa Hunta Morgana (1866–1945) (Ryc. 1), który dzięki eksperymentom na muszce owocowej, *Drosophila melanogaster*, udowodnił, że geny mieszczą się w chromosomach i sformułował chromosomową teorię dziedziczności. Otrzymał za nią Nagrodę Nobla w dziedzinie medycyny i filozofii w 1934 roku. Jednak sam gen był w czasach Morgana wciąż jeszcze pojęciem abstrakcyjnym – jedynie liczbą wskazującą na mapach genowych chromosomów jego względne położenie, czyli *locus*.

Kiedy w roku 1953 James Watson i Francis Crick opracowali model podwójnej helisy dla struktury kwasu deoksyrybonukleinowego (DNA), za co zostali uhonorowani w 1962 roku Nagrodą Nobla w dziedzinie medycyny i fizjologii, pytanie, czym jest i jak funkcjonuje gen, powróciło. Zaczęto szukać powiązań między klasycznymi mapami genowymi chromosomów jakie opracowywał Morgan i jego współpracownicy, a budową DNA. Tak z końcem lat pięćdziesiątych XX wieku narodziła się genetyka molekularna. Jednym z jej pionierów był Seymour Benzer (1921–2007), amerykański fizyk, którego przyrodnicza pasja poprowadziła w stronę genetyki.

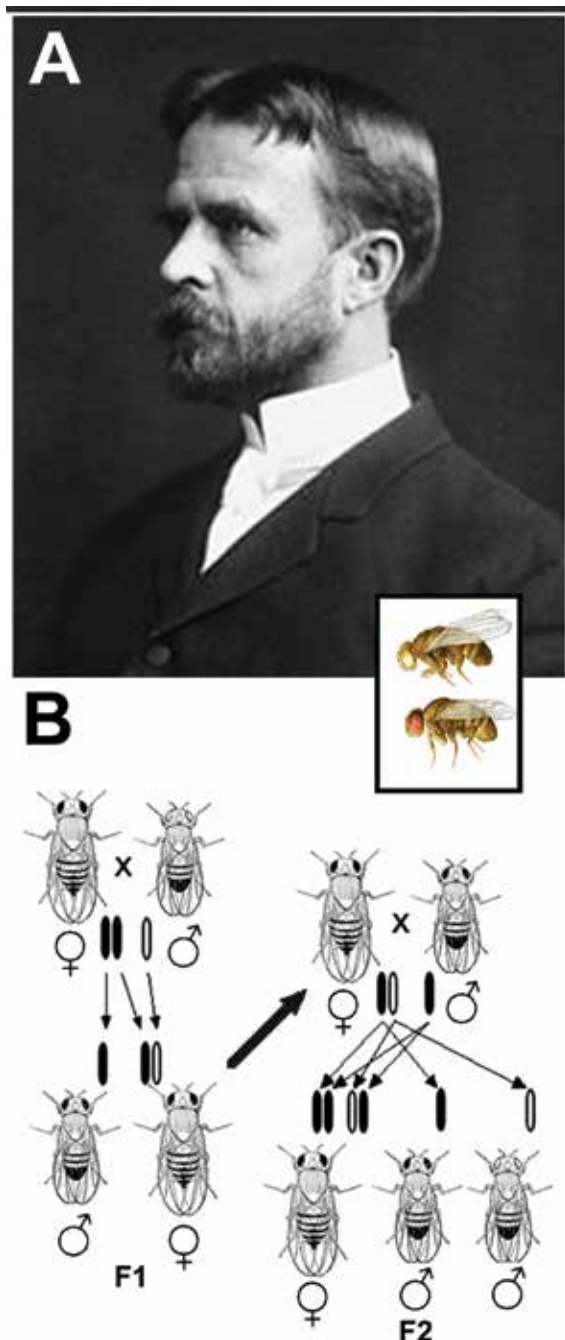
W tamtym czasie w genetyce klasycznej królowało założenie, że gen jest niepodzielnym punktem na mapie genowej chromosomów, a chromosomy w trakcie *crossing-over*, czyli wymiany materiału genetycznego pomiędzy chromosomami homologicznymi podczas mejozy, pękają wyłącznie pomiędzy genami. Benzer podważył to założenie. Twierdził, że jeśli

model Watsona i Cricka jest prawdziwy, to gen nie może być punktem, lecz sznurem nukleotydów, a skoro tak, to zachodzące w procesie rekombinacji pęknięcia łańcucha DNA mogą występować w dowolnym miejscu genu. Występowanie w tekstach gazetowych błędów drukarskich nasunęło mu z kolei myśl, że podobne błędy mogą pojawiać się również w kodzie genetycznym organizmu. Benzer spojrzął więc na nukleotydy budujące nić DNA jak na szczególny alfabet, którego litery w słowach (genach) mogą permutować, ulegać delecji lub insercji. Wyjaśniało to powstawanie mutacji, czyli nie wynikających z procesu rekombinacji trwałych zmian w materiale genetycznym.

Benzera interesowało także to, czy podłoże genetyczne wpływa na zachowanie organizmu; jego badania z tego zakresu stały się kamieniem węgielnym u podstaw genetyki behawioralnej. W latach sześćdziesiątych Seymour Benzer pracował w Caltech (California Institute of Technology), w tym samym laboratorium, w którym kiedyś prowadził swoje badania T.H. Morgan. Miejsce, w którym kilkadziesiąt lat wcześniej eksperymentował na muszce owocowej Morgan, czyli słynny „Pokój Much”, niezwykle inspirowało Benzera i sprawiło, że on także zauważył zalety tego maleńkiego owada jako organizmu eksperymentalnego (Ryc. 2).

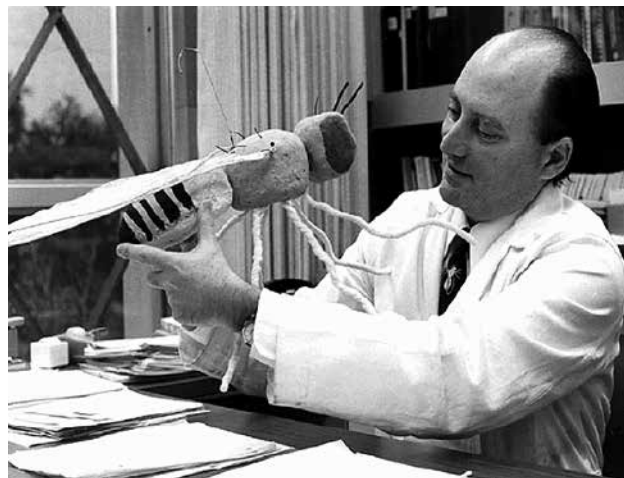
W tamtym czasie znano już wiele mutantów *D. melanogaster*. Były to mutacje spontaniczne lub indukowane przy użyciu czynników chemicznych lub fizycznych. Trzeba jednak wiedzieć, że tę pierwszą w historii, spontaniczną mutację u muszki, zauważył w swojej hodowli Morgan. Nazwał ją *white* ze względu na to, że obarczona nią muszka miała białe (ang. white) oczy, w przeciwieństwie do muszek typu dzikiego, których oczy są czerwone (Ryc. 1). Morgan wyjaśnił związany z picią sposób dziedziczenia genu *white* (Ryc. 1), a ponieważ było to wydarzenie przełomowe, wyznaczające początek badań, które miały zaowocować sformułowaniem chromosomowej teorii

dziedziczności, jeden z naukowców współczesnych Morganowi podsumował to słowami: „na początku było *white*”. (Sam Morgan muszkę o białych oczach



Ryc. 1. A: Thomas Hunt Morgan. Fotografia z 1891 roku (http://en.wikipedia.org/wiki/Thomas_Hunt_Morgan). B: Schemat krzyżówek genetycznych, które pozwoliły Morganowi wyjaśnić sposób dziedziczenia genu *white*. Gdy skrzyżował samca (♂) mutantu o białych oczach z samicą (♀) o oczach czerwonych (typ dziki), wówczas całe ich potomstwo (F1) miało oczy czerwone. Gdy następnie skrzyżował ze sobą samca i samicę z pokolenia F1, w ich potomstwie (pokolenie F2) oprócz osobników o czerwonych oczach pojawiły się także samce o oczach białych. Z pierwszej krzyżówki wynikało, że biały kolor oka jest cechą recesywną w stosunku do oka czerwonego, natomiast z drugiej, że cecha ta jest sprzężona z płcią, a gen kodujący kolor oczu leży na chromosomie X (zmienione za THE PHYSICAL BASIS OF HEREDITY. Thomas Hunt Morgan. Philadelphia: J.B. Lippincott Company 1919; http://en.wikipedia.org/wiki/Thomas_Hunt_Morgan).

nosił w słoiku do domu, niczym skarb, którym z naukowego punktu widzenia rzeczywiście wtedy była). Serie genetycznych krzyżówek testowych pomiędzy kolejnymi mutantami *D. melanogaster* umożliwiły Morganowi i jego współpracownikom konstruowanie map genetycznych chromosomów.

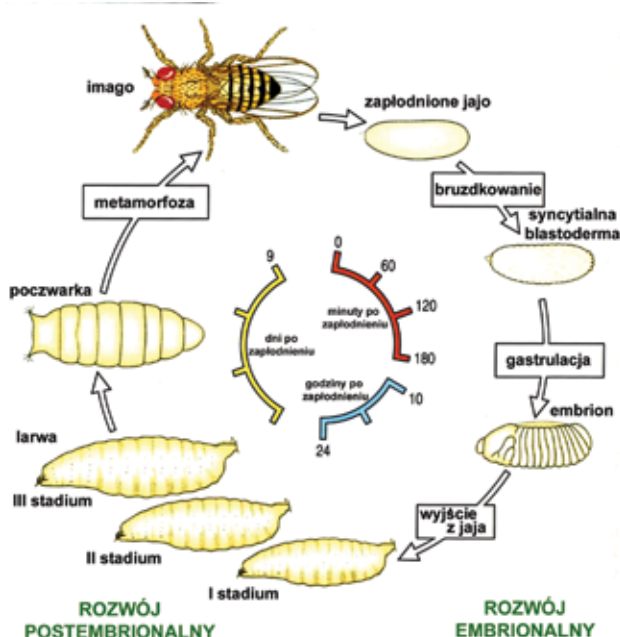


Ryc. 2. Seymour Benzer w swoim pokoju w Caltech, w 1974 roku (http://en.wikipedia.org/wiki/File:Seymour_Benzer.gif).

Morgan rozpoczął swoje badania od białookiego mutantu. Benzer, aby wykazać, że geny sprawują kontrolę także nad zachowaniem, musiał znaleźć mutantu, u którego fenotypowym objawem mutacji byłaby zmiana w zachowaniu. Nic więc dziwnego, że obserwowanie muszek i eksperymenty behawioralne pochłonęły go bez reszty. Przydatna okazała się dobra znajomość cyklu rozwojowego *D. melanogaster* (Ryc. 3), a szczególnie obserwacje dotyczące pory wychodzenia z poczwarki form imago, czyli dorosłych muszek oraz ich dobowego wzorca aktywności lokomotorycznej. Muszki owocowe, które kończą metamorfozę opuszczają poczwarkę przeważnie o świcie. W populacji widoczny jest zatem dobowy (o okresie równym 24 h) rytm wychodzenia z poczwarki z maksimum we wczesnych godzinach porannych. Widoczny jest także dobowy rytm aktywności lokomotorycznej. Jej wzorec posiada dwa wyraźne maksima aktywności, poranne i wieczorne, oddzielone spadkiem aktywności w środku dnia. Ron Konopka, uczeń Seymura Benzera, po wielu miesiącach indukowania mutacji przy pomocy siarczanu etylometanu jako mutagenu, a następnie przeglądania prowadzonej przez siebie hodowli w poszukiwaniu mutantów (badania przesiewowe, ang. screening), zauważył osobniki o zmienionym zachowaniu. Zmiana dotyczyła właśnie dobowego wzorca wychodzenia z poczwarek oraz aktywności lokomotorycznej. Część muszek wykazywała wprowadzić rytmikę, ale o okresie krótszym lub dłuższym od 24 godzin

(tj. 19- lub 28-godzinnym), natomiast część w ogóle jej nie przejawiała (osobniki arytmiczne). Jak się okazało, u tych trzech grup mutantów mutacji uległ dokładnie ten sam gen na chromosomie X. Gen ten został nazwany przez Konopkę i Benzera *period*, w skrócie *per*. W roku 1971 autorzy ci opublikowali badania (Konopka R. J., Benzer S., 1971. Clock mutants of *Drosophila melanogaster*. Proc Natl Acad Sci U S A, 68:2112-6), które pokazywały, że *per* kontroluje dobową rytmikę muszki owocowej. Jednocześnie stanowiły one dowód na to, że podłoże genetyczne wpływa na zachowanie organizmu.

Atmosferę naukową czasów Morgana, Benzera i innych pionierów genetyki oraz genetyki molekularnej opisał Jonathan Weiner w książce pt. „Czas, miłość, pamięć”. Pokazuje ona także, jak wiele ważnych odkryć dokonano dzięki badaniom na *D. melanogaster*.



Ryc. 2. Cykl rozwojowy *Drosophila melanogaster*, tempo rozwoju właściwe dla temperatury 25°C. Po zapłodnieniu komórki jajowej rozpoczyna się rozwój embrionalny, który trwa około 24 godziny. Pierwszym jego etapem jest bruzdkowanie, w wyniku którego powstaje syncytialna blastoderm. Na schemacie zaznaczono także moment, w którym dochodzi do gastrulacji, czyli powstania trzech listków zarodkowych, ekto-, endo- i mezodermi. Po zakończeniu rozwoju embrionalnego z jaja wychodzi larwa pierwszego stadium larwalnego i rozpoczyna się rozwój postembrionalny. W jego skład wchodzi trzy stadia larwalne, a także stadium poczwarki, gdyż *Drosophila melanogaster* jest owadem o przeobrażeniu zupełnym. Po metamorfozie, poczwarkę opuszcza owad dorosły, czyli imago (zmienione za Principles of Development, Lewis Wolpert; Oxford University Press, 2002).

***Drosophila melanogaster* jako model badawczy**

Muszka owocowa nie tylko była, ale nadal jest dobrym modelem badawczym i to nie tylko w genetyce, ale także w badaniach prowadzonych w innych

dziedzinach biologii. Jest ona intensywnie wykorzystywana jako organizm modelowy przez tysiące „drosofilów”, jak nazywa się jej badacze. Jeden z nich, Jeffrey C. Hall (Brandeis University, Boston, USA) stwierdził, że „każde zjawisko biologiczne na Ziemi lub we Wszechświecie jest teraz badane u *Drosophila*” (wg Jonathana Weinerja). Choć wyczuwamy w tym stwierdzeniu pewną przesadę, to jest ona celowa i bierze się stąd, że muszka owocowa jest rzeczywiście wykorzystywana w badaniu bardzo różnorodnych procesów.

Atrakcyjność tego modelu wynika z prostej biologii tego owada i łatwości, z jaką można utrzymać go w hodowli laboratoryjnej. Muszka owocowa charakteryzuje się krótkim rozwojem (Ryc. 3), trwającym przeciętnie 10–14 dni oraz dużą płodnością (w ciągu swego życia samica może złożyć do 3000 jaj). Utrzymanie nawet dużych hodowli laboratoryjnych jest łatwe i tanie oraz nie zajmuje dużo miejsca.

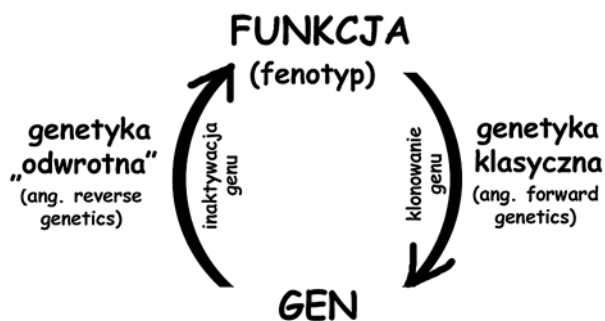
Genom muszki owocowej jest znany. Jest zbudowany z około 165 milionów par zasad tworzących około 14 tys. genów zlokalizowanych na czterech parach chromosomów (wraz z jedną parą tzw. chromosomów płci: XX u samic, XY u samców). Czwarty chromosom jest bardzo mały, a więc głównym „terenem” występowania genów są trzy pozostałe. Dla porównania, genom człowieka to około 30 tys. genów zbudowanych z 3300 milionów par zasad, natomiast w genomie drożdży znajduje się około 580 genów złożonych z 13,5 miliona par zasad.

Bardzo przydatną w badaniach genetycznych cechą muszki owocowej jest występowanie naturalnej zmienności genetycznej (było to szczególnie ważne, gdy nie potrafiono jeszcze indukować mutacji), a także występowanie w komórkach gruczołów śliniankowych larw tzw. chromosomów politenicznych, czyli chromosomów olbrzymich. Dzięki pokąźnym rozmiarom zmiany w ich strukturze, na przykład delecje czy translokacje fragmentów chromosomów, można obserwować w mikroskopie świetlnym.

„Popularność” muszki owocowej, jako obiektu badań, jest w dużej mierze spowodowana także tym, że po ponad stu latach ciągłych badań, wiedza na temat *D. melanogaster* jest nie tylko ogromna, lecz także obfituje w unikalne procedury manipulacji genetycznych (ang. genetic tools), opracowane w celu uzyskiwania do badań muszek o charakterystycznym genotypie. Co więcej, muszki o odpowiednio zmienionym genomie można kupić w tzw. bankach szczepów, przechowujących i udostępniających badaczom z całego świata różnego typu mutanty i/lub muszki transgeniczne. Bankiem przechowującym setki szczepów jest np. Bloomington

Drosophila Stock Center (Indiana University, USA; <http://flystocks.bio.indiana.edu/>), czy Vienna *Drosophila* RNAi Center (VDRC Stock Center, Austria). Dzięki prostemu krzyżowaniu osobników z odpowiednich szczepów można uzyskać potomstwo charakteryzujące się np. podwyższonym poziomem ekspresji badanego genu *x* w określonym typie komórek (mogą to być także komórki, w których normalnie gen ten nie ulega ekspresji). Poprzez krzyżowanie można także wyciszyć ekspresję genu *x* w określonych komórkach. Możliwe jest więc ingerowanie we wzór ekspresji genów *in vivo*, co jest najlepszą metodą w badaniach nad funkcją genu oraz białka, które on koduje.

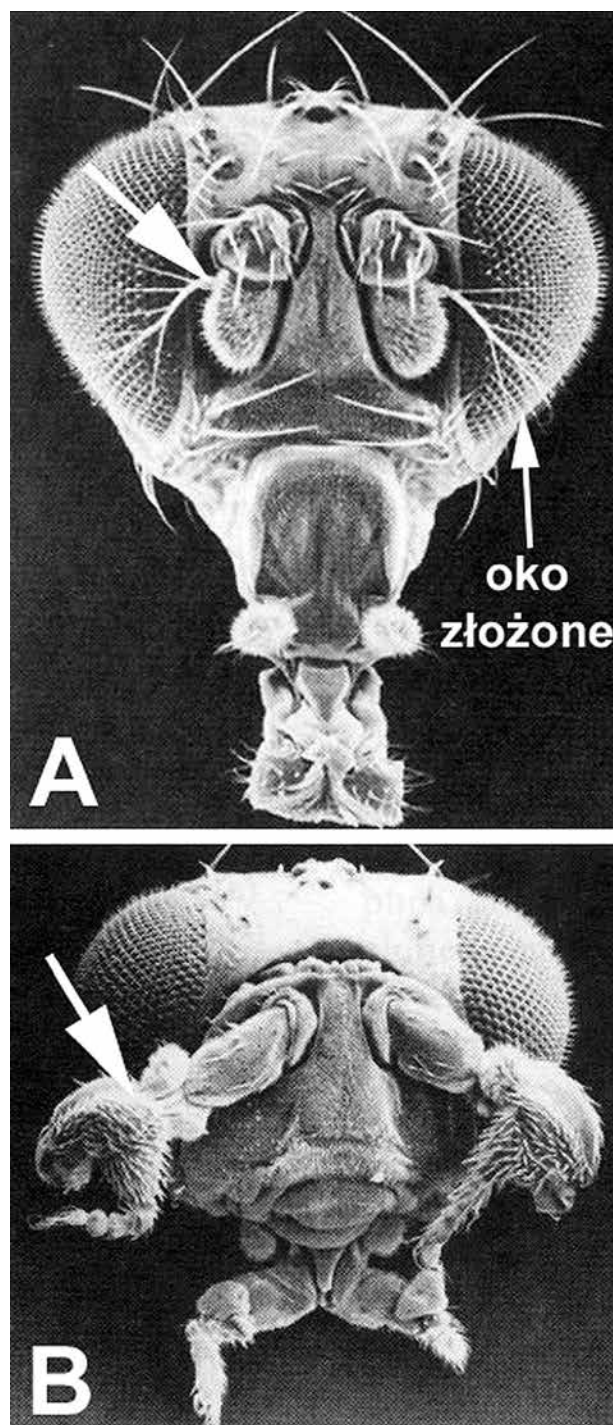
W analizie genetycznej stosuje się dwa przeciwstawne podejścia. Jedno to genetyka klasyczna (ang. *forward genetics*), natomiast drugie to tzw. genetyka „odwrotna” (ang. *reverse genetics*) (Ryc. 4). Celem klasycznej genetyki jest identyfikacja genotypu odpowiedzialnego za obserwowany fenotyp. W analizie tej najpierw więc poszukuje się mutantów (przeważnie indukowanych) o określonym fenotypie, np. podobnym wyglądzie, zachowaniu, żywotności, czy obrazie histologicznym tkanek. Wyselekcjonowane osobniki są następnie poddawane szczegółowej analizie genetycznej. Zmutowany gen jest mapowany (lokalizowany na chromosomie) i klonowany (powielany). Wychodząc od funkcji, którą poznajemy na podstawie fenotypu, znajduje się gen, który ją determinuje. Strategię taką przyjmujemy w badaniu procesów o nieznanym podłożu genetycznym. Niestety jest ona dość czasochłonna, gdyż mutanty o charakterystycznym fenotypie są wyszukiwane spośród bardzo dużej liczby osobników w hodowli (wspomniane wcześniej badania przesiewowe, ang. *screening*).



Ryc. 4. Schemat przedstawiający kierunek działania genetyki klasycznej i genetyki „odwrotnej”.

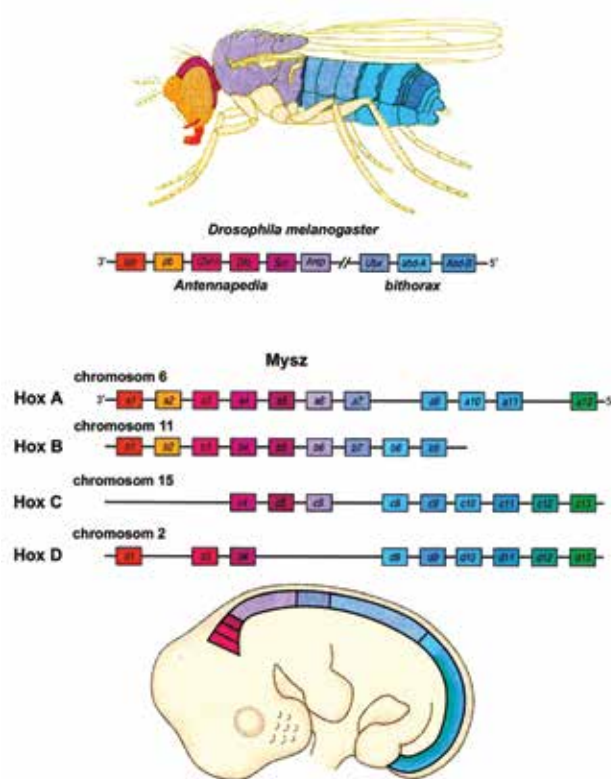
W genetyce „odwrotnej” badania prowadzi się w przeciwnym kierunku (ryc. 4). Wychodząc od genu docieramy do jego funkcji. Sekwencje badanego genu są modyfikowane metodami inżynierii genetycznej, na przykład poprzez tzw. knockout, delecje czy

mutacje punktowe. Następnie analizuje się wpływ tych zmian na procesy życiowe organizmu. Informacji o funkcji badanego genu dostarczają także manipulacje genetyczne podwyższające (nadekspresja) lub obniżające (wyciszenie) poziom ekspresji badanego genu w całym organizmie lub tylko jego określonych tkankach czy komórkach.



Ryc. 5. Mikrofotografia głowy *D. melanogaster* wykonana w mikroskopie skaningowym. A: Głowa muszki typu dzikiego. Strzałką zaznaczono czułki. B: Głowa mutantu genu *Antennapedia* (widok z góry). Muchy obciążone tą mutacją posiadają odnóża (strzałka) w miejscu czułków (zmienione za Developmental Biology, Scott F. Gilbert; Sinauer Associates, Inc., Publishers, 2000).

Tego typu analizy genetyczne zostały opracowane również dla *D. melanogaster* jako modelu używanego w badaniach i znalazły zastosowanie w rozwiązywaniu problemów badawczych z rozmaitych dziedzin biologii. Poniżej przedstawiono niektóre spośród nich.



Ryc. 6. Układ genów kierujących rozwojem u *D. melanogaster* (*Antennapedia* i *bithorax*) i u myszy (cztery kompleksy HOX: HOX A, HOX B, HOX C i HOX D). Układ genów, który u *D. melanogaster* występuje pojedynczo, najprawdopodobniej w toku ewolucji uległ kilkukrotnej duplikacji i u myszy występuje już na czterech chromosomach. Pozycja genu w kompleksie decyduje o miejscu jego ekspresji wzdłuż osi przód-tył ciała. Gen oraz miejsce jego ekspresji w organizmie (u *D. melanogaster* na ciele, u myszy w cewie nerwowej i zawiązkach kręgów) zaznaczono tym samym kolorem. Jednakowym kolorem zaznaczono także geny, które mają wspólne pochodzenie (ortologi) (zmienione za Principles of Development, Lewis Wolpert; Oxford University Press, 2002).

Biologia rozwoju

Muszką owocową okazała się być niezwykle przydatna w pracach z zakresu biologii rozwoju, a przede wszystkim w fundamentalnych badaniach nad genetyczną kontrolą wczesnych etapów rozwoju embrionalnego. Wyjaśniły one, w jaki sposób z zapłodnionej komórki jajowej powstaje złożony organizm, charakteryzujący się określoną budową ciała. Za badania te przyznano w 1995 roku nagrodę Nobla z dziedziny medycyny i fizjologii Edwardowi Lewisowi, Christine Nusslein-Volhard i Erykowi Wieschausowi.

Geny regulujące rozwój zidentyfikowano badając mutacje zaburzające plan budowy ciała

D. melanogaster, np. zaburzające symetrię ciała, redukujące liczbę segmentów lub zmieniające budowę określonych segmentów. Szczególnie ważne były tzw. mutacje homeotyczne (ang. homeotic mutations), które modyfikują morfologię danej części ciała (ang. homeotic transformation). Na przykład na głowie muszki, w miejscu czułka powstaje odnóże (Ryc. 5). Badania nad mutacjami homeotycznymi doprowadziły do odkrycia tzw. genów homeotycznych, które kontrolują proces segmentacji ciała u *D. melanogaster*. Jak się okazało, występują one na trzecim chromosomie w postaci kompleksów nazwanych *Antennapedia* oraz *bithorax* (Lewis, E. B., 1978. A gene complex controlling segmentation in *Drosophila*. Nature, 276: 565–570) i decydują o prawidłowym zróżnicowaniu każdego segmentu ciała zgodnie z jego pozycją wzdłuż osi przód – tył ciała. Co ciekawe, poszczególne geny tych kompleksów ułożone są na chromosomie w takiej samej kolejności jak segmenty, których specjalizację wyznaczają (Ryc. 6), a wszystkie zawierają konserwatywną sekwencję, nazywaną homeoboksem. Sekwencja ta występuje także w określonych genach kręgowców, co wskazuje na podobieństwo programu rozwoju embrionalnego nawet tak odległych od siebie organizmów, jak muszka owocowa i człowiek. W odróżnieniu od muszki, u myszy i człowieka geny zawierające sekwencję homeoboksu występują na czterech chromosomach, jako kompleksy genów *HOX* (Ryc. 6).

Choroby neurodegeneracyjne

D. melanogaster jest uznanym organizmem modelowym także w badaniach nad chorobami neurodegeneracyjnymi (Celotto i Palladino, 2005. *Drosophila*: a "model" model system to study neurodegeneration. Mol Interv., 5:292–303), takimi jak choroba Parkinsona, Alzheimer, czy tzw. poliglutaminopatie. Są to choroby układu nerwowego, w których dochodzi do stopniowej utraty komórek nerwowych. Dotykają one najczęściej osób po pięćdziesiątym roku życia, przy czym zapadalność na nie znacznie się zwiększa po 65 roku życia.

Powszechnie znaną chorobą neurodegeneracyjną, choć występującą tylko u 1% populacji ludzkiej (a 2% u osób powyżej 50 roku życia) jest choroba Parkinsona, która objawia się zaburzeniami funkcji motorycznych. Początkowo jest to tylko spowolnienie, sztywność mięśniowa i drżenia, natomiast później dochodzi również do zaburzenia równowagi, trudności w wykonywaniu nawet prostych czynności motorycznych, a niekiedy także do spowolnienia procesów psychicznych. Przyczyną tego typu

dysfunkcji jest postępująca na skutek degeneracji utrata neuronów dopaminergicznych w substancji czarnej (łac. *substantia nigra*) oraz innych okolicach mózgu. W ciałach neuronów powstają agregaty nieprawidłowo sfałdowanego białka o nazwie α -synukleina, przyczyniające się do ich degeneracji.

Choroba Parkinsona jest badana na modelu *Drosophila melanogaster* poprzez wprowadzenie ludzkiego genu α -synukleiny. Muszki owocowe, u których występuje zmutowany gen α -synukleiny, także wykazują postępującą utratę neuronów dopaminergicznych w mózgu oraz upośledzenie aktywności motorycznej charakterystyczne dla choroby Parkinsona. Z kolei muszki z mutacją w genie kodującym parkinę (inne białko odpowiedzialne za patogenezę parkinsonizmu – jego najostrejszej, wcześniej pojawiającej się i dziedzicznej formy choroby) cechują się skróconym okresem życia i zaburzeniami motoryki, natomiast na poziomie komórkowym utratą neuronów dopaminergicznych, uszkodzeniem mitochondriów oraz degeneracją komórek mięśniowych.

Istnieje również farmakologiczny model choroby Parkinsona u *D. melanogaster*. W tym przypadku objawy parkinsonizmu, tj. utratę neuronów dopaminergicznych oraz zaburzenia motoryki, wywołuje się podając muszkom rotenon, czyli inhibitor łańcucha oddechowego w mitochondriach. Obiecujące jest to, że rezultaty eksperymentów przeprowadzonych na modelach choroby Parkinsona u *D. melanogaster* pokrywają się z wynikami otrzymanymi w doświadczeniach na modelach ssaczy.

W chorobie Alzheimera, objawiającej się zaburzeniami pamięci, orientacji i problemami w wykonywaniu wyuczonych czynności, na poziomie komórkowym obserwuje się występowanie w przestrzeni międzykomórkowej blaszek amyloidowych (blaszki/płytki starcze) zbudowanych z beta-amyloidu, a w neuronach – agregatów białka tau w postaci tzw. splątków neurofibrilarnych. W przypadku tej choroby *D. melanogaster* nie jest już tak dobrym modelem badawczym, jak w chorobie Parkinsona, gdyż nie ujawnia wszystkich cech choroby Alzheimera. Niemniej jednak pewne aspekty choroby Alzheimera można badać na modelu *D. melanogaster* i takie modele są znane (McKoy AF, Chen J, Schupbach T, Hecht MH (2012). *A novel inhibitor of Amyloid β (A β) Peptide Aggregation: From high throughput screening to efficacy in an animal model Alzheimer disease*. J Biol Chem. 287, 38992–9000. doi: 10.1074/jbc.M112.348037).

Inną grupą schorzeń neurodegeneracyjnych są tzw. poliglutaminopatie (np. choroba Huntingtona, ataksja, choroba Kennedyego) warunkowane występowaniem

w niektórych genach niestabilnych powtórzeń kodujących glutaminę, czyli trójnukleotydów CAG. Powtórzenia poliQ (kodon CAG ma symbol Q, w przypadku powtórzeń – poliQ) prowadzą do nagromadzenia w neuronach białek ze zwielokrotnioną glutaminą, a to – do śmierci komórek. Wygodnym modelem w tym przypadku okazało się być oko złożone *D. melanogaster*. Model ten ma kilka zalet. Po pierwsze – degeneracja fotoreceptorów oka złożonego nie wpływa na przeżycie organizmu, po drugie – jest ona łatwa do zaobserwowania i po trzecie – jej natężenie można łatwo oszacować. W zbudowanym z pojedynczych oczek (ommatidiów) oku złożonym (widocznym na Ryc. 5A) można określić wielkość utraconej w wyniku choroby części oka podając liczbę degenerujących ommatidiów. Wywołanie ukierunkowanej ekspresji sekwencji poliQ w fotoreceptorach oka muszek transgeniczných powoduje powstawanie neurotoksycznych złogów, w skład których wchodzi białka z nadmiarem glutaminy (poliQ) oraz tzw. białka opiekuńcze (np. ubikwityna). Co ważne, zmiany degeneracyjne w tych fotoreceptorach są podobne do zmian w komórkach nerwowych osób chorych na poliglutaminopatie, a natężenie tych zmian wzrasta wraz ze zwiększaniem się liczby powtórzeń kodonu CAG.

Choroby Alzheimera, Parkinsona, czy poliglutaminopatie to tylko kilka spośród wielu chorób neurodegeneracyjnych, których mechanizm jest badany na modelu *D. melanogaster*. Ze względu na różnorodność białek zaangażowanych w patomechanizm każdej z nich, dla danej jednostki chorobowej istnieje wiele modeli (mutantów lub szczepów muszek transgeniczných), na których mechanizm ten może być badany.

Podsumowanie

Oprócz niezliczonych problemów badawczych z zakresu biologii rozwoju lub neurodegeneracji rozwiązywanych dzięki użyciu *D. melanogaster* jako modelu, badano także zagadnienia tak różnorodne, jak chociażby klonowanie organizmów, czy neurobiologiczne podłoże agresji, a nawet choroby prionowe. Tak wszechstronna „eksploracja” tego modelu wynika z tego, że część genomu, która jest odpowiedzialna za podstawowe funkcje komórkowe, jest konserwatywna u wszystkich organizmów eukariotycznych. W tym kontekście wiedza o genach i funkcji kodowanych przez nie białek u muszki owocowej wskazuje na ich rolę u innych organizmów, nawet odległych filogenetycznie. To nie przypadek, że *white*, *per* i wiele innych genów opisanych i badanych na początku

u *D. melanogaster*, znajdowano potem u ssaków, jako geny homologiczne. Uniwersalny wszechświat genów i białek jest wynikiem wspólnej ewolucji i wobec tego nadaje podstawowy sens badaniom na organizmach modelowych. Ponadto, stosunkowo proste

systemy modelowe, a wśród nich *D. melanogaster*, pozwalają rozwiązywać problemy naukowe nie tylko szybciej, ale także bez dylematów etycznych, które niestety towarzyszą wszystkim badaniom na kręgowcach.

Mgr Görlich Alicja, pracownik naukowo-techniczny w Zakładzie Biologii i Obrazowania Komórki Instytutu Zoologii Uniwersytetu Jagiellońskiego. E-mail: ala.gorlich@uj.edu.pl.

Dr Jolanta Górską-Andrzejak, pracownik naukowo-dydaktyczny (adiunkt) w Zakładzie Biologii i Obrazowania Komórki Instytutu Zoologii Uniwersytetu Jagiellońskiego. E-mail: j.gorska-andrzejak@uj.edu.pl.

W JAKI SPOSÓB I DLACZEGO SZCZURY ZACZEŁY POROZUMIEWAĆ SIĘ W ZAKRESIE ULTRADŹWIEKÓW?

Stefan M. Brudzyński (St. Catharines, Ontario, Kanada)

Szczur wędrowny (*Rattus norvegicus*) uważany jest za jeden z najbardziej znanych reprezentantów gryzoni, nie tylko dlatego, że należy do gatunków synantropijnych, tzn. przystosowanych do życia w środowiskach zamieszkałych przez ludzi i stale towarzyszących ludzkim osiedlom, ale także dlatego, że stał się modelowym zwierzęciem laboratoryjnym w ostatnim wieku. Do chwili obecnej opublikowano około 1,5 miliona naukowych publikacji o szczurach, więcej niż o jakimkolwiek innym gatunku zwierzęcia, nawet więcej niż o myszach (1,2 miliona publikacji). Nic też dziwnego, że niemal każdy aspekt życia szczurów i ich biologii jest względnie dobrze przebadany, chociaż bardzo wiele pozostaje jeszcze do zbadania.

Szczury są także jednym z najbardziej biologicznie prężnych i szybko adaptujących się gatunków ssaków i jak niektórzy twierdzą, mogą stanowić konkurencję dla naszego gatunku *Homo sapiens*. Szczury przystosowały się niemal do wszystkich środowisk, gdziekolwiek mieszkają ludzie (z wyjątkiem Arktyki, Antarktydy i Islandii). Szczury są wszystkożerne, umieją doskonale pływać, kopać podziemne schronienia, rozbudowały dobrze zorganizowane grupy społeczne i rozwinęły skomplikowany system wokalne komunikacji. Porozumiewanie się szczurów zasługuje na szczególną uwagę i jest celem tego artykułu, gdyż pozwala nam prześledzić etapy ewolucji porozumiewania się głosem i mechanizmy rządzące tą ewolucją. Stanowi to ważną podstawę do rozważania ewolucji ludzkiej mowy, która wyrosła z prostszego systemu zwierzęcej wokalizacji.

Interesującą cechą szczurzej wokalizacji jest fakt, że większość produkowanych dźwięków jest wydawana

w zakresie ultradźwięków, tzn. dźwięków niesłyszalnych dla ludzi (teoretycznie powyżej 20 kHz) i dla wielu innych gatunków zwierząt. Takie przesunięcie w zakresie częstotliwości ze słyszalnych pisków do niesłyszalnych dla nas ultradźwięków jest powszechnie uważane za adaptację, która zabezpiecza szczury przed drapieżnikami, gdyż naogół uniemożliwia im usłyszenie i zlokalizowanie osobnika wydającego te dźwięki. Szczury posiadają krtąń (*larynx*) homologiczną do innych ssaków. Może ona produkować dźwięki w słyszalnym zakresie na takich samych zasadach jak ludzka krtąń, tzn. przez wprawianie w wibrację fałdów głosowych przez przelatujący strumień powietrza tłoczony z płuc. Jednak szczury potrafią także emitować ultradźwięki.

Na wstępie należy jednak zastanowić się dlaczego szczury wybrały w ogóle dźwięki jako sposób porozumiewania się, a nie np. zmianę koloru ciała, emisję światła, czy feromony?

1. Dlaczego szczury komunikują się głosem?

Nie jest możliwe dokładne ustalenie kiedy ultradźwiękowa komunikacja pojawiła się w filogenezie szczurów, ale można rozważyć ten proces w przybliżeniu. Ssaki powstały i ewoluowały przez bardzo długi przeciąg czasu i jest bardzo trudno powiedzieć kiedy pierwszy ssak pojawił się na Ziemi. Jeśli uznamy, że ssaki łożyskowe powstały około 100 milionów lat temu, to gryzonie pojawiły się około 80–65 milionów lat temu. Ponieważ myszy i szczury pochodzą od wspólnego przodka sprzed 16–23 milionów lat i obydwie te grupy komunikują się ultradźwiękami, można sądzić, że zdolność produkcji

ultradźwiękowej wokalizacji istnieje przez co najmniej 16 milionów lat. Chociaż jest to bardzo długi przeciąg czasowy, 16 miliów lat to tylko ostatnie 16% czasu ewolucji łżyskowców. Jednak przez tak długi czas szczury rozbudowały swój system wokalizacji dość znacznie, używając dźwięków i ultradźwięków przez całe życie, już od pierwszych chwil po urodzeniu.

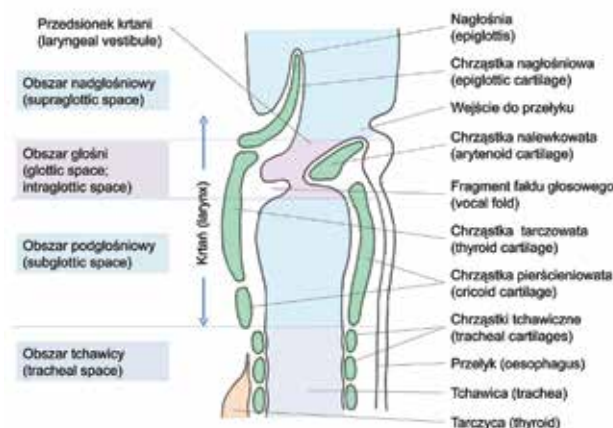
Wydawanie dźwięków ma wiele zalet w porównaniu do komunikacji wzrokowej, chemicznej, termicznej, czy świetlnej (bioluminescencja). Wydawane dźwięki nie pozostawiają żadnego śladu w środowisku i znikają zaraz po ich emisji. Po drugie, porozumiewanie się głosem nie wymaga światła dziennego i może odbywać się w ciemności. Po trzecie, dźwięki mogą przenosić się na pewną odległość i komunikujące się zwierzęta nie muszą się nawzajem widzieć. Po czwarte, wydawanie dźwięków w wyższych częstotliwościach może spowodować, że niektóre gatunki zwierząt nie będą w stanie ich usłyszeć, podczas gdy osobniki tego samego gatunku (osobniki konspecyficzne, ang. *conspécifics*) mogą łatwo odbierać te dźwięki. Po piąte, jeśli drapieżnik usłyszy wokalizację, dźwięki mogą być emitowane w taki sposób, aby utrudnić zlokalizowanie osobnika wydającego te dźwięki (np. przez monotony, stopniowo narastający dźwięk), co szczury zwykle robią w sytuacjach zagrożenia. Wreszcie, produkcja dźwięków umożliwia niemal nieograniczoną możliwość dodatkowego kodowania informacji przez zmiany takich parametrów jak czas trwania emisji, wysokość dźwięku, modulacja częstotliwości, itp. Z tych powodów porozumiewanie się dźwiękowe jest szczególnie rozpowszechnione w świecie zwierząt i zapewne powstało w ewolucji kilkakrotnie, niezależnie u bezkręgowców i kręgowców. Dodatkowe korzyści pochodzą z produkcji wyższych częstotliwości – ultradźwięków, które szczury rozwinęły do perfekcji. Produkcja ultradźwięków jest ważną adaptacją gryzoni.

Należy się teraz zastanowić w jaki sposób szczury mogą osiągnąć wysokość ultradźwięków i to w zakresie sięgającym aż do 100 kHz, czyli porównywalnym z zakresem częstotliwości dźwięków emitowanych przez nietoperze? Prawdopodobnie obie te grupy zwierząt mogą się nawzajem słyszeć z bliższej odległości.

2. Mechanizm produkcji ultradźwięków i ich charakterystyka

Na wstępie należy zaznaczyć, że szczury mogą wydawać zarówno słyszalne piski, jak i ultradźwiękowe wokalizacje. Który z tych zakresów częstotliwości

będzie przez szczura wybrany, zależy od sytuacji i jego stanu emocjonalnego. Słyszalne dźwięki służą do komunikowania się w bezpośrednim kontakcie i w wysoce emocjonalnych chwilach, np. odczucia nagłego bólu, podczas walki, albo podczas energicznej zabawy, w której młode szczury wskazują jeden na drugiego. Są one także emitowane z pewnej bliskiej odległości w bardziej dramatycznych chwilach bezpośredniego spotkania z drapieżnikiem (np. z kotem), kiedy ucieczka jest niemożliwa. Słyszalne piski będą wówczas kierowane bezpośrednio do drapieżnika jako ostrzeżenie, że szczur jest zdeterminowany na aktywną obronę. Podobnie w warunkach laboratoryjnych, kiedy szczur chce skomunikować się z człowiekiem, będzie emitował piski, a nie ultradźwięki, które są adresowane wyłącznie do innych szczurów.



Ryc. 1. Uproszczona anatomia krtani szczura i górnego odcinka dróg oddechowych pokazana na środkowym przekroju strzałkowym krtani. Węzadła, błony i mięśnie krtani są pominięte. Nazwy anatomiczne podane są po polsku i po angielsku, gdyż nie wszystkie szczegóły mają powszechnie przyjęte polskie nazewnictwo. Obszar głoński (*glottic space*, jasny kolor fioletowy) obejmuje szparę głośni i przestrzeń bezpośrednio otaczającą fałdy głosowe (*intraglottic space*). Przestrzeń powyżej i poniżej głośni oznaczone są jasnym kolorem niebieskim (*supraglottic & subglottic space*). Fałdy głosowe nie są widoczne na tym przekroju z wyjątkiem małego przedniego fragmentu. Wszystkie chrząstki oznaczone są kolorem zielonym. Brzuszna strona zwierzęcia jest po stronie tarczycy (lewa strona diagramu), a przednia strona (rostralna) jest u góry diagramu. Porównaj lokalizację krtani na Ryc. 2. (Oryginalny rysunek oparty na kilku publikowanych przekrojach krtani szczura, n.p., Smith, Lab. Animals, 1977, 11(4): 223-228; Lewis & Prentice, J. Anat., 1980, 130(3): 617-632; Weber et al., J. Toxicol. Pathol., 2009, 22: 229-246.)

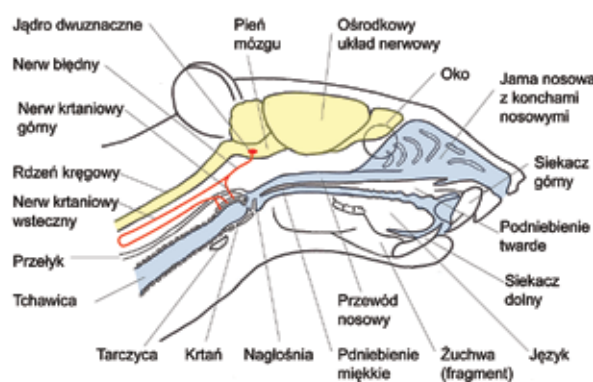
Zmiana emitowania dźwięków słyszalnych na ultradźwiękowe wymaga zmiany mechanizmu produkcji tych dźwięków. A zatem szczur ma dwa sposoby produkcji wokalizacji i może szybko przestawić się z jednego na drugi, ale nie może ich użyć jednocześnie. Z tego powodu dorosły szczur nigdy nie może emitować dźwięków słyszalnych i ultradźwiękowych jednocześnie. Jak wspominałem, pierwszy, słyszalny dźwięk, jest oparty na vibracji fałdów głosowych, a drugi niesłyszalny, jest oparty na mechanizmie ultradźwiękowego gwizdka. Podczas gdy ludzie nauczyli

się gwizdać używając ust i warg, szczury gwizdzą ultradźwiękowo używając bezpośrednio krtani. Uproszczona anatomia krtani szczura pokazana jest na Ryc. 1.

Najnowsze badania na szczurach wykazały, że emisja ultradźwięków wymaga najpierw bardzo szczelnego zamknięcia fałdów głosowych, z wyjątkiem małego, niemal okrągłego otworu (średnicy mniejszej niż 1 mm), przez który będzie przepuszczane powietrze z płuc pod ciśnieniem. Średnica tego otworu i przestrzenie rezonacyjne decydują o wysokości dźwięków. Odpowiednie ukształtowanie fałdów głosowych jest aktywnym procesem regulowanym przez mięśnie krtani. Bardzo drobiazgowo studia elektromiograficzne z poszczególnych mięśni krtani szczurów podczas wokalizacji udowodniły, że główną rolę w produkcji ultradźwięków odgrywają dwa mięśnie, mięsień tarczowo-nalewkowy i pierścieniowo-tarczowy (*musculus thyroarytenoideus* i *m. cricothyreoideus*), czyli mięśnie związane ze zwężaniem przedsionka krtani i szpary głośni oraz napinaniem fałdów głosowych (Ryc. 1). Przecięcie nerwu krtaniowego wstecznego (*nervus laryngeus recurrens*, patrz Ryc. 2) powoduje odnerwienie wszystkich mięśni krtani z wyjątkiem mięśnia pierścieniowo-tarczowego i szczur wówczas nie może w ogóle wydawać ultradźwiękowych wokalizacji, ale może wokalizować w skali dźwięków słyszalnych. Mięsień pierścieniowo-tarczowy unerwiony jest przez nerw krtaniowy górny (*nervus laryngeus superior*, patrz Fig. 2). Dokładny fizyczny mechanizm użycia krtani jako gwizdka (geometryczny układ elementów produkujących gwizd) nie jest jeszcze w pełni wyjaśniony, ale nie ma wątpliwości, że ultradźwięki pochodzą w górnej części głośni (*glottis*), przedsionka krtani (ang. *laryngeal vestibule*, łac. *vestibulum laryngis*) i z dolnego obszaru nadgłośnia (ang. *supraglottis*, patrz Ryc. 1).

Mięśnie krtani są unerwione przez motoneurony zlokalizowane w jądrze dwuznacznym (*nucleus ambiguus*), niewielkiej grupie komórek nerwowych zlokalizowanych w rdzeniu przedłużonym, które unerwiają mięśnie prążkowane gardła i krtani poprzez nerw błędny, dziesiąty nerw czaszkowy (*nervus vagus*, Ryc. 2). Inne neurony tego samego jądra dwuznacznego wpływają także na pracę serca przez układ parasympatyczny, oraz komunikują się z oskrzelowo-płucnym systemem regulacji przepływu powietrza. Ten skomplikowany system zapewnia zintegrowaną pracę układu oddechowego i sercowo-naczyniowego podczas wokalizacji, tak aby z jednej strony przedłużyć wydech podczas wokalizacji (czasem bardzo znacznie), a z drugiej, jednocześnie zmodyfikować pracę serca i ciśnienie krwi w taki sposób, aby

zapewnić wystarczający dopływ tlenu do organizmu. Szczegóły tego unerwienia i ich funkcje są ważne, gdyż pokazują, że proces produkcji odpowiednich ultradźwięków nie jest ani procesem biernym, ani przypadkowym, ale jest precyzyjnie sterowany centralnie przez ośrodkowe generatory wzorców ruchowych (ang. *central motor pattern generators*) w pniu mózgu, razem z równoległą modyfikacją pracy serca i oddychania. Dłuższa produkcja ultradźwięków jest procesem energetycznie kosztownym, a zatem emisja ultradźwięków musi być procesem ważnym dla szczura z biologicznego punktu widzenia.



Ryc. 2. Przekrój strzałkowy głowy szczura pokazujący górny odcinek układu oddechowego i jamę ustną (kolor niebieski) oraz główne elementy unerwienia krtani (czerwone linie). Ośrodkowy układ nerwowy zaznaczony jest na kolor żółty. Obszary zaznaczone kolorem niebieskim służą do produkcji i emisji ultradźwięków. Niektóre ważniejsze struktury anatomiczne opisane są na rysunku.

3. Charakterystyka emisji ultradźwiękowych wokalizacji

Szczury emitują ultradźwięki głównie przez pysk i w niewielkim stopniu przez jamy nosowe (Ryc. 2). Ultradźwięki mają nieco inną charakterystykę niż dźwięki słyszalne, gdyż tworzą wiązkę, która może być emitowana w określonym kierunku. Dokładniejsze obliczenia informują, że emitowana przez szczura wiązka ultradźwięków, zależnie od częstotliwości dźwięku i średnicy półotwartego pyska szczura, może rozchodzić się pod kątem 20°–50°. W obecności zlokalizowanego drapieznika, który jednak nie zauważył szczura, szczur może wykorzystywać cechę kierunku i wysyłać ultradźwięki w określoną stronę, np. do członków swojej grupy społecznej jako sygnał alarmowy, a nie w kierunku drapieznika. Słyszalne dźwięki nie dają takich możliwości.

Ultradźwięki słabną wraz z odległością od źródła dźwięku i szybko ulegają ugięciu i rozproszeniu na powierzchni ziemi, zwłaszcza porośniętej przez

roślinność. Rozproszenie staje się wyjątkowo silne, kiedy otaczające rośliny i obiekty mają większe rozmiary niż długość fali ultradźwiękowej (około 1 cm). Zatem szczury starają się najczęściej unikać pustych, otwartych przestrzeni i przebywają w bliskim kontakcie z innymi większymi przedmiotami i pionowymi obiektami (tzw. tigmotaksja). Z jednej strony zmniejsza to szanse usłyszenia lub zlokalizowania ultradźwiękowych wokalizacji przez drapieżnika (np. kota, który może słyszeć ultradźwięki), a z drugiej częściowo zabezpiecza szczury przed drapieżnikami atakującymi z powietrza (jak drapieżne ptaki, które co prawda nie słyszą ultradźwięków, ale mają wyjątkowo dobry wzrok).

Szczury są aktywne głównie w nocy, ale też częściowo za dnia, chociaż w dzień spędzają większość czasu pod ziemią w swoich gniazdach i podziemnych korytarzach. Ultradźwięki emitowane pod ziemią nie będą odbierane na powierzchni ziemi. Szczury mogłyby więc wrócić do produkcji słyszalnych dźwięków pod ziemią, ale tego nie robią. W warunkach tuneli, ultradźwięki rozchodzą się dalej niż na powierzchni ziemi z powodu fizycznej charakterystyki ścian tuneli i wokalizacje zachowują większą moc. Cechy te sprawiają, że ultradźwiękowa komunikacja jest nie tylko korzystna dla szczurów na powierzchni ziemi, ale także i pod ziemią.

Powstaje jednak następne pytanie, jakie były pierwotne biologiczne powody ewolucji całego systemu wokalnej komunikacji, tj., nie tylko rozbudowy samej krtani, ale i nerwowej regulacji mięśni krtani, oraz rozwoju słuchu umożliwiającego odbieranie tych dźwięków.

4. Pierwotne etapy ewolucji ultradźwiękowej komunikacji

Powszechnie uważa się, że pierwotnym powodem powstania komunikacji między osobnikami była komunikacja między matką i jej potomstwem. Dane embriologiczne wskazują, że jest to cecha nie tylko wszystkich czworonożnych kręgowców (*Tertrapoda*), ale występująca nawet u ryb kostnoszkieletowych, a więc cecha wyjątkowo dawna ewolucyjnie. Dlatego ośrodki nerwowe regulujące wydawanie wokalizacji są zlokalizowane głęboko w pniu mózgu, w filogenetycznie bardzo starej części mózgowia. Opieka nad potomstwem i jego bezpieczne wychowanie było wyjątkowo ważnym zadaniem od najdawniejszych czasów.

Nowonarodzone szczury potrafią wokalizować w ultradźwiękowych częstotliwościach, mimo, że są jeszcze nagie, ślepe, głuche (!), i nie mogą się

efektywnie poruszać. Noworodki zaczynają słyszeć dopiero po 2–3 dniach życia. Szczury określa się angielskim terminem *altricial species*, co oznacza gatunek, którego noworodki są całkowicie niezdolne do samodzielnego życia bez pomocy matki, która staje się nieodzowną opiekunką. Aktywność szczurzej matki jest krytyczna w karmieniu młodych, ułatwianiu im trawienia przez lizanie, w usuwaniu produktów przemiany materii, w termoregulacji, hormonalnej komunikacji, a także w funkcjach systemu immunologicznego. Podobnie jak ptasie piskłę, szczurzy noworodek, który wypadnie z gniazda nie ma żadnych szans na przeżycie. Noworodek, który zostanie niespodziewanie odizolowany od gniazda zużywa całą swoją energię na intensywną wokalizację spowodowaną głównie stresem termicznym i brakiem bezpośredniego węchowego kontaktu z rodzeństwem i matką. Taki odizolowany infant zachowuje się niemal jak automat, wydając ultradźwięki obejmujące zadziwiająco szerokie pasmo częstotliwości, od dolnej granicy ultradźwięków aż do wysokich ultradźwięków i powtarza je szybko w sposób podobny do wibrującej syreny ambulansu. Takie wokalizacje, czasem porównywane do płaczu innych noworodków ssaków, stanowią jeden z mechanizmów przyciągających uwagę matki i zapewniających transport spowrotem do gniazda.

Uważa się, że w rozwoju ewolucyjnym szczury zaczęły komunikować się ultradźwiękowo także i w późniejszym wieku, kiedy młode opuszczają gniazdo i zaczynają samodzielne życie (ang. *weaning*). Wokalizacje mogły być potrzebne do utrzymywania kontaktu między matką i młodymi podczas wspólnego żerowania. Dźwięki emitowane przez szczury po 3–4 tygodniach życia mają zupełnie inną charakterystykę niż wokalizacje noworodków. Dorastające szczury już nie mogą liczyć na pełną matczyną pomoc i są bardzo ostrożne co do tego, kiedy i jak wydają dźwięki. Głównie w młodzieńczym wieku czycha na nie wielka liczba drapieżników należących do wszystkich grup kręgowców, ale głównie węże, ptaki drapieżne i wiele gatunków ssaków, które żywią się niemal wyłącznie gryzoniami.

Tak więc, poza zapewnieniem matczynej pomocy, sądzi się także, że ta znamienna presja drapieżników była drugim powodem ewolucyjnego rozwoju ultradźwiękowej komunikacji, zwłaszcza u dorastających i dorosłych szczurów. Jednym z pierwszych kategorii wokalizacji, które pojawiły się u dorosłych szczurów są wokalizacje alarmowe, stanowiące pewne zabezpieczenie przed nagłym pojawieniem się drapieżnika, gdyż ostrzegały wiele osobników przed zagrożeniem. Już kilkutygodniowe szczury mogą produkować takie wokalizacje i są one zawsze odbierane przez inne

szczury jako sygnał niebezpieczeństwa. Alarmowe wokalizacje stanowią monotonne, powtarzające się dźwięki, emitowane zwykle przez dłuższy czas. Eksperymenty przeprowadzone na hodowlach szczurów w laboratorium (używając systemu sztucznych nor i komór) wykazały, że w dobrze zorganizowanej grupie społecznej szczurów, wokalizacje alarmowe emitowane przez przywódcę grupy (szczur alfa) powodowały, że cała grupa szczurów uciekała do swoich nor, chowała się w nich głęboko i pozostawała w ukryciu aż do paru godzin. Szczury pozostające w ukryciu, także powtarzały wokalizacje alarmowe przez kilkanaście minut, nawet jeśli osobniki emitujące te wokalizacje w ogóle nie widziały drapieżnika, reagując tylko na alarm przywódcy. Takie skoordynowane zachowanie alarmowe jest wyższym etapem rozwoju zachowań defensywnych.

Wynik ten nasuwa przypuszczenie, że sama grupa społeczna mogła być czynnikiem sprzyjającym dalszej ewolucji wokalnej komunikacji.

5. Społeczne etapy ewolucji ultradźwiękowej komunikacji

Obserwacje wokalizacji alarmowych w różnych grupach społecznych gryzoni i innych ssaków wykazały, że istotnie jest zależność między ilością osobników w grupie i złożonością wokalizacji, a także między złożonością grupy społecznej i złożonością wokalnej komunikacji (tzn., zwiększoną ilością strukturalnie i funkcjonalnie różnych elementów wokalnych). Sądzi się, że rosnąca ilość osobników w grupie jest czynnikiem stymulującym komunikację, zwłaszcza wokalną. Wzrastająca ilość organizmów w grupie społecznej zwiększa ilość międzyosobniczych kontaktów i stwarza potrzebę rozpoznawania indywidualnych zwierząt, oraz pamiętania kontaktów z nimi z przeszłości. Proces ten prowadzi do rozwoju sygnaturowych wokalizacji, umożliwiających odróżnianie poszczególnych osobników w grupie (ang. *signature vocalizations*, tzn. wokalizacje spełniające rolę indywidualnego podpisu każdego osobnika). Choć takich wokalizacji nie znaleziono u szczurów, jest prawdą, że każdy szczur ma nieznacznie inną akustyczną charakterystykę wokalizacji, tak jak każdy człowiek ma nieco inny ton głosu. Wstępne dane z badań nad niektórymi innymi gatunkami gryzoni

z wiewiórkowatych [susły, świszczki (ang. *groundhogs*) i nieświszczuki (pieski preriowe, ang. *prairie dogs*)], wskazują na istnienie sygnaturowych wokalizacji u tych gryzoni.

Trzeba także wziąć pod uwagę, że wokalizacje szczurze wyrażają równocześnie ich wewnętrzny stan emocjonalny. Sygnalizowanie stanu emocjonalnego do innych osobników w grupie społecznej ma znamienne znaczenie adaptacyjne i to już od najwcześniejszych etapów życia. Rozpoznawanie stanów emocjonalnych innych osobników, jak też sygnalizowanie własnego stanu emocjonalnego ma ułatwiający wpływ na międzysobnicze interakcje. Zwierzę może przewidzieć zachowanie się innych z ich wokalizacji, jak też może wpływać na zachowanie innych osobników przez własne wokalizacje. Uważa się, że potrzeba przekazania osobniczych stanów emocjonalnych była kolejnym czynnikiem rozwoju systemu wokalizacji.

Skomplikowane oddziaływania wokalne w szczurzej grupie społecznej odzwierciedlają do pewnego stopnia tę część ludzkiej wokalnej komunikacji niewerbalnej, która nazywana jest akustyczną prozodią. Są to wszystkie akustyczne elementy ludzkiej mowy, które nie są związane ze znaczeniem, treścią i strukturą języka, ale przekazują inne, pozajęzykowe informacje, głównie emocjonalne (np. intonacja głosu, akcent i iloczyn, tzn. długość trwania wypowiedzianych głosek, sylab i słów). Badania rozwoju szczurzej wokalizacji przyczyniają się w znacznym stopniu do rozumienia rozwoju naszej własnej komunikacji głosem.

GEORADAR JAKO APARAT DO BADAŃ PRZYPOWIERZCHNIOWEJ CZĘŚCI SKORUPY ZIEMSKIEJ

Mikołaj Łyskowski, Ewelina Mazurek (Kraków)

Często nie zastanawiamy się nad faktem, że gleba (pedosfera) jest fundamentem naszego życia. Depcze się po niej, zabudowuje i betonuje, a przede wszystkim zanieczyszcza. Ten unikalny i ważny składnik ekosystemu, jest jednak wrażliwy i łatwy do zniszczenia. Dziś dysponujemy narzędziami do penetracji pedosfery – przypowierzchniowej części skorupy ziemskiej celem poszukiwania zanieczyszczeń cywilizacyjnych, nawet głęboko ukrytych pod ziemią. Służy do tego m. in. georadar, którym robi się „zdjęcia” wewnętrznych struktur gruntów.

Georadar, angielska nazwa Ground Penetrating Radar (GPR) (Ryc. 1), jest to narzędzie wykorzystywane przede wszystkim przez geofizyków, ale także służy archeologom, biegłym sądowym, czy choćby poszukiwaczom skarbów. Zastosowań metody GPR jest wiele. Badano georadarem grunty, nasypy, drogi, powierzchnie zabetonowane, lodowce, jeziora czy nawet kondycję starych drzew.



Ryc. 1. Aparatura georadarowa szwedzkiej firmy Mala Geoscience, model ProEx, która jest na stanie Katedry Geofizyki na Wydziale Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska AGH w Krakowie. Na zdjęciu znajdują się (od lewej): laptop, jednostka centralna, anteny (od góry: 800 MHz z elektroniką, 500 MHz, 250 MHz i najmniejsza 1600 MHz) oraz wyzwalacz odległościowy.

Urządzenie to robi „zdjęcia” przekroju gruntu, które w naukowym języku nazywane są echogramami. Są to obrazy zbudowane ze zbioru pojedynczych tras, czyli zapisów wartości amplitudy oraz czasu propagacji fali elektromagnetycznej w medium. Fala ta wysyłana jest przez antenę nadawczą, która zsynchronizowana jest z anteną odbiorczą, czyli rejestrującą. Wszystko jest sterowane oraz przetwarzane wstępnie w jednostce centralnej (CPU, z ang. *Central Processing Unit*), ta zaś po przetworzeniu sygnału analogowego na cyfrowy zapisuje dane na dysku komputera klasy PC – laptopa. Anteny przesuwane są po

powierzchni gruntu, choć są także konstruowane wersje do badań w otworach wiertniczych. Odległość między poszczególnymi trasami tworzącymi echogram mierzona jest przez specjalny wyzwalacz odległościowy, po czym sumowana jako długość profilu pomiarowego. Urządzenie to jest niczym innym jak „kółkiem”, bądź też mechanizmem z nitką, który odpowiednio skalibrowany zlicza ilość obrotów, a następnie przelicza to na metry bieżące profilu georadarowego.

W metodzie georadarowej, która należy do szerokiej grupy metod geoelektrycznych, wykorzystywane są fale elektromagnetyczne o częstotliwości od 12,5 MHz do nawet 6000 MHz. Wartości te są obecnie skrajnymi częstotliwościami anten, jakie oferują firmy produkujące aparaturę GPR. Emitowane fale odbijają się od istniejących, naturalnych granic w gruncie, a także od zakopanych obiektów antropogenicznych. Potrafią zarejestrować również subtelne przekształcenia gruntu, jakimi są skażenia, czyli zmiany składu chemicznego ziemi. Przyczyną odbicia fali jest natrafienie przez nią na granicę ośrodków lub ośrodka z obiektem różnorakiego pochodzenia (naturalny lub antropogeniczny), która wykazuje różnice w wartości stałej dielektrycznej.

Metoda georadarowa i jej wyniki nie mogą być analizowane bezkrytycznie. Przede wszystkim można mówić o pewnego rodzaju kapryśności metody. Jeśli weźmiemy idealny do jej zastosowania ośrodek gruntowy, czyli suchy i o niskiej przewodności elektrycznej, to może się okazać, iż otrzymane echogramy będą nieczytelne. Z drugiej strony, co potwierdziły eksperymentalne badania ściany zawadzonego szybu w kopalni soli pod Krakowem, wyniki mogą być czytelne i interpretowalne w skrajnie niesprzyjających warunkach.

Przed rozpoczęciem pracy wymagane jest zaprojektowanie badania w odpowiedni sposób. Należy przeanalizować trzy aspekty. Pierwszym jest dobór anten. Przy wyborze należy mieć na uwadze m.in. przybliżoną głębokość zalegania poszukiwanego obiektu oraz rodzaj ośrodka w jakim się znajduje. Właściwa decyzja oszczędzi nam powtórzonego pomiaru innego rodzaju anteną oraz zapewni odpowiednie wyniki. Do dyspozycji są dwa rodzaje anten: ekranowane elektromagnetycznie od czynników

zewnątrznych oraz nieekranowane. Konieczne jest także dobranie częstotliwości pracy anten. Generalna zasada jest prosta: im niższa częstotliwość, tym większy zasięg głębokościowy oraz zdecydowanie niższa rozdzielczość. Im wyższa jest częstotliwość, tym mniejszy zasięg głębokościowy ale wyższa rozdzielczość. Drugi problem, czyli znajomość terenu badań, jest także ważny. Ma on wpływ na dobór anten i później ustawienia parametrów pracy aparatury. Trzeci aspekt polega na odpowiednim doborze parametrów pomiarowych. Operator aparatury musi dobrać właściwe okno czasowe, by po konwersji czasowo-głębokościowej uzyskać pożądaną głębokość. Konieczne jest także ustawienie ilości złożeń w celu eliminacji ewentualnych zakłóceń w amplitudzie fali oraz poprawieniu stosunku sygnału użytecznego do szumu. Należy wyznaczyć krok pomiarowy, czyli odstęp między kolejną emisją fali elektromagnetycznej w głąb ośrodka. Niezbędne jest zadeklarowanie w programie sterującym aparaturą bardzo ważnej wartości – częstotliwości próbkowania sygnału, czyli dokładności zapisu odwzorowania kształtu każdej trasy. Przyjmuje się, iż powinna być dziesięć razy większa od częstotliwości anteny.

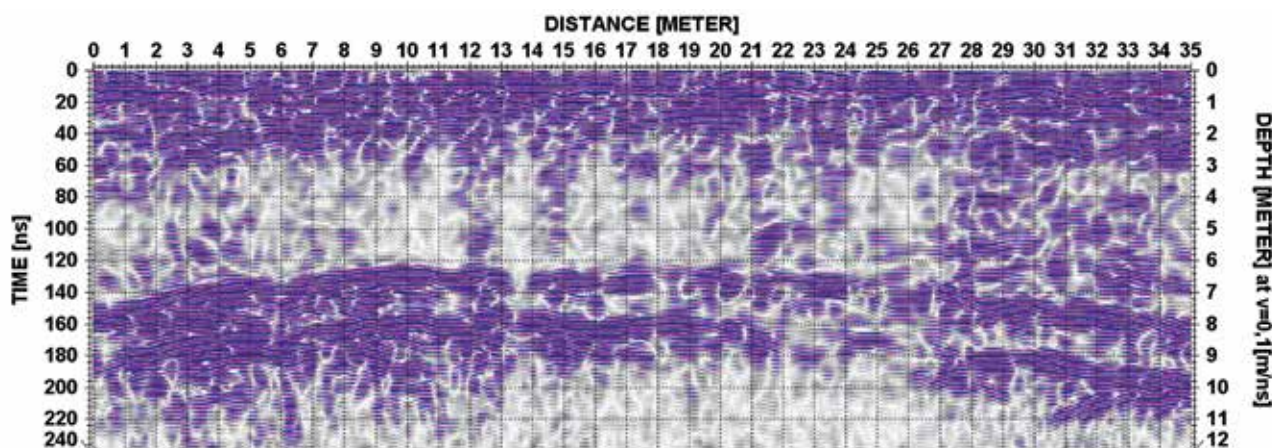
W trakcie pomiaru ważne jest przestrzeganie właściwej prędkości przesuwania anten. Wartości zadeklarowane w programie do pomiaru mogą bardzo radykalnie wpłynąć na szybkość pracy. Duże składanie, czyli wielokrotne emitowanie, zapis i uśrednienie wartości fali elektromagnetycznej wymagają czasu. To samo dotyczy kroku pomiarowego – im mniejszy, tym pomiar jest oczywiście dokładniejszy, bo gęstszy, ale znacznie bardziej czasochłonny.

(Ryc. 2). Przedstawiony wynik jest nie tylko efektem pomiaru ale także przetwarzania „surowych” danych przez wyspecjalizowany program. Badacz przed analizą i publikacją musi oczyścić echogram z szumów elektroniki oraz zakłóceń sygnału. Wymagane jest także jego odpowiednie wzmocnienie, a przy badaniach terenowych często także nałożenie topografii terenu, która może w znaczącym stopniu zmienić sposób interpretacji. Wszystkie procedury jakie przejdzie profil georadarowy wymagają doświadczenia oraz wizji lokalnej badacza w miejscu pomiarów.

Finalny zapis wyniku pomiarów georadarowych składa się z 4 elementów:

- osi poziomej X, która jest długością profilu wyrażoną w metrach bieżących;
- lewej osi pionowej Y, która jest zapisem czasu propagacji fali elektromagnetycznej w gruncie (dokładniej czasu między wyemitowaniem, a rejestracją) wyrażoną w metrach na nanosekundę;
- prawej osi pionowej Z, która jest miarą głębokości wyrażoną w metrach;
- oraz zapisu tras – obrazu falowego ośrodka, czyli „zdjęcia” powierzchniowej części skorupy ziemskiej.

Georadar nie jest w stanie pomierzyć na jakiej głębokości odbija się fala, rejestruje on tylko czas jaki upływa od jej wyemitowania do rejestracji przez antenę odbiorczą. By uzyskać odwzorowanie głębokości (oś pionową Z) wymagana jest konwersja czasowo-głębokościowa. Na tym etapie przetwarzania badacz



Ryc. 2. Fragment „zdjęcia” georadarowego – echogramu, wykonany na Skałkach Twardowskiego w Krakowie przy użyciu anteny ekranowanej 250 MHz. Widoczne zmiany w obrazie odwzorowują rzeczywisty przebieg anomalii, to zapis stropu jaskiń w utworach wapiennych.

Jak wspomniano wcześniej wynikiem pomiaru jest echogram. Przykładowy profil georadarowy wykonany na Skałkach Twardowskiego w Krakowie dla celów eksperymentalnych zaprezentowano poniżej

zobligowany jest do podania programowi wartości prędkości propagacji fali elektromagnetycznej w medium. Niezbędna do tego jest wiedza na temat budujących go skał i przypisanych im tabelarycznych

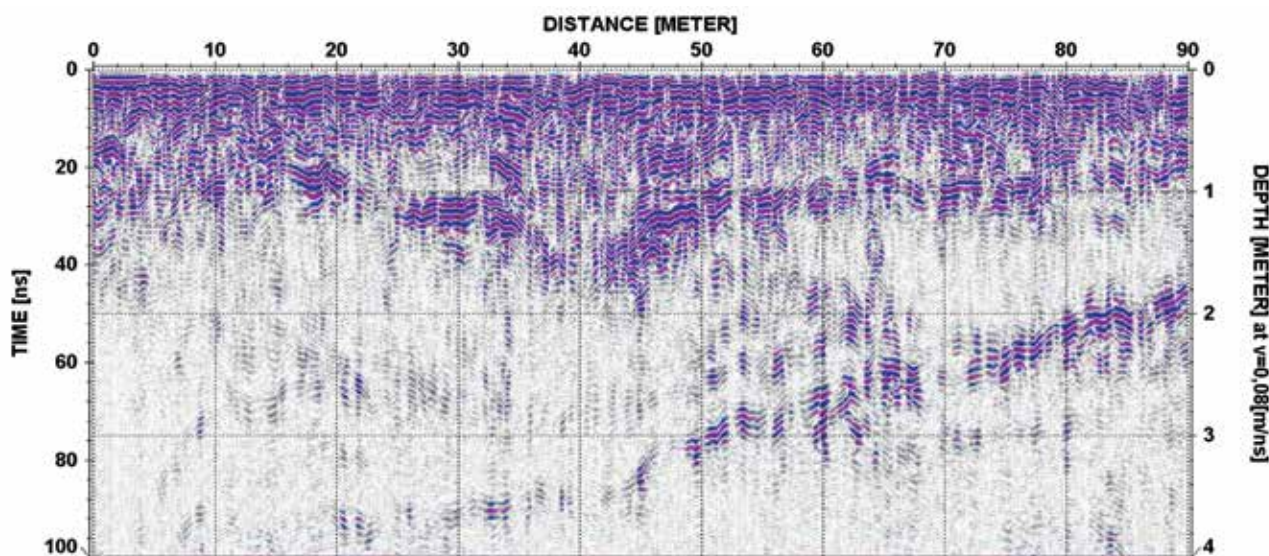
wartości prędkości. Istnieje też możliwość przeprowadzenia specjalnego profilowania georadarowego, zwanego WARR'em (ang. *Wide-Angle Reflection-Refraction*) i uzyskania z niego uśrednionej prędkości w badanym ośrodku.

Interpretując otrzymany wynik badacz poszukuje tzw. anomalii georadarowych. Widoczne na echogramie zmiany w obrazie (Ryc. 3) na głębokości poniżej jednego metra, pomiędzy 25 a 55 metrem bieżącym (mb) profilu, ukazują nieckowatego kształtu strukturę. Głębokość zalegania tej anomalii to prawie 0,9 m. Wyraźnie widoczne są praktycznie płasko zalegające przedłużenia niecki do końców profilu georadarowego. Poniżej, mniej więcej na głębokości 1,8 m na 90 mb profilu pojawia się biegnąca w dół ku początkowi

prawdopodobnie jak jej większa siostra też pochodzi od granicy geologicznej. W tym wypadku anomalie do 0,5 m głębokości są trudno interpretowalne. Nakładają się na nie fale przypowierzchniowe oraz pierwsze wstąpienia.

Zastosowana w tym pomiarze antena ekranowana 500 MHz jest najczęściej stosowana do badań archeologicznych. Jeśli badane są przypowierzchniowe warstwy to konieczne jest zastosowanie anten o wyższej częstotliwości, a co za tym idzie większej rozdzielczości i znacznie mniejszym zasięgu głębokościowym.

Metoda georadarowa jest szybkim sposobem robienia „zdjęć” pedosfery, czyli poznawania przypowierzchniowej części skorupy naszej planety. Ma ona



Ryc. 3. Echogram wykonany anteną ekranowaną 500 MHz w rejonie Bydgoszczy. Widoczne anomalie to zapis warstw geologicznych pod powierzchnią gruntu.

echogramu anomalia od innej, opadającej warstwy geologicznej. Jej koniec, choć przed 50 mb słabiej widoczny, można wyznaczyć na 20 mb oraz przypisać jej głębokość nawet do 4 m. Między 50 a 70 mb profilu pojawia się nad nią równoległa, słabsza anomalia, która

swoje wady i zalety. Przede wszystkim jest nieinwazyjna i precyzyjna. Może być stosowana do wielu zadań w różnych dziedzinach nauki oraz dawać bardzo dobre rezultaty.

Bibliografia:

1. Karczewski J., Ortyl Ł., Pasternak M., 2011. Zarys metody georadarowej, Wydanie drugie poprawione i rozszerzone, Uczelniane Wydawnictwo Naukowo-Dydaktyczne AGH Kraków, Kraków, ISBN 978-83-7464-422-8.
2. Wardas M., Ziętek J., Łyskowski M. and Tabaszewski W., 2010. Możliwość wykorzystania zanieczyszczenia miedzią i ołowiem osadów w nawarstwieniach archeologicznych Krakowa do wyznaczania lokalizacji historycznych kolektorów ścieków. Jubileusz Katedry Geologii Ogólnej, Ochrony Środowiska i Geoturystyki Akademii Górniczo-Hutniczej 1920–2010, praca zbiorowa pod redakcją prof. dr hab. inż. Jacka Rajchela, Wydawnictwo AGH, Kraków, ISBN 978-83-7464-378-8, 173-185.

Mgr inż. Mikołaj Łyskowski – doktorant, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza; Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska; Katedra Geofizyki. E-mail: lyskowski@geol.agh.edu.pl.

Mgr inż. Ewelina Mazurek – doktorantka, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza; Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska; Katedra Geofizyki. E-mail: emazurek@geol.agh.edu.pl.

POŻYTECZNY CHWAST

Owies (*Avena*), podobnie jak pozostałe zboża: pszenica, jęczmień, żyto, proso, kukurydza, ryż i sorgo, jest rodzajem z bardzo bogatej rodziny traw – wiechlinowatych (*Poaceae*), złożonej z około 11 tysięcy gatunków. Jakkolwiek ze względu na niedobór glutenu nie nadaje się do wypieku chleba, to jednak inne walory zadecydowały o jego rozpowszechnieniu. Wprawdzie z 35 gatunków znanych z obszaru śródziemnomorskiego, Azji Środkowej i Afryki Północnej tylko niektóre wzięto pod uprawę, ale i tak ich użyteczność nie podlega dyskusji. Największe znaczenie gospodarcze ma owies zwyczajny (*A. sativa*), pochodzący prawdopodobnie od dzikiego owsa głuchego (*A. fatua*). Stanowi 90% upraw światowych, a do nielicznych pozostałych, gdzieśkolwiek kulturowanych, należą między innymi owies szorstki (*A. strigosa*), bizantyjski (*A. byzantina*) i głuchy.



Ryc. 1. A – owies zwyczajny (*Avena sativa*), B – owies jednostronny (*Avena orientalis*). Za: Otto Wilhelm Thomé, *Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz*, Gera 1885 (www.BioLib.de).

Przedmiot naszych rozważań to roślina roczna, samopylna (klejstogamia), mająca sztywne żdźbło o wysokości 150 cm. Korzenie osiągają w glebie głębokość 180 cm, szorstkie liście dochodzą do szerokości 15 mm, a długość wiechy wynosi 30 cm. Kwitnienie rozpoczyna się zazwyczaj wówczas, gdy tkwi ona jeszcze w pochwie liściowej. Dwu- lub trzykwiatowe kłoski okryte są długimi plewami, a podługowaty ziarniak (*Fructus Avenae*) o długości 20 mm może być białawy, żółty lub szary. Owies nie wymaga żyznych gleb, lecz pod względem konieczności zaopatrzenia w wodę wysuwa się na czoło pozostałych zbóż. Zupełnie dobrze egzystuje w obszarach chłodnych, o wyższych opadach atmosferycznych.

Cenną zaletą owsa jest wysoka zawartość chlorofilu, wynosząca od 950 do 1250 mg%, oraz karotenu – 56–66 mg%. Zieloną paszę cechuje nie tylko pokaźna ilość cukrów redukcyjnych, lecz również azotu azotanowego i potasu. Zarówno słoma, jak i plewy są wartościową karmą dla bydła ze względu na wyższy od innych zbóż zasób białka. Ponadto słoma odznacza się sporą ilością potasu oraz krzemu.

W pracy zbiorowej „Trawy polskie” pod redakcją prof. dra Mariana Falkowskiego, wydanej w 1982 roku, znajdujemy oprócz owsa zwyczajnego następujące gatunki krajowe: owies krótki (*A. brevis*) – bardzo rzadki chwast zbożowy, owies głuchy (*A. fatua*) – dość częsty chwast w uprawach środkowej i południowo-wschodniej części Polski, owies nagoziarnowy (*A. nuda*) – zanieczyszczający niekiedy zboża w siedliskach wilgotniejszych, i owies szorstki (*A. strigosa*) – jeszcze niedawno uprawiany w Karpatach, obecnie chwast, szczególnie w zasiewach owsa.

Ziarniak owsa (*Fructus Avenae*) zawierają między innymi około 60% skrobi (*Amylum Avenae*), 15% białka, 9% tłuszczu, 13% błonnika, a ponadto lipoproteiny, aminokwasy, peptydy, sterole, saponiny oraz witaminy B₁, B₂, B₆ i E. Poza tym ważny jest kwas pantotenowy i fitonowy, jak też rozpuszczalna w wodzie krzemionka. Oprócz tego wyróżniają się bogactwem wapnia, magnezu, sodu, miedzi i lecytyny. Walory owsa dostrzeżono nie tylko w żywieniu zwierząt i w przemyśle spożywczym, lecz również w terapiach. Wodne wyciągi z ziela (*Herba Avenae*) łagodzą ból występujący przy ataku kamicy moczowej, w chorobach nerek i reumatyzmie. Dzięki zawartości krzemionki usprawniają metabolizm, poprawiają stan naczyń krwionośnych, narządów wewnętrznych, kości, skóry, włosów i paznokci. Ponadto rozpuszczalna

w wodzie krzemionka przeciwdziała odkładaniu się soli mineralnych w drogach moczowych. Natomiast nalewka z ziela owsa wzmacnia system nerwowy, a kąpiele w odwarze z ziela lub słomy (*Stramentum Avenae*) zwalczają artretyzm, schorzenia nerek i skóry. Kleik z płatków (*Fructus Avenae excorticatus*), zasobny w sole wapnia, stanowi doskonały pokarm dietetyczny, stosowany w chorobach przewodu pokarmowego, wątroby, trzustki i nerek. Z kolei płatki i mąka (*Farina Avenae*) zarobione wodą są użytkowane w postaci okładów do eliminacji ropni i czyraków.



Ryc. 2. Dojrzała wiecha owsa zwyczajnego (*Avena sativa*). Fot. Magdalena Mularczyk.

W lecnictwie ludowym istnieje przekonanie, że codzienne spożywanie płatków odmładza człowieka i usprawnia jego popęd płciowy. Dawniej sokiem wyciśniętym z zielonych części rośliny próbowano leczyć schorzenia oczu, a odmrożone dłonie i stopy moczono przez kilka dni w ciepłym odwarze z ziela owsa. W krajach zachodnich zrozumiano zalety zdrowotne produktów otrzymywanych z owsa i dlatego ich konsumpcja w porównaniu z naszą jest kilkakrotnie większa.

Obecnie na globie ziemskim uprawia się owies na obszarze około 17,9 mln ha. Największą wydajność

z hektara odnotowano w Irlandii (6 t), Holandii (5,8 t) i Wielkiej Brytanii (5,5 t), a w naszym kraju wynosi ona 2,53 t.

Gros upraw widnieje na półkuli północnej między 35 a 50° szerokości geograficznej. W 2004 roku globalne zbiory oszacowano na 25,9 mln t. Najwięcej dostarczyła Rosja (19,1%), Kanada (14,2%), USA (6,5%) i Polska (5,5%).

W 2009 roku prymat należał też do Rosji, która wyprodukowała 5401200 t, drugie miejsce zajęła Kanada – 2798200 t, trzecie Polska – 1415400 t, czwarte Stany Zjednoczone – 1351070 t, a piąte Australia – 1244000 t.

Uprawa owsa i żyta rozpoczęła się dość późno, bo prawdopodobnie dopiero dwa tysiące lat temu. Do Europy owies dotarł wraz z pszenicą jako chwast w okresie neolitycznej kultury ceramiki wstęgowej. W młodszej epoce kamienia oraz w epoce brązu i żelaza spożywano bryje i polewki uzyskiwane ze zbieractwa dzikich nasion lub w trakcie ręcznego oczyszczania pszenicy i jęczmienia. Z tych czasów pochodzą nikielne resztki owsa zwyczajnego i nieco większe szorstkiego. Ten ostatni jest znany ze znalezisk w Anglii, Szkocji, północnej części Niemiec oraz z Polski. Natomiast pochodzący z brązu owies głuchy został odkryty w znacznych ilościach w alpejskich osadach palowych, jak również na terenie Niemiec i Danii. Skłoniło to niektórych badaczy do uznania tej epoki za początek jego kultywacji w Europie Zachodniej i Środkowej. Nie wiemy jednak, gdzie i kiedy zaczęto uprawiać owies. Zbyt skąpe i często sprzeczne wiadomości nie pozwalają na rozwiązanie tego problemu. Dla antycznych Greków był to chwast segetalny o właściwościach leczniczych, a wybitny przyrodnik rzymski Pliniusz Starszy (Caius Plinius Secundus, 23–79) podaje, że z kultywowanego w cesarstwie rzymskim owsa zwyczajnego wypiekano chleb, a w cesarstwie bizantyjskim karmiono zwierzęta. Z kolei lekarz rzymski pochodzenia greckiego Galen (Claudius Galenus, 130–200) wspomina, iż w okolicach Pergamonu (Azja Mniejsza) uprawiany owies służył za paszę, a w latach niedoboru żywności ratował ludzi od głodu.

Stopniowo wzbudzał zainteresowanie Celtów, Baszków, Słowian i Germanów, którzy doszli w końcu do wniosku, że warto go kultywować. Sprzyjające warunki klimatyczne w okresach późnoatlantyckim i subborealnym pozwoliły mu wraz z pszenicą i jęczmieniem osiągnąć Skandynawię, a gdy w okresie wczesnego żelaza dość znaczne ochłodzenie wyeliminowało „konkurentów”, zatriumfował na polach uprawnych. Pierwsze wzmianki o wykorzystaniu tego zboża na północy znajdujemy w średniowiecznych

norweskich zabytkach literackich, stanowiących pieśni „Eddy”.

Można jeszcze zaznaczyć, że uprawa owsa w Chinach rozpoczęła się dopiero w VII wieku *post Christum natum*, od XVIII stulecia znany jest w Ameryce, a do Australii dotarł sto lat później.

W Polsce skąpe neolityczne i halsztackie resztki rodzaju *Avena* pochodzą prawdopodobnie ze zbieractwa, bardziej zaś obfite znaleziska dotyczą dopiero wczesnego średniowiecza. Natomiast zagadka czasu podjęcia kultuwacji czeka na rozwiązanie.



Ryc. 3. Kompozycja ze zbóż, kwiatów i owoców w kościele parafialnym w Zagórzku koło Sanoka w dniu święta Wniebowzięcia Najświętszej Maryi Panny. Fot. Magdalena Mularczyk.

Obecnie owies jest rozpowszechniony w różnych częściach globu ziemskiego, głównie na obszarach o klimacie umiarkowanym. Niekiedy spotyka się go w tropikach, lecz wyłącznie w górach. W naszym kraju uprawa może być prowadzona prawie wszędzie, jednak największa rozciąga się w jego części północnej i północno-wschodniej oraz w rejonach podgórskich i górskich. 80% uzyskanych ziarniaków zasila paszę, 15% wzbogaca materiał siewny, resztę zaś przeznaczają na inne cele, między innymi spożywcze. Warto przypomnieć, że przed drugą wojną

światową owies był kultywowany na powierzchni ok. 1 mln ha, a obecnie – z uwagi na wzmożony rozwój motoryzacji – jego areal zmniejszył się prawie o połowę, lecz wydajność z hektara znacznie wzrosła.

W średniowieczu owies stanowił codzienne pożywienie europejskich wieśniaków. Jeszcze w XVIII i XIX wieku w niektórych kantonach Szwajcarii ulubione śniadanie składało się z gęstej bryi owsianej. Podobne zamięłowanie wykazywali mieszkańcy Niemiec, Skandynawii i Wielkiej Brytanii, gdzie wyróżniali się pod tym względem Szkoci.

Od prezentowanego „chwastu” pochodzi sporo polskich nazwisk: Owskiak, Owsiejczuk, Owsiejczyk, Owsiejko, Owsik, Owsiniński, Owsiuł, Owsiany, Owsian, Owsianik, Owsianka, Owsianko, Owsiany, Owsianowski i Owieśniak.

Owsiane placki mieszkańców gór wykpiwano nie raz w piosenkach ludowych. Jedna z nich pochodzi z zachodnich terenów Polski:

Może myślisz, że górale,
Co chodaki noszą,
Co nie mając swego chleba,
Cudzym owies koszą,
Myślisz, że są może lepsi
Nad Wielkopolany!
Lepszy przecie nasz chleb żytni,
Niżli ich owsiany.

Są też powiedzonka związane z owsem – pierwsze dotyczy możliwości kształcenia niezbyt zdolnego ucznia: „I w Paryżu nie zrobią z owsa ryżu”. Drugie zaś określa charakter bezlitosnego skąpca: „Jeszcze nikt od konia nie dostał owsa”.

Roman Karczmarszuk (Wrocław)

WYBRANE GATUNKI DWULIŚCIENNYCH ZBOŻOWYCH CHWASTÓW SEGETALNYCH W POLSCE

Flora polskich wsi ulega zmianom na naszych oczach. Coraz wyższa kultura rolnictwa, udoskonalenie metod zwalczania chwastów w uprawach oraz coraz powszechniejsze ich stosowanie przyczynia się do zanikania pewnej grupy roślin, która jeszcze kilkanaście lat temu była często widocznym elementem krajobrazu polskiej wsi. Tą grupą są tzw. chwasty segetalne, czyli rośliny pól uprawnych.

Należące do tej grupy gatunki cechuje zwykle cykl życiowy podobny do roślin uprawnych wśród których żyją. Większość z nich nie należy do rodzimych gatunków naszej flory. Zostały zawleczone na obszar Polski przed 1500 rokiem naszej ery. Rośliny te nazywamy archeofitami, a chwasty do nich należące – archeofitami segetalnymi. Są zwalczane gdyż wpływają negatywnie na uprawy, wielkość plonów, często mogą być trujące dla zwierząt. Jednak ich obecność ma też pewne zalety. Pomijając aspekt krajobrazowy roślinność segetalna może ze względu na różnorodne wymagania siedliskowe być wyznacznikiem jakości i żyzności gruntów. Część z nich to cenione dawniej rośliny lecznicze.

Przybyły do nas z różnych zakątków świata. Większość z nich pochodzi z obszaru śródziemnomorskiego lub z terenów południowo – wschodniej Azji, gdzie udomowione zostały pierwsze zboża. Wraz z rozprzestrzenianiem się człowieka przybyły one na tereny dzisiejszej Europy. Wraz z nimi nowe tereny zdobywały towarzyszące im rośliny segetalne.

W niniejszym artykule omówione zostaną najbardziej charakterystyczne chwasty segetalne charakterystyczne dla upraw zbożowych, zarówno te które są jeszcze często spotykane, jak i te prawie już w Polsce nie notowane.

Jednym z najczęściej występujących na polach chwastów jest powszechnie znany, pochodzący z wschodnich terenów morza śródziemnego mak polny *Papaver rhoeas* o czerwonej, czteropłatkowej koronie. Jest rośliną azotolubną, kwitnącą od maja do sierpnia. Rośnie głównie w uprawach zbóż ozimych, ponadto związany jest z roślinami okopowymi, miedzami, przydrożami oraz miejscami ruderalnymi. Często spotkać można podobny do niego mak wątpliwy *Papaver dubium* oraz mak piaskowy *Papaver argemone*. Gatunki te różnią się między sobą kształtem torebki.

Drugim często do dziś spotykanym gatunkiem segetalnym jest kwitnący na niebiesko chaber bławatek *Centaurea cyanus*. Podobnie jak mak polny preferuje

uprawy zbóż, a także nieużytki, przydroża i ugory. Kwitnie od czerwca do września. Jest wskaźnikiem gleb ubogich w wapń. Ma zastosowanie jako surowiec zielarski oraz w kosmetyce. Dawniej służył do wytwarzania niebieskiego barwnika. Ma pochodzenie północnośródziemnomorskie, najprawdopodobniej rozprzestrzenił się w środkowej Europie już w neolicie.

Częstym gatunkiem występującym w uprawach zbożowych, dziś już coraz rzadszym jest kąkol polny *Agrostemma githago*. Podobnie jak opisany powyżej mak i chaber pochodzi z obszaru morza śródziemnego. Kwitnie na fioletowo-różowo w okresie od czerwca do lipca. Jest rośliną silnie trującą. Rozprzestrzenia się wraz z ziarnem zbóż, dojrzewając w tym samym co one okresie. Ze względu na coraz skuteczniejsze metody czyszczenia ziarna jego liczebność szybko maleje. Autor artykułu, wykonujący w latach 2009–2011 pracę magisterską dotyczącą flory 25 km² stricte rolniczego terenu doliny Wisły w okolicach Połanicy nie odnalazł go na żadnym stanowisku, mimo, iż z ustnych informacji mieszkańców wynikało, że jeszcze w latach 90 był częstym gatunkiem.

Bardzo rzadkim już gatunkiem jest miłek letni *Adonis aestivalis*. Kwitnie na wiosnę, od maja do czerwca. Preferuje miejsca ciepłe, bogate w węglan wapnia. Spotykany jest w uprawach zbóż, ugorach a także na murawach kserotermicznych. Najczęściej spotykany jest na Wyżynie Małopolskiej oraz Lubelskiej. Pochodzi z obszaru śródziemnomorskiego. Do Europy zawleczony został w epoce brązu.

Niepozorną, ale bardzo piękną rośliną segetalną jest kurzyśląd błękitny *Anagalis foemina* (Ryc. 1)



Ryc. 1. Kurzyśląd błękitny *Anagalis foemina*. Fot. Kamil Szczepka.

występujący na polach, miedzach i nieużytkach. Preferuje gleby wapienne, osiąga wysokość do 20 cm. W 2006 roku umieszczony został na Czerwonej liście roślin i grzybów Polski. Występuje na rozproszonych stanowiskach głównie w pasie wyżyn. Częściej w uprawach spotkać można blisko z nim spokrewniony kurzyślad polny *Anagalis arvensis* o drobnych, czerwonych kwiatach.

Stosunkowo pospolitym chwastem zbóż ozimych pozostaje ostróżeczka polna *Consolida regalis* kwitnąca na fioletowo od czerwca do września. Jest gatunkiem ciepłolubnym preferującym gleby bogate w węglan wapnia. Jest archeofitem pochodzenia pontyjskiego, gdzie występuje na terenach stepowych. Na terenie Polski pojawiła się w okresie rzymskim.

Interesującym gatunkiem związanym z polami uprawnymi jest przewiercień okrągłolistny *Bupleurum rotundifolium* z rodziny selerowatych. Jego nazwa bezpośrednio nawiązuje do okrągłych, sinozielonych liści, przez środek których przechodzi łodyga. Jest dziś rośliną rzadko spotykaną, głównie na terenie wyżyny małopolskiej i lubelskiej. Preferuje suche, wapienne podłoże. Pochodzi z obszaru wschodniej części morza śródziemnego i Iranu. W Polsce rozprzestrzenił się w okresie średniowiecza. Kwitnie od czerwca do sierpnia.

Na polach zbóż ozimych, a także miedzach i ciepłolubnych murawach spotkać można pszenca różowego *Melampyrum arvense* (Ryc. 2) o kłosokształtnych, różowych kwiatostanach. Jest rośliną związaną z glebami bogatymi w węglan wapnia. Kwitnie w okresie od maja do września, jest półpasożytem. W przeciwieństwie do wcześniej opisanych gatunków nie jest archeofitem.



Ryc. 2. Pszeniec różowy *Melampyrum arvense* Fot. Kamil Szczepka.

Z obszaru śródziemnomorskiego zawleczone zostały do Polski cztery gatunki wyk związanych z uprawami zbóż. Są to wyka wąskolistna *Vicia angustifolia*, wyka czteronasienna *Vicia tetrasperma*,

wyka kosmata *Vicia villosa* oraz wyka brudnożółta *Vicia grandiflora* charakteryzująca się dużymi, białymi kwiatami. Pierwsza z wymienionych jest obecna na terenie naszego kraju najprawdopodobniej od wczesnego średniowiecza, druga przybyła do środkowej Europy w neolicie, trzecia znana jest od okresu rzymskiego. Wyka brudnożółta została zawleczona w drugiej połowie XX wieku, jest więc kenofitem (rośliną zawleczoną po roku 1500).

Bardzo rzadko już spotykaną rośliną jest czechrzyca grzebieniowa *Scandix pecten-veneris* należąca do rodziny selerowatych. Jego cechą charakterystyczną jest bardzo długi dzióbek na rozłupce (nawet 6 razy dłuższy od pozostałej części owocu). Jest gatunkiem pochodzenia śródziemnomorsko-irano-turańskiego. Rośnie na pojedynczych stanowiskach na wyżynie małopolskiej oraz lubelskiej. Jest gatunkiem zamieszczonym w Polskiej czerwonej księdze roślin.

W uprawach zbożowych na glebach bogatych w węglan wapnia spotkać można włóczydło polne *Caucalis daucoides*. Jest gatunkiem pochodzenia śródziemnomorsko-irano-turańskiego, do Europy trafił we wczesnym średniowieczu. W Polsce notowany jest głównie na wyżynie śląskiej, małopolskiej i lubelskiej. Jego cechą wyróżniającą jest charakterystyczny owoc – wydłużona, pokryta haczykami rozłupnia. Kwitnie w okresie od maja do września.

Na podłożu bogatym w węglan wapnia występuje także pochodzący z obszaru irano-turańsko-pontyjskiego groszek bulwiasty *Lathyrus tuberosus* o czerwono różowych kwiatach.

Chwasty pól uprawnych, choć niepożądane, jednak często piękne przegrywają walkę z nowoczesnym rolnictwem. Zachęcam więc, by będą na wycieczce w terenach rolniczych dostrzec ten zanikający element wiejskiego krajobrazu.

Kamil Szczepka (Kraków)
E-mail: kamil.szczepka@gmail.com

KONIE I GENY

Od niepamiętnych czasów konie towarzyszą człowiekowi i zajmują szczególne miejsce w społecznościach ludzkich. Pełniły i nadal pełnią wiele ważnych funkcji, które od początku udomowienia zmieniały się znacząco. Wykorzystywano je jako zwierzęta juczne oraz mobilną spiżarnię (mięso i mleko). Służyły jako środek transportu, źródło rekreacji. Obecnie, w sporcie często bywają również przyczynkiem spekulacji finansowych.

W związku z tym nic dziwnego, że stały się obiektem zainteresowań genetyków. Najnowsza literatura podaje nowe informacje dotyczące genetycznej historii udomowienia koni.

Zespół Achilliego badał różnorodność mitochondrialnego genomu dziedziczonego od matki. MtDNA to materiał genetyczny w postaci kolistego DNA znajdujący się w macierzy mitochondrium. Co ciekawe u ssaków mtDNA dziedziczy się wyłącznie po matce. Udowodniono, że mitochondria pochodzące od ojca niszczone są we wczesnych fazach rozwoju zygoty. W wyniku prac przeprowadzonych przez ten zespół sklasyfikowano współczesne konie w 17 głównych haplogrupach rozłożonych w różnych obszarach geograficznych (Azja, Europa, Ameryka i Bliski Wschód). Co ciekawe wszystkie te haplogrupy zostały zidentyfikowane u koni z Azji. Ustalenia te wraz z innymi publikacjami sugerują, że niewielka ilość linii żeńskich była zaangażowana w udomowienie koni na stepach Eurazji około 5–7 tysięcy lat przed naszą erą. Takie znaczne zróżnicowanie mtDNA ostro kontrastuje z brakiem różnorodności genetycznej sekwencji chromosomu Y u współczesnych koni, co oznaczałoby, że wszystkie współczesne konie wywodzą się od jednej linii męskiej. Nasuwa się więc pytanie czy taki stan rzeczy jest konsekwencją siły płci, czy też bioróżnorodność chromosomu Y była już zmniejszona u przodków koni współczesnych?

Wydaje się, że odpowiedzią na to pytanie są badania zespołu Lippoda. Poprzez analizę archeologicznego DNA dzikich przodków koni z Syberii i Północnej Ameryki datowanych na 47–16 tysięcy lat temu oraz jednego udomowionego ogiera sprzed 2,8 tys. lat przed naszą erą wykazali znaczną zmienność ówczesnego chromosomu Y oraz zasugerowali, że brak ojcowskiej zmienności genetycznej jest wynikiem procesu udomowienia.

Kolejnym obszarem zainteresowań genetyków było źródło genetycznej historii szybkości koni pełnej krwi angielskiej, jednej z najcenniejszych ras koni na świecie. Wcześniejsze badania wykazały, że

zamiana C na T pojedynczego nukleotydu w intronie MSTN (gen kodujący miostatynę, u bydła odpowiada za podwójne umięśnienie) wpływa na szybkość u koni tej rasy.

Zespół Bowera wykazał, że allel T jest konserwatywny, a jego wprowadzenie przez lokalną klacz było fundamentem w hodowli koni pełnej krwi. Okazało się, że frekwencja allelu C była niska w populacji koni pełnej krwi w XVIII i XIX w. Jego ekspansja rozpoczęła się przez ogiera Neartic (1954) ojca najslawniejszego ogiera współczesnego Northern Dancer (1961).



Ryc. 1. George Robinson na koniu pełnej krwi angielskiej – Rogillii, zdobywca Caulfield Cup Australia w 1932 roku. Źródło: http://pl.wikipedia.org/wiki/Plik:ROGILLA_1932_VATC_CAULFIELD_CUP_GEORGE_ROBINSON.jpg.

Innym aspektem wzbudzającym duże zainteresowanie badaczy jest umaszczenie koni. W badaniach archeologicznego DNA przodków koni z okresu plejstocenu, mezolitu, neolitu ery miedzi z obszarów Euroazji i Azji zidentyfikowano geny odpowiadające za maść gniadą, karą oraz allele odpowiadające za maść tarantową. Interesujące jest to, że wszystkie te typy były na malowidłach naskalnych z okresu paleolitu.

Źródło:

Kayser:Editors'Pick: Of Horses and Genes. *Investigative Genetics* 2012 3:4.

Mgr inż. Monika Stefaniuk
E-mail: m.k.stefaniuk@gmail.com

WSZECHŚWIAT PRZED 100 LATY

Magnetyzm zwierzęcy

Zasadniczymi cechami badań naukowych są właściwy porządek, czyli odpowiednie usystematyzowanie badań i przyjmowanie hipotez tylko naukowych, to jest niebędących w sprzeczności z uznanymi prawdami naukowymi.

"La psychologie inconue" Emila Boiraca, rektora akademii w Dijon, zawiera wiele ciekawych poglądów na sposoby stosowania metody ściśle naukowej do badań objawów psychicznych. Sądząc po pewnych oznakach - powiada ten uczony - można przypuszczać, że większość badaczy współczesnych, mniej pohopna jest do bezwzględnego wyłączania zjawisk psychicznych z dziedziny nauki od uczonych wieku zeszłego. Warunki jednak, w jakich należałoby przedsięwziąć dokonywanie tych badań, dotąd jeszcze nie zostały określone. Fakty się mnożą i gromadzą, ale kwestia metody dotąd czeka na rozwiązanie. Otóż, dopóki ona nie zostanie ustalona, nie tylko w teorii ale i w praktyce, t. j. dopóki zjawiska psychiczne będą obserwowane i poddawane doświadczeniom na chybił - trafił, będziemy dreptali na miejscu i zawsze pozostawimy nowym badaczom możliwość podawania w wątpliwość wartości rezultatów, otrzymanych przez ich poprzedników.

Zjawiska psychiczne istotnie, niezależnie od ich charakteru tajemniczego i od ich cudowności zewnętrznej, są nadzwyczaj rozmaite i skomplikowane. Tworzą one rodzaj labiryntu, do którego można wejść tysiącem różnych drzwí, gdzie jednak można iść bezpiecznie tylko wówczas, gdy się od początku weszło na drogę właściwą.

Należy rozróżnić trzy wielkie grupy a właściwie trzy kondygnacje tych zjawisk.

1) Zjawiska hipnotyczne, niewymagające hipotezy żadnego czynnika dotąd nieznanego, żadnej szczególnej hipotezy-przyczyn, jeszcze w nauce nieznanymi, które zdaje się, że dają się wytłumaczyć przez czynniki już znane, przez przyczyny już uznane, działające jednak w warunkach jeszcze niedobrze i niezupełnie określonych.

Do tej pierwszej grupy należą zjawiska hipnotyzmu i sugestii, których realność uczeni wieku XIX uznali i które dziś uważane są za naukowo stwierdzone. Te zjawiska Grasset nazwał okultyzmem dnia wczorajszego.

2) Zjawiska magnetyczne, zdające się wymagać przyjęcia hipotezy przyczyn jeszcze nieznanymi, nieskatalogowanych, ale natury fizycznej i mniej więcej analogicznych z siłami promieniowania fizyki: ze światłem, z ciepłem, elektrycznością, magnetyzmem i t. d. Na tej kondygnacji mieszczą się wszystkie zjawiska magnetyzmu zwierzęcego i telepatii, przynajmniej w rozróżnieniu od zjawisk hipnotyzmu i sugestii.

3) Zjawiska spirytystyczne, które zdają się wymagać hipotezy czynników jeszcze nieznanymi, ale w tym razie już natury psychologicznej, więcej lub mniej analogicznych z inteligencjami ludzkimi, może nawet bytujących zewnątrz naszego zwykłego świata w planie realności zewnętrznej w stosunku do tej, w której żyjemy. W tym dział mieszczą się wszystkie zjawiska zwane spirytystyczne-

mi, o ile niemożna ich sprowadzić do gałęzi poprzednio wymienionych.

W zasadzie nie było kontaktu między uczonymi z jednej strony, uporczywie zamkniętymi jedynie w liczeniu się ze zjawiskami hipnotyzmu, a magnetyzmem, okultystami i spirytystami i t. d. z drugiej strony, bardzo dobrze obeznanymi z mnóstwem faktów z dziedziny magnetyzmu i spirytyzmu, ale bardzo źle przygotowanymi do traktowania ich metodycznego.

"Niemniej, w ostatnich czasach - powiada Boirac - uwaga pewnej liczby uczonych została zwrócona na zjawiska telepatii i spirytyzmu i świat naukowy w swojej całości zaczyna wreszcie przypuszczać, że przecież może być coś poważnego i ciekawego w studyowaniu tych zjawisk. Zbliża się więc prawdopodobnie chwila, w której nauka obejmie w posiadanie tę dziedzinę, dotąd uważaną za zakazaną dla badań, i zacznie traktować ją odpowiednimi metodami".

Kuszell W. Objawy psychiczne jako przedmiot badania naukowego, *Wszechświat* 1913, 32, 455 (20 VII)

Nielatwo otruć jeża byle czym

Willberg podaje ciekawe dane, dotyczące odporności jeża wobec rozmaitych substancji trujących. Przedewszystkiem okazuje się, że zwierzę to nie posiada odporności wobec wszelkich istniejących jądów, lecz tylko wobec pewnych określonych, i że odporność ta występuje w rozmaitym stopniu zależnie od rodzaju trucizny. Tak na przykład wobec atropiny jeż jest 248 razy odporniejszy, aniżeli człowiek, wobec morfiny 245 razy, wobec nikotyny 29 razy, wobec kurary 7 razy, cyanku potasu 6 razy, wobec sublimatu 4 razy, wobec kwasu karbолоwego już tylko dwa razy; co zaś dotyczy strychniny, to taka sama dawka stosunkowa, która działa zabójczo na człowieka, zabija również i jeża.

j.b. (Bornsteinowa). Odporność jeża wobec substancji trujących, *Wszechświat* 1913, 32, 575 (31 VIII)

Niebezpieczna energia

Czasopismo niemieckie "Die Naturwissenschaften" podaje statystykę nieszczęśliwych wypadków, zanotowanych w roku 1912 przez stację elektryczną. Z ogólnej liczby, wynoszącej 1081 wypadków, 224 przypada na naftę, 674 na gaz, 183 zaś na elektryczność. Większość, bo 55 wypadków z naftą wynika z naskutek eksplozji, 46 wskutek przewrócenia lub oberwania się lampy, 26 wskutek rozpalania ognia z pomocą nafty. Największa liczba wypadków spowodowana była przez używanie gazu, przyczem wśród przyczyn, powodujących katastrofy, niepoślednie miejsce zajmuje niezamknięcie kurka i pęknięcie rury gazowej. Katastrofy, spowodowane przez używanie elektryczności, wywołane były w większości przypadków przez nieostrożność; krótkie zaś spięcie, na karb którego składa się zazwyczaj tyle nieszczęść, stanowi zaledwie 3% ogólnej liczby wypadków. Co dotyczy następstw zanotowanych tu nieszczęśliwych wypadków,

to z przeprowadzonej statystyki wypadków, spowodowanych przez nieostrożność, okazuje się, że najwięcej ofiar w ludziach zabrała elektryczność. Stosunki te jednak się zmieniają, gdy uwzględniona zostaje tabela popełnionych samobójstw; okazuje się bowiem, że w tej rubryce gaz, jako środek, zajmuje pierwsze miejsce.

j.b. (Bornsteinowa). *Statystyka wypadków, spowodowanych przez naftę, gaz i elektryczność, Wszechświat 1913*, 32, 447 (13 VII)

Ku gwiazdom!

Jedno i toż samo pokolenie ludzi mogło być świadkiem powstawania mechanicznego sposobu przenoszenia się przez wody w parowcach i udoskonalenia balonu aż do obecnego stanu aeroplanów. Po zdobyciu morza, człowiek zdobył władzę nad powietrzem. Pozostaje już tylko do stworzenia sposób przenoszenia się z planety na planetę.

Niejednokrotnie poruszano to zagadnienie w literaturze pięknej, lecz nie zajęto się nigdy stosunkami ilościowymi zjawisk, które należałoby wprowadzić w grę dla urzeczywistnienia takiej lokomocji, ani trudnościami natury fizjologicznej. W ostatnich czasach R Esnault-Pelterie poruszył tę sprawę w sposób bardziej naukowy w *Société de Physique* w Paryżu.

Nasze dzisiejsze wiadomości dowodzą, że ciało jest w stanie nagromadzić w sobie energię i przenosić ją w postaci daleko bardziej zgęszczonej aniżeli ta, którą w praktyce umiemy użytkować. Przyjmijmy na chwilę, że granica zmniejszenia ciężaru motorów jest bardzo odległa od tego, co obecnie uczynić umiemy i rozważmy zagadnienie, niezajmując się już wcale tem zmniejszeniem ciężaru.

Czy istnieje siła poruszająca, mogąca zapewnić posuwanie się jakiegoś przyrządu w próżni międzyplanetarnej? Tak, motor podobny istnieje lub przynajmniej istnieje zasada, na której mógłby się opierać. Motorem tym jest rakieta. Rakieta istotnie wznosi się wskutek reakcji, jaką wywierają na nią, uchodząc, gazy powstające przez spalanie się prochu. Środowisko zewnętrzne nie wywiera wpływu, gdyż przyrząd działa lepiej w próżni, niż w powietrzu: motor wśródgwiazdowy mógłby być zatem rodzajem olbrzymiej rakiety.

Wydałość jednak takiego motoru jest niestety bardzo mała. Istotnie chcąc oddalić od ziemi do najmniejszej odległości planetarnej masę 100 kilogramową, należałoby jej dostarczyć 6 371 103 kilogramometrów, motor zaś wydatkowałby musiał w tym celu 2 172 000 000 kilogramometrów, czyli wydajność wynosiłaby zaledwie 0,0293.

Zużycie czynnika poruszającego powinno być bez wątpienia być jeszcze większe, jeżeli zwrócimy uwagę na niektóre konieczności fizjologiczne. Rzeczywiście, ponieważ przyciąganie ziemi nie istnieje już na pewnej odległości od naszej planety, ciała wewnątrz pocisku nie miałyby już wagi. W tern położeniu byłby podróżny, bujający w swoim więzieniu, jako też i wszystkie otaczające go przedmioty. Gdyby mu wtedy przyszła ochota jedzenia

i picia, płyn, nieznajdując się już pod działaniem ciężkości, nie miałby żadnego powodu przechodzić z butelki do szklanki i do żołądka pijącego.

Ażeby usunąć te niedogodności, należałoby poddać wehikuł stałemu sztucznemu przyspieszeniu, ruch stałby się jednostajnie przyspieszonym. Pozwoliłoby to coprawda otrzymać olbrzymią prędkość, bardzo pożyteczną dla przebycia wielkich przestrzeni, lecz zużycie energii byłoby jeszcze większe.

Trzebaby dojść do jej nagromadzenia w postaci przynajmniej czterysta razy bardziej zgęszczonej, niż to mamy w dynamicie dla drogi z ziemi na księżyc i odwrotnie. Wobec większych odległości, ten stosunek dochodziłby może nawet do 40 000. Trzebaby zużyć mniej więcej 300 kg tego niemożliwie potężnego materiału na kilogram przenoszony. Gdybyśmy umieli z radu wydobyć całą energię przez krótki przeciąg czasu, potrzebny na przebycie drogi, wystarczyłoby już 25 kg tego pierwiastku, lecz, niestety, rad w ciągu 1780 lat traci dopiero połowę swojej energii.

H. G. (Grotowska) *Komunikacja międzyplanetarna, Wszechświat 1913*, 32, 460 (20 VII)

Trujący bluszcz

Sumak jadowity (*Rhus toxicodendron*) jest to krzew, którego ojczyzną jest wschodnia część Ameryki północnej; spotyka się go tam w lasach, zaroślach i bagnach, używają go do okalania pól i ogrodów, słowem, jest tam bardzo pospolity. Roślina ta, jak już sama jej nazwa wskazuje, posiada własności trujące. Prof. E. Rost i E. Gilg poddali ją gruntownemu badaniu w celu ustalenia, jaką właściwie drogą trucizna, zawarta w roślinie, przenosi się na otoczenie, dotąd bowiem nie była jeszcze rozstrzygnięta kwestya, czy roślina ta może działać szkodliwie i z pewnej odległości, czy też groźna jest tylko w razie zetknięcia się bezpośredniego. Na podstawie licznych doświadczeń Rost i Gilg przekonali się, że nieuszkodzone liście i łodyga, wprowadzone nawet w najbliższy kontakt z wrażliwymi częściami ciała ludzkiego, dajmy na to przytknięte do twarzy lub ręki, żadnego szkodliwego wpływu nie wywierają. Przeciwnie jednak, gdy liść tej rośliny choćby zlekka tylko uszkodzimy, wskutek czego na miejscu uszkodzenia ukaże się niewielka jasna kropelka soku, ciemniejąca pod wpływem powietrza, i gdy liść ten przytkniemy do twarzy lub ręki tak, by kropelka soku zetknęła się bezpośrednio ze skórą, wówczas po upływie krótkiego czasu (od paru godzin do dwu dni) niechybnie wystąpi mniej lub bardziej ciężkie zapalenie skóry. Gdyby sumak jadowity mógł wywierać wpływ szkodliwy z odległości, dowodziłoby to, że albo wytwarza się w nim trucizna w stanie lotnym, albo też że oderwane siłą wiatru cząstki rośliny (włoski, ziarenka pyłku), padając na nieokryte części ciała ludzkiego, tą drogą wywołują zapalny stan skóry. Lecz hipoteza ta nie ostała się wobec szeregu doświadczeń, przedsięwziętych w celu jej sprawdzenia; okazało się, że lotnej substancji trującej roślina nie wydziela i że ani włoski, ani ziarenka pyłku nie zawierają żadnych substancji, wywołujących podrażnienie skóry – a więc z odległości sumak jadowity nie może wywierać szkodliwego wpływu. Niektóre inne gatunki rodzaju *Rhus*

w razie bezpośredniego zetknięcia się są również niebezpieczne; do takich należy *Rhus vernicifera*. Tymczasem hodowany u nas często ozdobny sumak perukowy (*Rhus cotinus*) i sumak octowy (*Rhus typhina*) nie posiadają wcale własności trujących.

j.b. (Bornsteinowa). *Trujące działanie sumaku jadowitego*, *Wszechświat* 1913, 32, 495 (3 VIII)

Zachowanie się okapi

Zwierzę to niedawno, bo zaledwie przed dziesięciu laty odkryte, żyje w lasach, ciągnących się nad rzekami Ituri i Uelle w Kongo belgijskim. W klasyfikacji okapi zajmuje miejsce pośrednie między rodziną żyraf trzęsokorych a żyrafami współczesnymi. Zwierzę to jest bardzo rzadkie, temu też głównie należy przypisać, że dotychczas jeszcze obyczaje jego nie są gruntownie zbadane. Trwożliwy charakter skłania je do omijania miejsc zamieszkałych przez ludzi; nie żyje też nigdy ani na równinach, ani w lasach błotnistych, lecz zamieszkuje wyłącznie lasy góryste. P. Wilmet, który ostatnio przebywał w okolicach, gdzie żyje okapi, zakomunikował Akademii nauk w Paryżu (na posiedzeniu dn. 30 czerwca 1913 r.) nieco interesujących wiadomości, dotyczących okapi i jego obyczajów. Miękką sierść okapi jest barwy czarnej i białej, lub też brunatnej i białej; zwierzę utrzymuje ją niezmiernie czysto, liżąc ją, jak kot, i unikając prócz tego starannie błota i wszystkiego, coby mogło zbrukać białą sierść na nogach. Wargi okapi są czarne, język siny, długi; uszy bardzo dużo i nader ruchliwe; kopyta rozdzielone w sposób podobny, jak u wielbłąda. Samce mają małe rogi, samice zaś wcale rogów nie posiadają. Zarówno słuch, jak i węch mają bardzo rozwinięty.

Okapi, zwierzę z natury bardzo trwożliwe, w razie niebezpieczeństwa broni się silnym wyrzucaniem tylnych nóg. Wysokość przy łopatkach młodego, jednomiesięcznego okapi, wynosi 1,05 m, dwumiesięcznego około 1,17 m.; dorosłe zwierzę wzrostem dosięga konia. Okapi, jako zwierzę nocne, unika silnego światła, które, jak się wydaje, działa na nie osłepiająco. Żywi się nie trawą, lecz liśćmi drzew i krzewów; gdy chce się napić, musi rozstawić szeroko kończyny przednie, podobnie jak to czyni żyrafa. Okapi chodzi zupełnie tak samo jak żyrafa, to znaczy porusza jednocześnie dwiema kończynami prawej, następnie dwiema kończynami lewej strony; chodzi stępą lub galopem. Podczas dnia okapi śpi, najczęściej w pozycji stojącej; jeżeli przybiera pozycję leżącą, wówczas opiera głowę o grubą gałąź, o przewrócony pień drzewa lub też o jaką inną podpórę.

Okapi nie pędzi życia stadnego, najwyżej spotkać można parę, samca z samicą, oraz jedno młode. Samica, jak twierdzą krajowcy, rodzi tylko jedno młode; podczas pory suchej samiec i samica żyją oddzielnie i dopiero z nastaniem pory deszczowej samiec idzie śladem samicy i do niej się przyłącza. P. Wilmet miał sposobność obserwować przez jakiś czas młode okapi, trzymane przez krajowców w ogrodzeniu, w lesie, karmione przeważnie koziem mlekiem. Było ono już zupełnie niemal oswojone, gdy nagle, po dwudziestoczwartodniowym zamknięciu, bez żadnej widocznej przyczyny przestało przyjmować pożywienie i następnie po trzech dniach zdechło. Szkielet jego i skórę przesłano do muzeum

kolonialnego w Torvueren (Belgia).

j.b. (Bornsteinowa). *Obyczaje okapi*, *Wszechświat* 1913, 32, 591 (14 IX)

Mrożonka syberyjska

Szkielet i zakonserwowane w lodzie części ciała mamuta otrzymało niedawno muzeum francuskie historii naturalnej. O istnieniu mamutów, zakonserwowanych w lodowej warstwie Syberii, wiadomo już było od roku 1806, lecz dotychczas do Europy sprowadzono jeden tylko okaz i ten znajduje się w muzeum Akademii Nauk w Petersburgu. Obecnie przewieziony mamut będzie zapewne stanowił cenny unikat dla Europy centralnej, ostatnio bowiem w Rosyi zostało wydane rozporządzenie, wzbraniające wywożenia mamutów syberyjskich. Okaz, sprowadzony do Francji, jest tak doskonale zachowany, że można będzie przeprowadzać nad nim badania, dotyczące krwi oraz anatomii i histologii miękkich części ciała, słowem, badania nader ważne i interesujące.

j.b. (Bornsteinowa). *Szkielet i zakonserwowane w lodzie części ciała mamuta*, *Wszechświat* 1913, 32, 527 (17 VIII)

Chimicy - do roboty!

Czasopismo "Revue generale des sciences pures et appliquees" podaje treść ciekawej broszury, przedstawiającej najważniejsze dezyderaty dzisiejszego przemysłu chemicznego. Broszura ma zawierać spis dokładny odkryć, pożądanym z punktu widzenia praktyki, ale piśmo francuskie ze spisu tego wydobyło w postaci przykładów niektóre.

Jeżeli chemicy-teoretycy ze wzgardą patrzą dzisiaj na syntezę organiczną, uważając tę "kuchenną" robotę za niesłychanie niższą od badań fizykochemicznych, to znowu poszukiwacze przemysłowi, których celem ostatecznym jest, bądź co bądź, zdobycie pieniędzy, mają przed sobą jeszcze olbrzymie pole do myśzkowania.

W dziale związków organicznych trujących jest bardzo wiele do zrobienia. Nie mamy tu na myśli alkaloidów leczniczych, gdyż tutaj, pomimo, że alkaloidy rzeczywiste są ciągle otrzymywane z roślin, synteza chemiczna jednak dostarcza mnóstwa środków zastępczych, mniej lub więcej dobrze spełniających swoje zadanie. Ale istnieje mnóstwo innych, ostro działających i mających liczne zastosowania ciał organicznych, które z korzyścią mogłyby być syntezowane albo przynajmniej zastąpione przez produkty sztuczne, zbliżone co do swego działania. Taka, na przykład, czynna część składowa proszku perskiego: jej cena jest niesłychanie wysoka, a jako środek przeciwko owadom domowym niczem nie daje się zastąpić. Szczęśliwy chemik, któryby dokonał syntezy tego ciała, na pewno za jednym zamachem doszedłby do okazałej fortuny. Toż samo powtórzyć można ze względu na wyciągi nikotynowe, których rolnictwo zachodnie używa obficie do przyrządzania środków przeciwko pasorzytom. Fabryki tytoniowe nie mogą nastarczyć żądaniom tych wyciągów, a tymczasem z badań wielkiego agronoma francuskiego, Schloesinga, wynika, że zakładanie plantacji tytoniowych z wyłącznym celem wytwarzania

alkaloidu nie byłoby przedsięwzięciem ekonomicznie możliwym.

Najwspanialsze jednak rezultaty praktyczne wydałaby synteza dyastazy. Cały świat nieustannie hodzi o niewypowiedziane ilości drożdży wyłącznie w celu skorzystania ze śladów zawartej w nich zymazy, która zamienia cukier na alkohol i powoduje tworzenie się pęcherzyków gazowych w rosnącym cieście. Hodowla tych delikatnych pomimo swej prostoty istot jednokomórkowych, którymi są drożdże, jest z natury rzeczy bardzo kosztowna i bardzo niewygodna. Przypomnijmy sobie, że G. Bertrand dokonał pewnego rodzaju zaczątkowej syntezy jednej z dyastaz, wykazując, że sole manganowe z kwasami organicznymi spełniają poniekąd czynność dyastazy względem soku z drzewa lakkowego japońskiego. Widocznie przeto mogą być otrzymane produkty sztuczne, które działają nawzór prawdziwych dyastaz naturalnych. Wyrabianie sztucznych takich produktów, obdarzonych zadziwiającą energią działania, miałyby nieobliczone następstwa praktyczne. Wywołałoby bowiem nie tylko przewrót zupełny we wszystkich przemysłach biologicznych, w szczególności sposób zmieniając je i upraszczając, ale dałoby początek zupełnie nowemu przemysłowi syntetycznym, które zastąpiłyby mnóstwo dzisiejszych metod naturalnych. Większa część naszych środków żywności, które czerpiemy ze świata zwierzęcego i roślinnego, wyrabiałaby się wtedy w zakładach przemysłowych zapomocą dyastaz również fabrycznego pochodzenia. Można by powiedzieć, że przemysł osiągnąłby wtedy syntezę syntez, a liczne dzisiejsze metody fabrykacji, chociaż wydają się nam niesłychanie doskonałymi, doznałyby konkurencji ze strony metod nowych, bez wątpienia znacznie ekonomiczniejszych i bardziej eleganckich.

M. Syntezy, które należałoby wykonać, Wszechświat 1913, 32, 552 (31 VIII)

Nasi w Ameryce

Spis ludności, przeprowadzony w Stanach Zjednoczonych w roku 1910, wykazał, jak liczna jest tam ludność napływowa i w jak szybkim tempie liczbowo się rozwija. Liczba osób, urodzonych poza granicami Stanów oraz tych, których oboje rodzice urodzili się na obczyźnie, wynosiła w 1850 roku 2 200 000, w 1880 roku wzrosła do 6 700 000, a obecnie sięga już 13 300 000. Jeżeli rozpatrzemy stosunek poszczególnych narodowości do ogółu żywiołów napływowych, to zobaczymy, że Niemcy stanowią 17% obcej ludności; Polacy, Rosjanie, Finlandczycy 13%, przyczem najznaczniejszą część tej grupy stanowią Polacy i Rosjanie żydzi; Irlandczycy stanowią 12%; Austriacy, Węgrzy, Czesi i t. d. również 12%; dalej jest tam 11% Włochów, 8% Kanadyjczyków i t. d. Z zestawienia zaś danych statystycznych, dotyczących lat ostatnich i dawniejszych, okazuje się, że ilość Niemców w Stanach Zjednoczonych uległa znacznej redukcji od roku 1880, kiedy Niemcy stanowili 29% całej ludności napływowej; podobny stosunek widzimy u Irlandczyków, którzy w roku 1880 stanowili 28% ogółu cudzoziemskiej ludności, teraz zaś stanowią tylko 12%. Obecnie stosunki w Stanach Zjednoczonych przedstawiają się w ten sposób, że w trzynastu, i to bynajmniej nie najmniejszych Stanach, ludność napływowa stanowi większą część ogólnej

liczby mieszkańców, w szesnastu stanach tworzy część, wahającą się między połową a czwartą częścią, w sześciu zaś waha się między czwartą a dziesiątą częścią ogółu ludności.

j.b. (Bornsteinowa). Ludność obca w Stanach Zjednoczonych, Wszechświat 1913, 32, 543 (24 VIII)

Jeszcze bobry nie zginęły, choć było z nimi kruczo

Bóbr, zarówno jak żubr, skazany jest na wymarcie. Cywilizacja nie zgadza się na sąsiedztwo zręcznego i pracowitego budowniczego zadziwiających tam i tunelów. Jego niszczyciele podawali się za dobroczyńców ludzkości, zarzucając mu szkody w lasach, odwracanie koryta rzek i t. p., zdaje się jednak, że jego jedyną zbrodnią jest prawne posiadanie pięknego futra, tak często zastępowanego w handlu futerkiem królika, odpowiednio i umiejętnie wyprawionem.

Bóbr, niegdyś rozpowszechniony w całej Europie zachodniej, istnieje dzisiaj jeszcze gdzieś na Polesiu litewskim, a na zachodzie już tylko w dwu okolicach, mianowicie w Kamardze, w majątku ks. Karola Loewensteina i w dolinie Elby. Trudno przypuścić, aby się np. utrzymywał w okolicach Paryża aż do średniowiecza, jak twierdzą niektórzy uczeni.

Chcąc zbadać obyczaje bobra, należy się przenieść w okolice dzikie lub mało zaludnione, gdzie można jeszcze napotkać prawdziwe wsi tych przemysłnych gryzoniów, a mianowicie w lasy syberyjskie, w głąb Nowej Ziemi i do Kanady. Bobry, żyjące w Europie środkowej, zawdzięczając swe istnienie troskliwości paru właścicieli, od dawna już nie tworzą kolonij, ani nie budują chatek.

Zamiast domku, do połowy zanurzonego, jaki stawiali ich przodkowie, mają mieszkanie podziemne, pod poziomem wody, połączone z wodą jednym lub kilku pochylemi tunelami. Zmieniły się również ich obyczaje: żyją teraz bardziej samotnie, a nawet młode wcześniej własnych sił próbować muszą, gdyż o ile mała rodzinka może się ukryć, większej wyraźnie grozi niebezpieczeństwo. Zdaje się nawet, że w Europie środkowej bóbr wychodzi ze swej kryjówki tylko w nocy; jedynie więc przy świetle księżyca badać go można.

Łatwiej go poznać w Ameryce, gdy wychodzi nieraz w samo południe, aby wzmocnić tamę, którą naderwał szybki bieg wody.

Bobry nadzwyczaj są ostrożne w wyborze miejsca na mieszkanie; najczęściej budują domki w głębokich jeziorach, połączonych z innymi wodami lub też w okolicach lesistych i płaskich, gdzie przepływają rzeki. Nie idzie im o lasy, lecz o materiał do budowy tam. Jest to zawsze najważniejszą ich troską. Tamy takie dochodzą do dwustu metrów długości. Są to budowle bardzo kunsztowne, mogące przetrwać przez kilka pokoleń; podstawa ich miewa 3 do 3,5 metra, szczyt - 30-90 centymetrów, a wysokość 2-2,5 metra. Zrobione są z gałęzi, silnie utwierdzonych w łożysku wody, a puste miejsca między gałęziami są szczelnie wypełnione błotem i żwirem, tak, że podobna tama staje się dla wody nieprzenikliwą.

W Ameryce, w okolicach mało zadrzewionych zauważono niejednokrotnie, że bobry, w braku gałęzi, budowały zapory rzeczne z kamieni, odpowiednio ułożonych, oblepiając je błotem i liśćmi.

Również starannie budują swe domostwa, lecz odnawiają je co rok na wiosnę, uważając zapewne, że dokładne ich wyczyszczenie więcej wymagałoby czasu, aniżeli przebudowanie. Domki te są różnorodne, zarówno co do rozmiarów, jak i co do rozkładu. Młode bobry zadowalały się mieszkankiem dwumetrowym, w ogóle zaś średnica tych domków wynosi około 4 metrów, wznoszą się ponad wodą na metr do dwu, a grubość ścian wynosi zwykle 60 centymetrów.

Budując, bobry urabiają materiał budowlany szerokiemi łapami tylnymi, a układają go przednimi. Ogon, wbrew twierdzeniu niektórych przyrodników, służy im do zapewnienia równowagi podczas pracy, lub jako ster podczas pływania. Również w razie dostrzeżonego niebezpieczeństwa bobry uderzają mocno ogonem w ziemię lub w powierzchnię wody, aby zaalarmować towarzyszków.

Każdy domek ma zazwyczaj dwoje drzwi, zrobionych w taki sposób, aby spłoszone zwierzątka mogły czemprędzej, bez hałasu, dostać się na dno jeziora lub rzeki.

W razie potrzeby bobry mogą przedsięwziąć olbrzymie prace. Jeżeli między dwoma jeziorami znajdują się puste płaszczyzny, bobry łączą te jeziora zapomocą kanału, mającego niekiedy metr szerokości, pół metra głębokości, pięćdziesiąt do sześćdziesięciu metrów długości.

W ogóle niebrak roboty dla bobra. Wewnątrz chatki, wzdłuż muru, urządza łóżka dla rodziny, czy to z włókien drzewnych w okolicach lesistych, czy też z traw – w innych. Przyczem często odnawia te legowiska, wynosząc z domku włókna i trawy zanieczyszczone, a układając świeże. Na zimę robi zapasy gałązek, korzeni i kory drzewnej.

Zamknięty w swej chatce, nie obawiałby się niczego, gdyby go nie prześladowali i nie tropili ludzie. Niekiedy niedźwiedzie próbują rozwalić schronienie bobrów, lecz biorą się do tego tak niezręcznie, że mieszkańcy, na odgłos ich kroków, mają czas uciec. Również i inne zwierzęta napadają czasem na młode bobry, lecz rzadko wychodzą zwycięsko z walki, gdyż napadnięty gryzoń broni się zjadle i podobnie jak buldog, raczej się da zabić, niż otworzy zwarte szczęki, z chwilą, gdy je zacisnął na ciele napastnika.

Nie przez cały rok jednak bobry pracy oddawać się mogą: w zimie nie opuszczają bowiem swych domostw. Dopiero z nastaniem wiosny samce urządzają wycieczki, niekiedy bardzo odległe. W lecie zaś, ponieważ słońce kanadyjskie jest bardzo silne, dopiero koło godziny trzeciej cała rodzina wypływa ze swych kryjówek i pod wieczór idzie na wybrzeże skubać trawę i ogryzać młode łodyżki drzew. Tutaj znów zaznaczyć należy przemyślność tych zwierząt i troskę o rodzinę. Nigdy samiec nie dotknie gałązek nisko się zwieszających, zostawia je samice i dzieciom, sam zaś zabiera się do pnia i stwierdzono, że

w przeciagu dwu minut ostremi ząbkami tak przepiłowuje drzewko o podstawie 8-10 centymetrów, że obala je na ziemię, a do obalenia drzewa trzy razy grubszego trzeba mu niespełna godziny.

Często się zdarza, że z nadejściem jesieni cała kolonia bobrów w inne przenosi się strony, uznane może za lepsze przez samców podczas ich wędrówek wiosennych. Te, które zostają na miejscu, odnawiają mieszkania, gromadzą zapasy, przyciągają jaknajbliżej pnie i gałęzi, w obawie, że wkrótce, z nastaniem mrozów, lód je uwięzi.

Dla myśliwych schwytanie bobra nie przedstawia żadnej trudności: zwierzątka te, sprytnie zazwyczaj, wpadają w pierwsze lepsze sidła. Zaskoczone na trawie, w pewnym oddaleniu od wody, tracą przytomność, rozbiegają się na wszystkie strony i wprost siekierą lub najprostszą bronią wytepić je można. To też bobry znikły już prawie i w Stanach Zjednoczonych, gdzie spotkać je można tylko w miejscach, do których strzelcom wstęp został wzbroniony.

H. G. (Grotowska) Ostatnie bobry, Wszechświat 1913, 32, 605 (21 IX)

PARK NARODOWY GOBI GURVANSACHAN (MONGOLIA)

Krzysztof R. Mazurski (Wrocław)

Mongolia była do niedawna, a i nadal jest, trudno wyobrażalnym, odległym i nieodstępnym krajem w środku Azji. Co niektórzy słyszeli o udziale Polaków w znaleziskach dinozaurów, inni o najeździe mongolskim w 1241 r., Czyngiz Chanie – i to było wszystko. Obecnie, w dobie tak nasilonej globalizacji, interesującym przedmiotem zainteresowania ze strony cudzoziemców, a ofertą ze strony tego państwa, stała się unikatowa przyroda. Nowe władze, po-

krawędzi pustyni Gobi, jako Ałtaj Gobijski. Ku północy teren dość raptownie obniża się i wypłaszcza, przechodząc w rozległy step, miejscami tylko lekko sfalowany. Park został ustanowiony w 1993 r. i po siedmiu latach powiększony do 27 tys. km². Równoleżnikowo rozciąga się na 380 km i południkowo na 80 km. Leży na zachód od miasta Dalanzadgad – z lotniskiem, a więc punktem wypadowym w te tereny, w ajmaku (prowincji) południowogobijskiej.



Ryc. 1. Lokalizacja Parku na podkładzie mapy www.worldmapfinder.com.

wstałe w wyniku podobnej transformacji politycznej jak w Polsce, od zaraz chciały na początku lat dziewięćdziesiątych przekształcić niemal całą Mongolię w jeden wielki park narodowy. Warto przypomnieć, że ma ona prawie 1,6 mln km², a więc powierzchnię pięciokrotnie większą niż Polska, zamieszkałą przez tylko 2,8 mln mieszkańców. Daje to gęstość zaludnienia 1,75 osoby/km² – u nas 126. Jednak dokładniejsze rozpoznanie zasobów surowców mineralnych i wprowadzenie gospodarki rynkowej zmieniło poglądy – ruszyła eksploatacja wielu złóż rud metali kolorowych oraz uranu. Wyrosły gigantyczne fortuny, doszło do dewastacji niektórych obszarów, tak że ostatecznie ochroną różnego typu objęto 210 tys. km², tj. nieco ponad 13% powierzchni kraju, w sześćdziesięciu miejscach.

Jednym z nich jest Park Narodowy Gobi Gurvansaichan, co oznacza Gobijskie Trzy Piękności. Nazwa pochodzi od gór Gurvan Saichan – Trzy Piękności, jak nazywa się przebiegające tu dość równoleżnikowo trzy grzbiety górskie o wysokościach 2200–2600 m: Wschodnia, Środkowa i Zachodnia Piękność. Tworzą one wschodnią część Parku, która leży na północnej



Ryc. 2. Pantera śnieżna. Fot. Bernard Landgraf, en.wikipedia.org.

Każdy z miłośników różnych rodzajów przyrody znajdzie tu coś dla siebie. Ałtaj Gobijski – Gov' Altajn Nurnuu, stanowi wschodnie przedłużenie dwa razy wyższego Ałtaju Mongolskiego i jest on swoistą wyspą kaledonidów zbudowaną ze skał krystalicznych, wyrastającą ponad rozległe powierzchnie o budowie płytowej. Niektóre szczyty mają pochodzenie wulkaniczne, niżej ujawniają się ciemne wapienie poprzecinane siatką żyłek białego kalcytu. W całym Parku występuje znaczne zróżnicowanie form terenu i ich pokrycia: powierzchnie gruzowo-żwirowe i piaszczyste pustynie, urwiska i jary, oazy i solniska. Podziwiane są zwłaszcza Chongyryn Els – Śpiewające Piaski, wydmy sięgające 200 m wysokości, do których można dotrzeć, a jakże, na wielbłędach. Można się zauroczyć Płonącymi Klifami Bajandzag, urwiskami z potężnych pokryw utworów sedymentacyjnych, które w świetle

zachodzącego słońca rzeczywiście płoną. Właśnie u ich podnóży znaleziono tak liczne skamieniałości dinozaurów. W górach przyciąga turystów dostępny jedynie pieszo Jolin Am – Wąwóz Sępów, w istocie



Ryc. 3. Step kwitnący czosnkiem. Fot. autor.

długi, silnie zwężający się jar. Jego atrakcją jest całoroczne zaleganie zlodowaciałego śniegu w głębokiej czeluści. Niestety, w sierpniu 2012 r. nie było dane autorowi go widzieć.



Ryc. 4. Częste suche koryta rzek. Fot. autor.

Warunki siedliskowe są tu nader trudne. Opadów w górach bywa niewiele, ledwie nieco ponad 200 mm



Ryc. 5. Spod gór – tylko bezkresna przestrzeń. Fot. autor.

rocznie, a poza nimi – poniżej 50 mm. Mimo to roślinność daje sobie radę dzięki dość obfitym zasobom wód gruntowych, tak że ta część Gobi – też zwana pustynią, jest w istocie suchym stepem lub półpustynią. Do tego jednak trzeba dodać duże amplitudy i roczne, i dobowe. Bytuje tu ponad 620 gatunków roślin kwiatowych, w większości charakterystycznych dla pustyni środkowoazjatyckich, w tym endemicznych dla tego rejonu. Wystarczy kilka dni deszczu, nawet nie ulewy, by ukazały one swoją moc życiową –



Ryc. 6. Śpiewające piaski. Fot. autor.

step pokrywa się florystycznym dywanem, chociaż niezbyt gęstym i niezbyt wysokim. Duże i częste skupienia tworzy czosnek *Allium*, nadający charakterystyczny jasnofioletowy kolor zbiorowiskom, a z bliskiej odległości wręcz duszący swym intensywnym zapachem. Gdzieś na piaskach lub skalistym podłożu widać kępy lub zarośla saksauła



Ryc. 7. Saksauł. Fot. autor.

bezlistnego *Haloxylon ammodendron* syn. *Haloxylon aphyllum*, odgrywającego niezwykle ważną rolę w stabilizacji gruntu. Niestety, został on mocno wyniszczony na opał jako jedyny gatunek do tego się nadający na stepach. Wprawdzie łącznie jego obszar występowania zajmuje 45 tys. km², ale to przecież znikoma część bezleśnej na ogół Mongolii. Poszczególne okazy osiągają nawet 4 m wysokości i mają

dość znacznej objętości pień, jednakże rosną wolno. Od pewnego czasu trwają prace nad restytucją gatunku i odnową zespołów w połączeniu z działalnością edukacyjną koczowników.

Camelus ferus, oczywiście domowy podgatunek (*Camelus bactrianus*) jest powszechny. W górach, przy wodach i zieleni, dostrzec można rzadkiego i płochliwego pomurnika *Tichodroma muraria* z długim



Ryc. 8. Płonące klify. Fot. autor.

Świat zwierząt jest równie ciekawy. Samych ssaków bytuje w Parku ponad pięćdziesiąt gatunków, w tym osiem z mongolskiej Czerwonej Listy, ptaków – ponad 240 gatunków, w tym 70 przelotnych. Nad stepami i górami szybuje wspaniały drapieżnik

dziobem i pięknie ubarwionymi, rozłożystymi skrzydłami. Liczne są roślinożerne, niewielkie szczekuszki północne *Ochotona alpina* w czterech podgatunkach, zwane tak od charakterystycznego głosu, jaki wydają, na podobieństwo szczekania. Podczas szczególnie



Ryc. 9. Wnętrze Altaju Gobijskiego. Fot. autor.

z rodziny jastrzębiowatych orłosep brodaty *Gypsetus barbatus*, w dole spotkać jeszcze można coraz mniej liczne dzikie dwugarbne wielbłądy baktryjskie



Ryc. 10. Roślinność tylko przy potokach. Fot. autor.

ostrzych zim, jakie tu często się zdarzają, hibernują. Mają one ciekawą reakcję obronno-ochronną: po prostu zamierają w bezruchu, udają, że ich nie ma – ale

tylko do pewnej odległości. W wyższych partiach gór żyją większe gatunki, przede wszystkim koziorożec



Ryc. 11. Wszechobecna szczekuska. Fot. autor.

syberyjski *Capra sibirica* i jego krewniaczka dzika owca argali altajski *Ovis ammon ammon* o silnie zakręconych, potężnych rogach. Specjalnego zachodu

trzeba, by dostrzec panterę śnieżną *Panthera uncia*, zwaną też irbis. W Mongolii jest jej według bardzo przybliżonych szacunków 500–1700 sztuk i wymaga ona bardzo ścisłej ochrony.

Pobyt na tym terenie nie należy do łatwych – brak jest dróg, nawet gruntowych, jeździ się po stepie stosownie do aktualnej sytuacji po deszczach (z powodu rozjeżdżenia stepu w pasach nawet do 10–15 km szerokości żartuje się, że Mongolia ma najszersze autostrady na świecie), trudno o informacje, służby parkowe w powijkach, duże odległości między obozowiskami. Trzeba jednak przyznać, że te ostatnie, złożone są nie tylko z dużych i wygodnych jurt z łózkami, ale i trwałych obiektów wspólnych – restauracji i barów oraz łazienek i sanitariatów na wysokim poziomie. Powstają stale nowe, bo też chętnych do poznawania wspaniałej przyrody jest coraz więcej z całego świata.

UKRAINA PASJĄ PRZYRODNIKA PISANA

*Katarzyna Pędziwiatr, Michał Antkowiak, Roksana Lubkowska,
Aleksandra Jakubowska, Zofia Sajkowska (Poznań)*

Organizowanie wyjazdu w ciągu dwóch tygodni. Ponad 1500 km drogi w 30 godzin. Przesiadki, w tym przekraczanie granicy w ostatniej chwili. Grupa nie znających się studentów, przeżywających przygodę swojego życia. Tak w trzech zdaniach można by opisać naszą wyprawę, ale do przekazania mamy o wiele więcej.



Ryc. 1. Fortyfikacje w Chersoniu. Fot. M. Jędrasik.

Współpraca między Uniwersytetem im. Adama Mickiewicza a Chersońskim Uniwersytetem Państwowym, trwa nieprzerwanie od piętnastu lat. Co roku studenci z Ukrainy przyjeżdżają do Polski, aby

w roku następnym poznańscy żacy mieli możliwość poznać i doświadczyć chersońskiej fauny i flory oraz bogactwa kulturowego. Dla nas, jako siódmki studentów z Koła Naukowego Przyrodników, miało to szczególne znaczenie, ponieważ mieliśmy szansę podążać historycznym szlakiem wyznaczonym ponad 90 lat temu przez profesora Uniwersytetu Poznańskiego – Józefa Paczoskiego. Ponadto ornitolodzy jechali z nadzieją zobaczenia, zaznaczonych już w kluczach, występujących tam gatunków. Natomiast reszta z nas oczekiwała szeroko rozumianych przyrodniczych doświadczeń. Nie zawiedliśmy się.

Chersoń

Po kilkunastogodzinnej podróży dotarliśmy do stolicy obwodu chersońskiego – Chersonia (ukr. *Херсон*). To miasto portowe, założone przez carycę Katarzynę II, jest zamieszkałe przez ponad 300 tysięcy osób. Ciekawostką jest fakt, że ludność na tych terenach posługuje się na co dzień językiem rosyjskim, a nie ukraińskim. Spędziliśmy tam kilka dni wraz z naszymi opiekunami z Uniwersytetu Chersońskiego. Zwiedziliśmy uniwersytet, a także utworzone w latach 20. XX w. przez prof. Józefa

Paczoskiego Muzeum Przyrodnicze. Warto wspomnieć, iż prof. Paczowski był jednym z najwybitniejszych polskich biologów, twórcą fitosocjologii. W 1925 roku Uniwersytet Poznański oznaczył go tytułem *doctora honoris causa*. Podczas pobytu, w Muzeum Historii Uniwersytetu Chersońskiego nie lada niespodzianką były dla nas polskie akcenty. Pojawiały



Ryc. 2. Promenada w Chersoniu. Fot. A. Jakubowska.

się wiadomości o wspomnianym profesorze Paczoskim, a także zdjęcia zrobione podczas konferencji w Chersoniu, na których uwiecznione są znane studentom postaci Wydziału Biologii. Spotkaliśmy się z gospodarzami Uniwersytetu Chersońskiego – Rektorem prof. Aleksandrem Spivakovkim i Dziekanem

Wydziału Przyrodoznawstwa prof. Swietłaną Szmalej. Na każdym kroku napotykaliliśmy postać Lenina: pomnik Lenina, ulica Lenina, Park im. Lenina. Zobaczyliśmy bramę twierdzy oraz wały obronne (Ryc. 1), znajdujące się w parku im. *Ленинского комсомола*, Park Chwały (Ryc. 2), Katedrę św. Katarzyny, dawną rezydencję gubernatora, *Улица Суворова* – deptak z licznymi sklepikami, dom z Atlantydy, zegar słoneczny z pomnika Johna Howarda, ratusz. W wolnych chwilach natomiast kąpaliśmy się w czystych wodach Dniepru.

Następnego dnia udaliśmy się na wycieczkę do położonego około 100 km od Chersonia rezerwatu doświadczalnego o powierzchni ponad 33 tys. ha – Askanii Nowej (ukr. *Асканія-Нова*), wpisanej na listę UNESCO. Jest on jednym z najstarszych obszarów chronionych w Europie oraz jednym z siedmiu naturalnych cudów natury na Ukrainie. W tym ciekawym miejscu znajduje się zoo aklimatyzacyjne, ogród botaniczny (Ryc. 3), a także teren objęty ścisłą ochroną – dziewiczy step kostrzewowo-ostnicowy o areale ponad 11 tys. ha. Jest to ostatni tego typu obszar, gdzie step zachował się w pierwotnej formie, nigdy nie został tknięty pługiem. Na tej powierzchni występuje ponad 500 gatunków roślin, dzięki którym step mieni się różnymi barwami, w zależności od pory kwitnienia każdego z nich (Ryc. 4). O bogatej



Ryc. 3. Zielona oaza w Askanii Nowej. Fot. A. Jakubowska.

różnorodności biologicznej świadczy fakt, że na jednym metrze kwadratowym można spotkać kilkadziesiąt gatunków (głównie trawy). Świat zwierząt tego stepu w większości zachował rodzimą faunę, z wyjątkiem dużych ssaków i ptaków. Ogromne wrażenie



Ryc. 4. Stepie szeroki! Fot. M. Jędrasik.

wywierają ogrodzone fragmenty stepu, gdzie można oglądać stada zwierząt kopytnych z Azji, Afryki oraz Ameryki na otwartych ekosystemach stepowych. Rezerwat założył w 1828 roku książę niemiecki Friedrich Ferdynand Anhalt-Ketenski, który sprowadził na te tereny mnóstwo unikalnych zwierząt i roślin. Obecnie największą atrakcją są konie Przewalskiego, które nie występują już na wolności oraz bizony, lamy, zebry, wielbłądy, antylopy, tarpany, bawoły, suhaki i wiele innych. W rezerwacie można spotkać ok. 60 gatunków ptaków. Warto dodać, że wspomniany już profesor Paczowski swego czasu był kierownikiem tego rezerwatu.

Katarzyna Pędziwiatr

E-mail: strus.pedziwiatr89@gmail.com

Naga Przystań

Ospali wstajemy ze swoich łóżek w akademiku Chersońskiego Uniwersytetu, biorąc pod pachę rzeczy oraz połowę największego jakiego w życiu jedliśmy arbuza, schodzimy do czekających na nas trzech taksówek. Te obierają kurs wprost na przystań, gdzie po kilku chwilach od przyjazdu wsiadamy na prom pasażerski i czekamy zniecierpliwieni na dalszą podróż. Był to pierwszy dzień, w którym zmuszeni byliśmy do ubrania czegoś cieplejszego, zapowiadało się nawet na to, że nie ujrzymy już tego dnia słońca. Prom wypełnił się po brzegi, by po kilku sygnałach ruszyć w dół Dniepru. Dolina Dniepru różni się od polskich dolin rzecznych, i choć gęste łągi nadrzeczne pojawiają się także u nas, tam wydawały się ciągnąć jakby w nieskończoność. Sama rzeka – o szerokim korycie i z leniwie płynącą wodą – różni się na

pierwszy rzut oka od naszej Wisły, Odry czy Warty i to nie tylko pod względem wielkości, ale także sposobu użytkowania. Transport wodny w tym rejonie nadal ma istotne znaczenie. Potwierdzeniem tej tezy są na pewno widoczne tak w przystani jak i podczas podróży kontenerowce, kutry rybackie i barki pasażerskie (Ryc. 5). Punktem docelowej naszej wodnej podróży była miejscowość: Naga Przystań (ukr. *Гола Пристань*) – jest to 16 tysięczne wielobarwne miasto położone nad Dnieprem. Na przystani czekała na nas dr Zoia Selyunina, która towarzyszyła nam już do końca naszego pobytu. Jak to zwykle bywać, rozglądaliśmy się uważnie wokół, by chłonąć przeróżne widoki. Wśród wielobarwnych domów, cerkwi budowanej z pięknych wypalanych cegieł naszą uwagę przykuwały rzeczy które nie powinny mieć miejsca. Obraz miast, miasteczek i wsi psuły worki śmieci które wystawiane były na chodniki lub upychane w dziury i lekko zakrywane dużym kamieniem. Ku pokrzepieniu serc, nie znajdowaliśmy odpadów wszędzie i na każdym kroku, jednak gospodarka nimi w Polsce mimo wszystko wygląda trochę lepiej. W dzień przybycia do Nagiej Przystani spędziliśmy w ośrodku naukowo-badawczym. Dr Zoia oprowadziła



Ryc. 5. Port nad Dnieprem w Chersoniu. Fot. M. Antkowiak.

nas po muzeum Czarnomorskiego Rezerwatu Biosfery Ukraińskiej Akademii Nauk, gdzie obejrzeliliśmy wiele eksponatów zwierząt, które żyją na jego terenie. Tego samego dnia, zwiedziliśmy jeszcze miasto i zachwyciliśmy się różnorodnością tego miejsca. Nad Dnieprem oglądaliśmy pięknie urządzony spaceriak z wieloma – lekko nie pasującymi do siebie jako całość – elementami wystroju tego miejsca. Statek z kamienia na piedestale, greckie łuki, piękna altana, wielka zielona żaba, przy której można było zrobić sobie zdjęcie, czy w końcu fontanna lub tablice upamiętniające poległych w II wojnie światowej z obowiązowym wozem pancernym na podwyższeniu. Na samym środku głównego placu stał także wielki

pomnik Lenina. Co ciekawe, w czasie, w którym przebywaliśmy na Ukrainie, odbywały się wybory i na tymże placu, w kilka godzin pod pomnikiem wiel-



Ryc. 6. UAZ 452 w tle obszaru lotnych piasków "Kazachelagera". Fot. M. Jędrasik.

kiego wodza potrafił się zebrać tłum ludzi ubranych w czerwone koszulki z nadrukami żółtego sierpa i młota, zaś wieczorem urządzona została huczna zabawa okraszona pokazem sztucznych ogni. Zwiedziliśmy także muzeum regionalne, gdzie naszym oczom ukazały się piękne malowidła, pierwsze obrazy 3D czy grający stary gramofon, co warto podkreślenia

się, że nasz wóz potrafił wjechać i wyjechać z prawie każdego możliwego miejsca. Wszystko to oczywiście działo się za sprawą utalentowanego i bezpardonowe-



Ryc. 7. Przedstawiciel meduz Morza Czarnego *Rhizostoma pulmo*. Fot. A. Jakubowska.

go kierowcy, który z uśmiechem na ustach przedzierał się przez kolejne drogowe przeszkody. Nad Morzem Czarnym czekając na prom po raz pierwszy ujrzelismy przedstawiciela parzydełkowców – *Rhizostoma pulmo* (Ryc. 7). Zliczenie widzianych osobników było niemożliwe, ze względu na wysokie zagęszczenie populacji. Na jednym z półwyspów zwanym „Drow-



Ryc. 8. Słonorośl na półwyspie "Dworskaja Kosa". Fot. A. Jakubowska.

wśród eksponatów znajdowały się także polskie akcenty. Po lądzie przemieszczaliśmy się niezawodnym Bochenkiem, czyli UAZ-em 452 (Ryc. 6). Okazało

się przystosowaniu rośliny do słonego środowiska skąja Kosa” oglądaliśmy wiele gatunków słonorośli m.in. z rodzaju *Salicornia* (Ryc. 8) i przypatrywaliśmy się

na przykładzie *Limonium* (zartwian). Zważywszy na naszą ciekawską naturę mimo wszystko musieliśmy się pilnować i dokładnie patrzeć gdzie stawiamy stopy, ponieważ gdzieś pośród wyschniętych traw, mógł czaić się jadowity pająk z rodziny omatnikowatych – Karakurt (*Latrodectus tredecimguttatus*). Jeden z dni naszej podróży spędziliśmy na obszarze lotnych piasków zwanym Kazachelagera wraz z botaniczką dr Olgą Umanec. Tam podejrzeliśmy jak w warunkach niedoboru wody radzą sobie rośliny i zadziwiła nas różnorodność gatunków mimo nie-sprzyjającego środowiska. Mogliśmy zobaczyć gatunki z rodzaju *Lotus* (Comonica), *Campanula* (Dzwonek) czy *Dianthus* (goździk). Chodź przeważała roślinność trawiasta obserwowaliśmy także przystosowanie gatunków drzewiastych do wzrostu w warunkach suszy na przykładzie brzozy *Betula borysthena*, krewniaka naszej brzozy brodawkowatej *Betula pendula*, który wytworzył grubą warstwę kutykuli na wierzchniej stronie liści. Po przemieszczeniu się w bardziej żyzne tereny naszym oczom ukazały się polacie popularnej i znanej większości w naszym kraju rośliny która pojawiała się tam spontanicznie – *Cannabis sativa* (Konopie siewne). Za każdym razem, kiedy jechaliśmy z miejsca na miejsce, wyglądaliśmy za okno i porównywaliśmy Ukrainę z Polską. Dostrzegliśmy, że lasy które porastają tą część kraju, posiadają głównie przeznaczenie gospodarcze, tak jak jest to u nas. Równie nasadzone bory, z tą jednak różnicą, iż próżno byłoby szukać typowego lasu z wyróżnieniem kilku pięter. Pola słonecznikowe zapierały dech w piersiach. Polacie żółtych główek wędrujących swym ziarnistym wzrokiem za słońcem, czy choćby pola na planie koła z wielkimi arbuza-
mi, wciąż nawadniane przez obracające się systemy, które pobierały wodę doprowadzoną setkami kilometrów w głąb ładu, poprzez uregulowane cieki wodne o mocno wybetonowanych brzegach. Wieczory w Nagiej Przystani spędzaliśmy razem, rozmawiając do późna przed naszą kwaterą lub grając w kalambury. Myśleliśmy, że lepiej być już nie może. Jak się jednak później okazało – Ukraina znów nas zaskoczyła.

Michał Antkowiak

E-mail: michu1403@gmail.com

W Marysinym Dworku

Wieś ukraińska jest miejscem budzącym uczucia tęsknoty i nostalgii. Za wyjątkiem wschodnich krańców Polski tak szczególny klimat należy już u nas do rzadkości. Życie mieszkańców tego unikalnego zakątka sprawia wrażenie wyłączonego z ciągłego

pośpiechu, odizolowanego od nieustającego zgiełku i hałasu. Czas jakby płynął wolniej.

Nad jedną z ukraińskich wiosek wstaje świt. Pierwsze promienie słońca przebijają się przez gęste listowie owocowych drzew. Z szarości wyłaniają się tonące w kwiecistych ogrodach białe domy, których



Ryc. 9. Barwnie zdobiony wiejski dom. Fot. A. Jakubowska.

gzymsy i okiennice ozdobione są niebieską lub zieloną farbą... piękne, a przy tym jakże skromne i proste (Ryc. 9). Zajęcia gospodarcze wciąż jeszcze opierają się na ciężkiej pracy rąk ludzkich, a zwierzęcy inwentarz oblega podwórka i polne drogi. Ekstensywność prowadzonego w pobliżu wsi rolnictwa zapewnia odpowiednie warunki bytowania dla wielu gatunków zwierząt związanych z krajobrazem rolniczym, coraz bardziej zagrożonych na zachodzie kontynentu. Wraz z nastaniem dnia rozbrzmiewa ptasi świergot. Bystremu wzrokowi nie umkną barwne żolny, kraski i wilgi, a wyostrzony słuch rozpozna dudnienie dzięcioła białoszyjnego. Chętnym by powitać wschód słońca brodząc w bagnistym rozlewisku dane jest też zobaczyć ostrzygojady, szczudłaki i krwawodzioby. Przewody elektryczne wręcz uginają się pod ciężarem dymówek



Ryc. 10. Jaskółczy ciężar. Fot. H. Łożyńska.

(Ryc. 10), które koegzystują z ludźmi często lokując swe gniazda pod okapami domostw.

Taki oto wręcz sielankowy obraz maluje się przed nami podczas pobytu w gospodarstwie nazwanym Marysiny Dworzek (ros. *Марийкина усадьба*) we wsi Iwanówka. Gospodyni jako uosobienie tutejszej serdeczności, wytrawna znawczyni regionalnej historii i folkloru, a przy tym wspaiała kucharka uraczyła nas specjałami ukraińskiej kuchni: wiśniowymi pierogami z dodatkiem mięty i miodu, okraszonymi ziemniakami, a nawet smażonym sumem i płaszcą. Niczym rdzenni mieszkańcy próbowaliśmy swych sił w pieczeniu drożdżowych ciastek, popularnych tutaj zwłaszcza na powitanie wiosny, stąd nazywanych skowronkami (ros. *жаворонки*). Tonąc w suszonych ziołach tworzyliśmy tradycyjne lalki motanki (Ryc. 11), według dawnych wierzeń chroniące przed złymi siłami. W przeszłości nierzadko stanowiły one ślubny prezent dla wychodzącej za mąż córki, a w pustej kołysce zdawały się oczekiwać narodzin dziecka. Od wieków lalki te wykonywane są jedynie z naturalnych materiałów: suchych traw, kwiatów i liści, kawałków drewna, tkanin i sznureczków, a w okolicach wybrzeża dodatkowo suchych morskich wodorostów.



Ryc. 11. Tradycyjna lalka motanka. Fot. R. Dudziak.

Spośród słowiańskich lalek ukraińskie wyróżniają się znakiem krzyża na głowie.

Zarówno w cerkwi, jak i w domu gospodarzy napotykałyśmy wyszywane ręczniki określane jako ruszniki. Symbolicznie oznaczają one drogę i często stanowią dary od wdzięcznych przybyszów, których los rzucił w te strony. Z portretu w izbie spogląda na nas znajoma twarz, nieobcego również polskiej historii banity, atamana kozackiego Samuela Zborowskiego.

W stuletniej chacie wśród tradycyjnych strojów, dawnych narzędzi rolniczych, węglowych żelazek, lamp naftowych i malowanych kufrów zdajemy się podróżować w czasie.

Cóż jednak znaczy jeden wiek, kiedy na wyciągnięcie dłoni mamy historię sprzed 5 tysięcy lat? Wokół Iwanówki znajduje się unikatowa koncentracja ponad 300 kurhanów! Nagrobne kopce pozostawione przez hodowców bydła z epoki kultury jamowej to najstarsze tego typu obiekty na świecie.

By całkiem nie zatracić się w beczasowej sielance wsi ukraińskiej, wyruszyliśmy na wybrzeże Morza Czarnego. Zatoka Jahorłycka, nad którą trafiliśmy to cenny obszar wodno-błotny chroniony konwencją RAMSAR. Pędząc motorówką przez spokojną morską toń, podziwialiśmy stada pelikanów ociężałe podrywające się do lotu (Ryc. 12) oraz ledwo dostrzegalne w oddali kormorany, czaple białe i siwe. Z kłębow gorącego stepowego piasku, wystrzeliwały co chwila



Ryc. 12. Podrywający się do lotu pelikan różowy (*Pelicanus onocrotalus*). Fot. A. Jakubowska.

ociężałe kalandry (z rodziny skowronków), a pośród roślinności stepu graniczącego z wybrzeżem wzrok nasz i słuch rozpoznawały grubodzioby, dzierzby czarnoczelne, dudka, kukułki oraz pustułki.

Sporego zaskoczenia dostarczyła nam pomysłowość mieszkańców jednej z strażnic rezerwatu, którzy w niezwykle praktyczny sposób wykorzystali powojenne obiekty militarne. Podziwialiśmy zatem kosz na śmieci w pozostałości lotniczej bomby oraz starą boję morską zaadoptowaną do roli donicy.

Roksana Lubkowska
E-mail: roksana108@op.pl

Zatoka Tendrowska

Turkot kół znaczących wysuszoną, rozgrzaną żarem słońca drogę, krzyk mew nad głowami, skrzek rybitw w oddali, gwiżdżący świst chmar krwawodziobów. Chwyta nerwowo lornetkę, głodnym

wzrokiem przeszukuje teren łaknąc widoku skrzydlatych stworzeń. I widzi. Tu czarno-białe masywne ostrzygojady na jaskrawo czerwonych nogach, niczym grubo ciosane nieruchome posągi pośród ruchliwego tłumu mniejszych szarych, niepozornych krwawodziobów, tam przyprószone czernią białe szczudłaki na długich, cienkich kończynach kroczące ostrożnie między mniejszymi siewkowcami. Z daleka dostrzeżga... marchew. Przeciera oczy, sprawdza jeszcze raz. Tak! To „marchewa”, rybitwa wielkodzioba, zwana tak przez ornitologów z powodu wielkiego, soczyście pomarańczowego dzioba. A bliżej, tuż przed nosem, podrośnięte potomstwo zagania para żwirowców stepowych. Jakże one kryją się dzięki swemu ubarwieniu wśród szarych i żółtawych odcieni spalonej żarem ziemi! Zaraz też oczom ukarze się sokół raróg, spokojnie drzemący na falującej gorącym powietrzem plaży. Na ustach osadza się kurz zwolna opadający po wzburzeniu przez agresywne koła pojazdu, którym zmierzamy ku Zatoce Tendrowskiej. Jeszcze nie wiemy, co nas tam czeka...

Zatoka Tendrowska jest jedną z kilku urozmaicających linię brzegową Morza Czarnego. Powstała na terenie zalanego ujściowego odcinka doliny Dniepru, tworząc tym samym malowniczy liman, który, częściowo odcięty piaszczystym wałem (kosą) od pełnego morza, stanowi wymarzoną ostoję dla licznych gatunków ptactwa wodnego (Ryc. 13) i wodno-błotnego, a także ptaków szponiastych. Te ostatnie przy-



Ryc. 13. Kosa Tendrowska – ostoja dla mew białogłowych, śmieszek, edredonów, rybitw krótkodziobych i czubatych oraz wielu innych gatunków ptaków. Fot. H. Łożyńska.

witały nas już u wejścia na teren jednego z obejść strażników Rezerwatu Biosfery Morza Czarnego – tutaj zatrzymaliśmy się, by w błogiej ciszy, przerywanej jedynie szumem fal, niczym na krańcu świata spędzić ostatnie trzy dni pobytu na Ukrainie.

Jak się okazało miejsce to dzieliliśmy nie tylko z właścicielami i dr Zoją, ale również z rodziną pustulek tak przyzwyczajonych do obecności człowieka, że pozwalających robić sobie długie sesje

zdjęciowe, zagubionym kurhannikiem (z rodziny jastrzębowatych) i kompletnym inwentarzem zwierzęcym. Ten ostatni, reprezentowany zwłaszcza przez krowy i świnie, zaskakiwał nas niecodziennymi zwyczajami, wynikającymi zapewne z potrzeby przystosowania się do niełatwych warunków życia. Tak więc nie raz mogliśmy obserwować krowy zażywające chłodzących kąpiele w szmaragdowych wo-



Ryc. 14. Przystosowania do niecodziennych warunków życia. U góry: krowa chłodząca się w orzeźwiających wodach Morza Czarnego. Fot. R. Dudziak. Na dole: świnia pożywająca się wyrzuconą przez morze martwą meduzą z gatunku *Rhizostoma pulmo*. Fot. H. Łożyńska.

dach Morza Czarnego, czy świnie bez opamiętania konsumujące wyrzucone na brzeg niebieskie meduzy (Ryc. 14).

Były to dni błokiego lenistwa ociekającego potem naszych organizmów nieprzystosowanych do ponad czterdziestostopniowego upału, okraszone fenomenalnymi wschodami i zachodami słońca błyskającymi feerią barw, tańczących na tafli przejrzystych wód szmaragdowego Morza Czarnego (Ryc. 15). Były też noce spędzone na plaży usłanej miriadami różnokształtnych muszli, kaleczących bose stopy i urzekających delikatnością odcieni różu i bieli – przyszłe zlepy muszlowe (Ryc. 16); noce o ciężkim kobiercu granatowego nieba uśmiechającego się do obserwatorów niezliczoną liczbą gwiazd. Były świt, spędzane przez niektórych z nas na wędrówkach wzdłuż melancholijnych wybrzeży, bogate w tęskne krzyki mew czarnogłowych, białogłowych i cienkodziobych oraz rybitw czubatych i krótkodziobych; świt, których młode słońce przecinały kruche sylwetki szablodziobów z wygiętym ku górze cienkim dziobem i groteskowych warzęch z łyżkowato rozszerzonym dziobem. Były też wieczory niosące błogi chłód spragnionemu krajobrazowi, budzące do życia setki owadów: ogromne ważki z gatunków *Sympetrum fonscolombii* (szablak wędrowny) i *Anax*

parthenope (husarz ciemny), modliszki, pająki mniejsze i większe, których miejsce za dnia zajmowały wielobarwne motyle, w tym paż królowej. Były i delfiny, co krągłymi grzbietami przebijały, hen na horyzoncie, wzburzoną bałwanami niespokojną wodę.



Fot. Halszka Łożyńska

Ryc. 15. Zachód słońca nad Morzem Czarnym należy do grona chwil, w których człowiek chciałby zatrzymać czas. Fot. H. Łożyńska.



Fot. A. Jakubowska

Ryc. 16. Usiane miriadami muszli wybrzeże Morza Czarnego w Zatoce Tendrowskiej tworzą podstawę dla przyszłych zlepiw muszlowych. Fot. A. Jakubowska.

Piaszczysty wał Tendrowskiego limanu, zwany Kosą Tendrowską, rozciąga się wzdłuż wybrzeża Morza Czarnego na długość kilkudziesięciu kilometrów. Jako swego rodzaju półwysep o charakterystycznie

wydłużonym i zagiętym kształcie, stanowi granicę między wzburzonymi otwartymi wodami morza a płytkimi spokojnymi zatoki. Tutaj skupiają się przedstawiciele bogatej ornitofauny w poszukiwaniu pożywienia, a także wytchnienia. Pierzącym się kaczkom, wymienionym wyżej gatunkom mew i rybitw, samotnemu kamusznikowi czy drzemiącemu na piaszczystej łasze nurowi czarnoszyjemu towarzyszą zerkające z góry kurhanniki, łakomym wzrokiem patrolujące okolicę oraz, oczywiście, my, z aparatami i lornetkami krocący po gorącym piasku przed siebie. Wokół tylko turkus wód, a w oddali zarys domostwa naszych gospodarzy, przycupnięty u granic trawiastego stepu. I do poznania różnorodnych krajobrazów goszczącej nas krainy brakuje tylko wyschniętych słonych jezior, których było dno, poznaczone teraz licznymi bliznami spękanej ziemi, tak zwane skorupy solne, porośnięte z rzadka słonoroślami, gdzieś tam tylko pamięta czym jest dotyk wody. Ubogie w faunę i florę odstrasza swą surowością, kusząc jednocześnie niepowtarzalnością. Dane nam było poznać i ten bezlitosny skrawek ziemi, z którego ciężkim krokiem skierowaliśmy się po raz ostatni ku domostwu naszych gospodarzy, po raz ostatni ku bezmiarowi wód Morza Czarnego, mając za plecami bezmiar stepów ukraińskich, a w głowach bezmiar cudownych wspomnień i marzeń na przyszłość.

Aleksandra Jakubowska

E-mail: dafneh@wp.pl

Po dziesięciu bardzo intensywnych dniach przyszedł czas, aby spakować plecaki i wyruszyć w podróż powrotną. Czas spędzony w Chersoniu i jego okolicach, możliwość wniknięcia nawet w najbardziej dzikie zakątki Czarnomorskiego Rezerwatu Biosfery, pozwoliły nam w pełni zrozumieć fascynację przyrodników badających ten region. Piękno ukraińskich stepów, pozaczasowość ukraińskich wsi, gościnność ich mieszkańców oraz unikalność przyrody – to wszystko i wiele więcej na długo zachowamy w pamięci.

Wstępem i zakończeniem

opatrzyła: Zofia Sajkowska

E-mail: zoslica@gmail.com

MAZURY MNIEJ ZNANE

Maria Olszowska (Mrągowo)

Wbrew potocznym wyobrażeniom i tendencjom masowej turystyki Mazury to nie tylko jeziora i żagle. To również region wyjątkowy pod względem krajo-
brazowo-przyrodniczym, historycznym, architekto-
nicznym i etnograficznym. To oblicze Mazur znają
i podziwiają nieliczni.



Ryc. 1. Przelot gęsi zbożowych. Fot. M. Olszowska.

Wczesna wiosna to taka pora na Mazurach, kiedy
na akwenach nie zobaczymy jachtów ani motorowod-
niaków. Jeziora emanują wtedy błogim spokojem. Je-
dynie na rozlewiskach i mokradłach rozbrzmiewają
godowe głosy płazów. Na wiosennym niebie zoba-
czymy ptasie klucze. Jedne ptaki do nas powracają,
a inne po zimie od nas odlatują. Przeloty niektórych
gatunków wędrownych, nie gniazdujących w kraju,
możemy obserwować zarówno wiosną jak i jesienią.
Do takich ptaków należy gęś zbożowa (*Anser faba-
lis*). Długość jej ciała wynosi około 70–90 cm. Osob-
niki tego gatunku są szaro-brązowe, z ciemniejszą



Ryc. 2. Samiec gągoła na jez. Piecuch. Mrągowo. Fot. M. Olszowska.

głową oraz szyją i jasnym spodem ciała. Podczas lotu
w ich sylwetce widać wyraźnie ciemnoszare skrzydła

(Ryc. 1). Na jeziorne wody zawita gągoł krzykliwy
(*Bucephala clangula*), ptak z rodziny kaczkowatych.
W czasie lotu jego skrzydła wydają dźwięczny świst.
Długość jego ciała wynosi około 50 cm. Samiec
w okresie godowym posiada czarny wierzch ciała,
czarną głowę, brzuch i białe boki. Dla godowego
upierzenia samca charakterystyczna jest biała plama
na policzku między okiem a nasadą dzioba (Ryc. 2).
Gągoł gnieździ się najczęściej w dziuplach dzięcioła
czarnego. Jedną parę tych ptaków obserwuję od czte-
rech lat na jeziorze Piecuch w Mrągowie w połowie
kwietnia. Gągoł jest gatunkiem rodzimym, objętym
ścisłą ochroną. Wymaga też ochrony czynnej. Zagro-
ża mu wycinanie starych dziuplastych drzew, zanika-
nie śródleśnych bagien oraz mniejszych zbiorników
wodnych.



Ryc. 3. Kapliczka św. Huberta na polanie Uklanka nad jeziorem Mokrym. Fot. M. Olszowska.

W mazurskim krajobrazie jak okiem sięgnąć
lasy... W wielu z nich zachowały się głązowiska
z nagromadzonymi licznie głązami narzutowymi, sta-
nowiącymi pamiątkę po zlodowaceniu. Od wieków
głązy te wykorzystywano w budownictwie. Z tego
powodu ich ilość znacząco zmalała. Tam, gdzie się
ostały, zarastają mchami i porostami. Występują też
pola głązów narzutowych, jak „Fuledzki Róg” nad
jeziorem Dobskim. Głązowiska wzięto pod ochro-
nę, tworząc rezerwat. Wędrując po pachnących
żywicą lasach, napotkamy drewnianą kapliczkę,
którą na polanie postavili myśliwi ku czci świę-
tego Huberta w intencji obfitych łowów (Ryc. 3).
W zlewniach śródleśnych i torfowiskowych występu-
ją niewielkie dystroficzne jeziora zwane sucharami.
Charakteryzuje je niska produktywność, są zimne,

ubogie w organizmy żywe, praktycznie pozbawione ryb. Na wodach tych jeziorzek występują małe pływające wyspy – torfowcowe pło, składające się zazwyczaj z mchów torfowców. Wyspy mają kształt kolisty i średnicę 5–20 metrów. W środku takiej wyspy rosną pojedyncze drzewa (Ryc. 4). Pas roślinności brzegowej stanowią liczne rośliny torfowiskowe. Lasy kryją w sobie pordzewiałe żeliwne krzyże i omszałe kamienie starych cmentarzy głównie ewangelicko-augsburskich. Cmentarzy wiejskich, wojennych i rodowych.



Ryc. 4. Dystroficzne jezioro z pływającymi wyspami. Mazurski Park Krajobrazowy. Fot. M. Olszowska.

Na szczególną uwagę zasługują cmentarze prawosławnych staroobrzędowców (Ryc. 5), którzy nie uznali reform cerkiewnych wprowadzonych w XVII w. przez patriarchę Nikona i musieli uciekać przed prześladowaniami z carskiej Rosji między innymi do Prus Wschodnich.



Ryc. 5. Cmentarz staroobrzędowców w Wojnowie. Fot. M. Olszowska.

Mazury Garbate nazywane Krainą Łowców Przygód to obszar Mazur najbardziej wysunięty na wschód, silnie pofałdowany, ciekawy kulturowo i przyrodniczo z miastami Gołdap i Olecko oraz puszcami Borecką i Romincką. W Puszczy Boreckiej

w rezerwacie Wolisko utrzymywana jest populacja żubrów (Ryc. 6). Można je obserwować z wieży widokowej. Te piękne zwierzęta żyją również w Puszczy Białowieskiej, gdzie ten gatunek restytuowano, w Puszczy Niepołomickiej, Puszczy Knyszyńskiej oraz w Bieszczadach. Wielką atrakcją była i jest Puszcza Romincka. W wieku XV należała do wielkich mistrzów krzyżackich. Książęta i królowie pruscy uczynili puszcę terenem swoich polowań, bowiem wykształcił się w niej tzw. jeleń romincki wyróżniający się dorodnym porożem. W 1890 roku cesarz Wilhelm II otoczył puszcę specjalną ochroną, tworząc z niej cesarski rewir łowiecki. W puszczy polował też naczelny dowódca Luftwaffe Hermann Göring. Wspomniany jeleń stał się światowym symbolem myśliwskich sukcesów z uwagi na owe cenne poroże. Dziś pozostała jedynie pamięć po tym zwierzęciu i „pomnik” zdobiący skrzyżowanie przy gołdapskim rynku.



Ryc. 6. Żubry w rezerwacie Wolisko w Puszczy Boreckiej. Fot. M. Olszowska.

Ci, którzy mieszkali na terenach dawnych Prus Wschodnich przed II wojną światową nazywają Mazury „starym krajem”, bo spędzili tu beztroską młodość. Wiele jest miejsc otulonych ich historią. To pałace i dwory z centralnie położoną rezydencją z założeniem parkowym, cmentarzem rodowym oraz stawami. Na niektórych parkowych sadzawkach zobaczyć można urodziwe gęsi egipskie (*Alopochen aegyptiaca*) zwane również kazarkami egipskimi. Są to krępe ptaki, nieco mniejsze od gęsi domowej (długość ciała ok. 65–73 cm), płowo-kasztanowate z brunatną obrączką wokół oczu i na szyi. Młode pozbawione są obrączki ocznej. Spód ciała tej gęsi jest jasny zaś dziób i nogi różowe. W zasiedlaniu Europy pomógł jej człowiek. Do Polski czasami zalatuje (Ryc. 7). Pałace i dwory niegdyś pełniły funkcje użytkowe, reprezentacyjne i gospodarcze. Stanowiły centra kultury i rolnictwa. Były przykładem znaczących osiągnięć europejskiej architektury tamtych czasów. Jednym

z najpiękniejszych tego typu zabytków jest zespół pałacowo-parkowy w *Sorkwytach* położony nad jeziorem Lampackim. To nad tym jeziorem można zacząć spływ kajakowy rzeką Krutynią. Pałac w stylu neogotyckim wybudowano w latach 1850–1856. Dekoracyjnymi elementami pałacu są wieżyczki, sterczyny w kształcie ostrosłupów oraz krenelaże – „zęby” po-



Ryc. 7. Gęś egipska we wsi Boże. Fot. M. Olszowska.

między którymi znajduje się wolna przestrzeń (Ryc. 8). Charakterystyczną rośliną parkową był miłorząb dwuklapowy (*Gingo biloba*). Drzewo to jest jedynym obecnie żyjącym drzewem nagonasiennym, które posiada liście o spłaszczonej dwuklapowanej blaszce liściowej. W okresie powojennym dwory i pałace nie traktowano najlepiej, bowiem widziano w nich „zabytki pruskości”. Tylko część z nich, doczekawszy się odbudowy, dotrwała w rozkwicie do naszych cza-



Ryc. 8. Pałac w stylu angielskiego neogotyku. Sorkwity. Fot. M. Olszowska.

sów. Pośród wielu interesujących architektonicznych zabytków są również Wieże Bismarcka. W Polsce jest ich zaledwie siedemnaście. Są to proste budowle w kształcie wieży lub kolumny, sławiące niemieckiego kanclerza Ottona von Bismarcka. Jedna z nich znajduje się w Mrągowie w parku im. Władysława Sikorskiego. Została wybudowana przez niemiecką społeczność na Wzgórzu Jaenike, którego nazwa

pochodzi od nazwiska ówczesnego burmistrza miasta Hermana Jaenike. Uroczyste otwarcie wieży odbyło się w 1906 roku. Wzgórze stało się miejscem spacerów mieszkańców. Później przeobraziło się w cmentarz, który istniał do 1998 roku. Jeszcze teraz można zobaczyć resztki zachowanych grobów. Wieża Bismarcka ma 23 metry wysokości. Na jej szczycie znajduje się taras widokowy, z którego rozciąga się widok na okoliczne jeziora i osiedla Mrągowa (Ryc. 9).



Ryc. 9. Wieża Bismarcka w Mrągowie. Fot. M. Olszowska.

Na mazurskiej ziemi współczesność przeplata się z odległą przeszłością. Pasjonaci historii mają wiele do zwiedzania, wszak Mazury to kraina średniowiecznych zamków krzyżackich. Zamki są sukcesywnie odbudowywane. Obecnie funkcjonują jako hotele (np. w Giżycku nad Kanałem Łuczańskim) albo Centra Kongresowo-Wypoczynkowe (w Rynie).

Nie wszystkie znalazły inwestorów chętnych do ich renowacji, dlatego popadły w ruinę. Jest jednak w tych ruinach „coś” takiego, co silnie oddziałuje na ludzką wyobraźnię i rozbudza ciekawość...

Kto chciałby poczuć klimat średniowiecznych ruin, zapraszam do niewielkiego Szestna blisko Mrągowa. Pierwotnie stała tu drewniana strażnica z 1348 roku, zniszczona 23 lata później przez Litwinów i odbudowana przez Krzyżaków w XVI wieku jako murowany zamek, strzegący jednego z największych młynów zakonnych. Po roku 1815 zamek rozebrano. Do dziś zachował się jedynie wysoki na około pięć metrów północno-wschodni narożnik zamku, niewielkie odcinki murów oraz fundamenty zabudowań (Ryc. 10).

Każdy, kto jest w krainie jezior i lasów choćby tylko przejazdem, zauważy morenowe wzgórza porośnięte nawłocią. To charakterystyczny jesienny



Ryc. 10. Pozostałości zamku krzyżackiego w Szestnie. Fot. M. Olszowska.

rys mazurskiego krajobrazu. Kwitnąca od końca lata nawłóć późna zwana nawłocią olbrzymią (*Solidago gigantea Aiton*) tworzy rozległe żółte połacie. Jest rośliną wieloletnią z rodziny astrowatych. Została introdukowana do Europy z Ameryki Północnej w XVIII wieku jako roślina ozdobna. Obecnie stała się gatunkiem inwazyjnym, skutecznie wypierającym gatunki rodzime. Próby jej niszczenia noszą znamiona pracy syzyfowej (Ryc. 11).

Mazury mają swojego ducha, melancholijnego Smętka. Jedni uważają go za złośliwego demona

szkodzącego ludziom, drudzy za dobrego ducha, który bronił niegdyś tych ziem przed krzyżackimi najazdami i który nadal opiekuje się mazurską krainą,



Ryc. 11. Kwitnąca nawłóć późna obwieszcza początek jesieni. Fot. M. Olszowska.

niezależnie od tego, jakie etniczne czy kulturowe korzenie mają dzisiejsi jej mieszkańcy. Smętek dba, aby ów jakże szczególny krajobrazowo-kulturowy świat dawnych Mazur stworzony przez ewangelickich Mazurów nie odszedł w niebyt. Każdy, kto ma w sercu zapach mazurskich chojek (sosen) i szum jeziornych fal, może zostać przez Smętka zaproszony do wspólnej podróży po nieznanym Mazurach i do „posmętkowania” przy wieczornym ognisku...

ZWIASTUNY MAZURSKIEJ WIOSNY

Maria Olszowska (Mrągowo)

Upodobały sobie północno-wschodni region naszego kraju, bo znajdują w nim dogodne warunki do rozrodu i bytowania. Pojawiają się w marcu, kiedy zazwyczaj leży jeszcze śnieg, a z jezior dopiero zaczyna ustępować lód. Są ozdobą mazurskiego pejzażu.

Dostojny żuraw zwyczajny (*Grus grus*) i rybożerny kormoran czarny (*Phalacrocorax carbo*) to zwiastuny mazurskiej wiosny i wiosennych siewów.

Żurawie oznajmiamy swój przylot charakterystycznym klangorem, przypominającym głos trąbki i zajmują „swoją” teren. Na polach i łąkach wydłubują spod śniegu młodzieńską oziminek. Niegdyś były bardzo ostrożne, co znalazło odbicie w powiedzeniu „czujny jak żuraw”. Obecnie zmniejszyły wobec człowieka dystans ucieczki i chętniej przebywają w pobliżu ludzkich domostw. Brodzą powoli z ogromną gracją, uważnie stawiając swoje szczudłowate

nogi. Żywią się głównie pokarmem roślinnym, ale nie gardzą dżdżownicami, ślimakami oraz owadami. Są to duże ptaki (długość ciała około 120 cm), urodziwe i bardzo eleganckie z długimi nogami oraz smukłą, długą, giętką szyją. Żuraw w okresie godowym posiada popielato-szare upierzenie z brązowym odcieniem na grzbiecie, białymi bokami głowy i czarnymi końcówkami skrzydeł. Szczyt głowy przykrywa czerwona „czapeczka”. Charakterystyczny dla tego gatunku jest zwisający z tyłu ciała ozdobny pióropusz, utworzony przez wyrastające najbliżej nasady skrzydeł lotki trzeciorzędowe (Ryc. 1). Swoją rytuał godowy rozpoczynają tańcem, krążąc wokół siebie z rozpostartymi skrzydłami, podskakując i podrzucając w górę kępki traw oraz kamienie. Zazwyczaj na przełomie kwietnia i maja znikają z pól. Jest to czas budowy gniazda, składania jaj (najczęściej dwóch), ich wysiadkiwania i wychowywania potomstwa. Na

gniazdowanie wybierają dość dobrze ukryte śródleśne torfowiska lub moczary. Żurawie rodziny pojawiają się na polach w pełni lata. Przed odlotem zbierają się na zlotowiskach, z których największe obserwuje

uda. Z tyłu głowy formuje się z piór zawadiacki czub (Ryc. 2). Samica składa zazwyczaj 3–4 jaja. Kormoran podobnie jak żuraw kończy odchowywać młode w sierpniu. Jest chroniony częściowo.



Ryc. 1. Żurawie przylatują wczesną wiosną. Fot. M. Olszowska.

się na Bagnach Nietlickich. Żuraw jest objęty ochroną ścisłą.

Kormoran jest mniejszy od żurawia (długość ciała około 90 cm). Żyje w nadrzecznych koloniach nad wodami jezior i tutaj gniazduje. Jest znakomitym lotnikiem i łowcą polującym na ryby. Doskonale pływa i nurkuje, wiosłując przy tym nogami oraz skrzydłami. Palce kormorana spięte są błoną a dziób zakończony jest haczykowato. Te cechy gwarantują mu łowiecki sukces. Kormorany w przeciwieństwie do innych ptaków wodnych nie posiadają gruczołu kuprowego, dlatego po wyjściu z wody muszą z rozpostartymi skrzydłami suszyć namoczone pióra. Ptaki wkrótce po przylocie zaczynają toki. Samiec w gnieździe macha skrzydłami, głowę układa na grzbiecie, przyjmując różne pozy. Wydaje przy tym głos przypominający krakanie. Dorosły ptak ma ubarwienie czarne z metalicznym połyskiem, białe policzki, podbródek i gardło, a skórę wokół dzioba żółtawą. W upierzeniu godowym białe są również boki głowy i szyi, pojawia się też duża biała plama u samej góry zewnętrznej strony



Ryc. 2. Kormoran w upierzeniu godowym. Fot. M. Olszowska.

Pierwsze sznury emigrujących kormoranów i V-kształtne klucze żurawi pojawiają się na niebie we wrześniu, zaś ostatnie w listopadzie. Jednak tym razem zwiastują nadchodzącą nieuchronnie zimą...

Małgorzata Bąk, Andrzej Witkowski, Joanna Żelazna-Wieczorek, Agata Z. Wojtal, Ewelina Szczepocka, Katarzyna Szulc, Bogusław Szulc: **Klucz do oznaczania okrzemek w fitobentosie na potrzeby oceny stanu ekologicznego wód powierzchniowych w Polsce.** Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa, 2012, ss. 452, w tym 87 plansz. ISBN 978-83-61227-96-0.

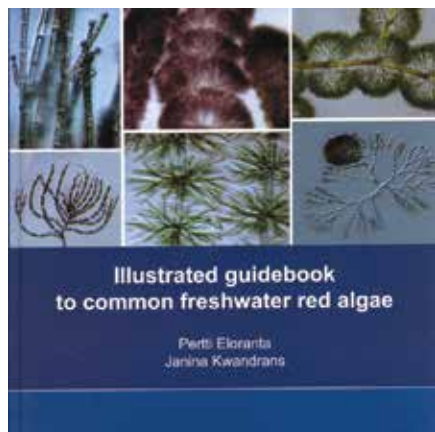


Bentos roślinny i zwierzęcy bardzo wyraźnie reaguje na zmiany zachodzące w zbiorowiskach wodnych. Okrzemki występują obficie we wszystkich typach wód; uważa się je za jedno z najlepszych wskaźników – spośród różnych grup systematycznych organizmów wodnych – służących do oceny warunków troficznych i sanitarnych. Jednak biolodzy zatrudnieni przy monitorowaniu tych warunków napotykają na duże trudności przy korzystaniu z tradycyjnych, dychotomicznych kluczy do oznaczania gatunków okrzemek. Napisane prawie 30 lat temu klucze te stają się coraz bardziej niekompletne, bo wzrasta ciągle ilość i różnorodność opisywanych gatunków i rodzajów, a też ulega zmianom ich taksonomia. Dzieje się to dzięki dokładnym studiom w mikroskopie elektronowym oraz badaniom molekularnym i genetycznym. Przedtem uważano, że liczba gatunków okrzemek sięga około 10 000, obecnie przypuszcza się, że może ich być nawet około miliona. W monitoringu używa się tylko mikroskopów świetlnych, a ponadto tylko część gatunków została scharakteryzowana pod względem ekologicznym. Żeby ułatwić życie biologom monitorującym nasze wody grupa diatmologów pod przewodnictwem specjalistów z Zakładu

Paleoceanologii Uniwersytetu Szczecińskiego zaproponowała oryginalny, uproszczony klucz do rozpoznawania tych gatunków okrzemek, które uznawane są za wskaźniki, a występują na dnie zbiorników wodnych w sporych ilościach. Z pośród znanych w Polsce ok. 3500 gatunków wybrano prawie 800 takich gatunków, bo tylko one mogą być brane pod uwagę w monitoringu. Ich bardzo dobre fotografie z mikroskopu świetlnego (pokazujące także zmienność w zależności od wymiarów) zestawiono w układzie mniej więcej systematycznym na 87 planszach. Przy każdym gatunku (nie w podpisie całej planszy) podana jest jego nazwa i najważniejsze przy oznaczaniu cechy wymierne (długość, szerokość, ilość prążków w 10 μm) oraz numer strony na której jest jego opis. Opisy rodzajów, a w nich gatunków, ułożone są alfabetycznie, poza planszami, co ułatwia szybkie odnalezienie. Dla oznaczenia własnej, widzianej w mikroskopie okrzemki trzeba odnaleźć identyczną fotografię i przeczytać opis. W opisie wspomniane są gatunki, z którymi ewentualnie można nasz gatunek pomylić; wskazano też obszerniejszą literaturę. Autorzy ostrzegają, że nie należy identyfikować gatunku, jeżeli jakieś cechy (choćby jedna) nie zgadzają się; dla oceny jakości wody lepiej taki gatunek opuścić, niż błędnie go oznaczyć. W nazewnictwie uwzględniono aktualne zmiany taksonomiczne gatunków (ew. zachowując w nawiasie dawniejsze jako synonimy). Opisom gatunków i ich fotografiom towarzyszą niezbędne objaśnienia, w tym rysunki cech identyfikacyjnych i rysunkowy przegląd rodzajów. Autorzy zaproponowali bardzo niezwykły, oryginalny, uproszczony klucz do oznaczania okrzemek. Godne podkreślenia jest to, że dysponują tak ogromną ilością świetnych, własnych fotografii okrzemek (tylko nieliczne uzyskano od innych specjalistów). Wykonane w większości w powiększeniu 1500x oddają wiernie wygląd krzemionkowych pancerzyków. Techniczne wykonanie plansz jest idealne. Działając w kontakcie z autorytetami w tej dziedzinie autorzy zadbali też o sprawdzenie poprawności oznaczeń gatunków na planszach i ich opisów w tekście. Można mieć nadzieję, że praktyka potwierdzi przydatność zaproponowanej metody, i że podręcznik ten ułatwi życie biologom pracującym w monitoringu naszych zbiorników wodnych. Przyda się też początkującym fykologom i studentom. Zaawansowanym okrzemkarzom może służyć jako poprawny atlas porównawczy.

Jadwiga Siemińska
(Kraków)

Pertti Eloranta, Janina Kwadrans 2012: **Illustrated guidebook to common freshwater red algae**. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences. Ss. 49. ISBN 978-84-622975-10-5.



Jest to pięknie wydana w języku angielskim książeczka omawiająca słodkowodne krasnorosty, których przeważnie makroskopowe plechy można natknąć głównie w chłodnych wodach śródlądowych. Opracował ją fińsko-polski zespół specjalistów wykorzystując obficie własne barwne fotografie. Wiele krasnorostów spotyka się na kamieniach w czystych potokach i strugach, a też w źródłach oraz na wilgotnej ziemi. Wabią czerwonym, brunatnym lub zielonym kolorem, kształtem, często obfitymi skupieniami, wzbudzają zainteresowanie galaretowatymi plechami, też krwistymi naskorupieniami. Kolorowe fotografie ilustrują pokrój wielu gatunków z ważniejszych rodzajów, są też mikroskopowe zdjęcia ich ważniejszych cech, a także charakterystyczne miejsca

ich występowania. Towarzyszą im liczne objaśniające rysunki. Tekst wprowadza czytelnika w charakterystykę tej grupy systematycznej, objaśnia cechy budowy plech i sposobów rozmnażania, daje klucz do rozróżniania ważniejszych rodzajów i przykłady zróżnicowania gatunków w obrębie siedmiu rzędów. Najobszerniej przedstawione są gatunki z rzędu Batrachospermales. Bardzo cenne są uwagi metodyczne dotyczące sposobów zbierania materiałów w terenie, konserwowania i suszenia próbek oraz pracy w laboratorium. Książeczkę kończy informacja o monografiach zawierających klucze do oznaczania gatunków krasnorostów słodkowodnych; jest wśród nich najważniejsze współczesne opracowanie Kumano (2002) zestawiające materiały z całego świata, opracowanie autorów (Eloranta, Kwadrans 2007, 2011) dotyczące gatunków występujących w Finlandii i w Europie środkowej, oraz Starmacha (1977) w tomie *Flory Słodkowodnej Polski* (w tym ostatnim nomenklatura gatunków jest w znacznym stopniu przestarzała). Autorzy nie sprecyzowali do kogo adresowane jest to opracowanie. Stanowi ono jakby przewodnik zachęcający do zapoznawania się z tą grupą glonów. Przyda się z pewnością hydrobiologom, zainteresuje biologów i botaników. Wobec powszechnej znajomości języka angielskiego przez młodzież i dzięki pięknym barwnym fotografiom mogłoby znajdować czytelników i popularyzować zainteresowanie krasnorostami w europejskich, a także i naszych bibliotekach przyrodniczych. Stopień poznania występowania tych glonów w Polsce daleki jest od dokładnego.

Jadwiga Siemińska
(Kraków)

DOKTOR ROMAN KARZMARCZUK WIELOLETNI AUTOR ARTYKUŁÓW WE WSZECHŚWIECIE

Z wielkim żalem zawiadamiamy, że 3 marca 2013 roku odszedł od nas Doktor Roman Karczmarczyk, wieloletni autor wspaniałych artykułów drukowanych we Wszechświecie. Większość tekstów dotyczyła roślin – krajowych lub egzotycznych, ale było też kilka artykułów o zwierzętach – kotach, ptakach. Pisał też o ukochanym ogrodzie botanicznym we Wrocławiu. W latach od 1992 do marca 2013 opublikował we Wszechświecie 55 artykułów. Były zawsze żywo, barwnie napisane i zilustrowane.

Był zawsze życzliwy, skromny, otwarty na wszelkie uwagi redakcyjne. Jego artykuły przepojone były prawdziwą pasją przyrodnika, botanika. Będziemy

o Nim pamiętać ze wzruszeniem i wdzięcznością za Jego wkład pracy autorskiej w nasz kwartalnik.

Poniżej przedstawiam wspomnienie o doktorze Karczmarczuku napisane przez Jego wieloletnią współpracownicę dr Magdalenę Mularczyk, która przez ostatnie lata pomagała Mu w przygotowaniu wersji komputerowych artykułów. Składałam też w imieniu własnym i redakcji wyrazy najgłębszego współczucia dla bliskich i przyjaciół których doktor Roman Karczmarczyk „osierocił” swoim odejściem.

Maria Śmiałowska
Redaktor Naczelny Wszechświata

WSPOMNIENIE O DOKTORZE ROMANIE KARCZMARCZUKU (1922–2013)

Takich ludzi już dzisiaj nie ma. A jeżeli nawet są, to bardzo, bardzo nieliczni. Czy ktoś jeszcze potrafi witać damy takimi słowami: „Całuję rączki łaskawej pani, jak zawsze młodej, uroczej i czarującej, która swym subtelnym wdziękiem, pełnym niewysłowionego splendoru i anielskiej gracji, absorbuje do głębi rodzaj męski; można by rzec za poetą: myśl westchnieniem ulata, w upragnieniach się śni”?



Ryc. 1. Dr Roman Karczmarszuk. Z archiwum dr. Romana Karczmarszuka.

Ze względu na ten lwowski, galicyjski sposób wysławiania się, przyjaciela i Honorowego Gościa Ogrodu Botanicznego Uniwersytetu Wrocławskiego nikt nie nazywał inaczej niż „Pan Całuję Rączki”. Wszyscy podziwialiśmy Jego erudycję, ciekawość świata, dociekliwość, spostrzegawczość i pasję dzielenia się wiedzą z czytelnikami, pasję, która Go nie opuściła do ostatnich tygodni życia.

Dr Roman Karczmarszuk urodził się 26 maja 1922 roku we Lwowie. O swoim dzieciństwie i młodości nie opowiadał zbyt wiele, z rozrzewnieniem wspominał tylko wakacje spędzane na wsi. W latach szkolnych świetnie opanował język niemiecki, tak że w czasie wojny mógł odbierać nadawane przez radio niemieckie komunikaty. Miał fenomenalną pamięć

i jeszcze 60 lat później potrafił je cytować w obszernych fragmentach.

Po wojnie przyjechał do zrujnowanego Wrocławia z zamiarem podjęcia studiów germanistycznych, ale ostatecznie zdecydował się na biologię. Po uzyskaniu stopnia magistra został nauczycielem. Nigdy nie założył rodziny, lecz całe swoje życie poświęcił kształceniu i wychowywaniu młodzieży. Pracował z wielkim zaangażowaniem w różnych wrocławskich szkołach, między innymi w Szkole Podstawowej nr 68 przy ul. Szczęśliwej, od 1961 roku w szkole nr 84 – tysiąclatce – przy ul. Łukasza Górnickiego, a od 1971 roku w szkole nr 54 przy ul. Mikołaja Reja. W tych czasach prowadził wzorowo urządzone gabinety biologiczne, o których pisano we wrocławskiej prasie. Wyposażone były w akwaria, terraria i szafy pełne przyrodniczych osobliwości, zastawione roślinami doniczkowymi. Na ścianach wisiały kolorowe plansze i artystyczne fotografie. Wszystko to pan Karczmarszuk zdobywał dzięki życzliwości rozmaitych instytucji: kryształ soli kamiennej otrzymał z kopalni w Wieliczce, nasiona kakaowca i kawy z Fabryki Czekolady w Świebodzicach, okazy bawełny z Egiptu, a nasiona kaktusów z Ogrodu Botanicznego w Monaco. W 1959 roku dziennikarka „Gazety Robotniczej” pisała: „Nie dziwię się, że gabinet biologiczny w szkole przy ul. Szczęśliwej jest „konikiem” i dumą jego twórcy, nie dziwię się, że odwiedzają go często nauczyciele i uczniowie innych szkół, że przychodzą tu rodzice. Trochę mi tylko żal, że jest taki wyjątkowy. Przecież nie powstał cudem”.

Pracując w szkolnictwie, Roman Karczmarszuk przygotował rozprawę doktorską z zakresu geografii i obronił ją na Uniwersytecie Wrocławskim w końcu lat 60. XX w. Działał też społecznie, między innymi w Lidze Ochrony Przyrody. W 1964 roku został wybrany na wiceprzewodniczącego Zarządu Okręgu Wrocławskiego.

Oprócz pracy pedagogicznej drugą wielką życiową pasją dra Karczmarszuka była popularyzacja wiedzy przyrodniczej. W jedynym pokoju Jego niewielkiego mieszkania niedaleko Ogrodu Botanicznego całą ścianę zajmował regał z książkami. Ważnym źródłem informacji były też gromadzone przez lata wycinki z czasopism, a w ostatnim okresie również portale internetowe, które przeglądali dla Niego приятели. Pan Karczmarszuk miał na swoim koncie ponad 300 artykułów popularnonaukowych, głównie z zakresu

botaniki, zoologii i geografii, recenzji, wspomnień, listów do redakcji i notatek, których tytuły skrupulatnie notował. W Jego spisie na pierwszej pozycji widnieje artykuł „Bryła bryle nierówna”, opublikowany w „Magazynie Polskim” z września 1965 r. Dalej następują publikacje w „Dookoła świata” i liczne notatki we wrocławskiej prasie codziennej. Dr Karczmarczyk zapamiętałe tropił i wytykał błędy dostrzeżone

Po przejściu na emeryturę miał więcej czasu nie tylko na pisanie, ale też na niemal codzienne wizyty w Ogrodzie Botanicznym. Całkowicie bezinteresownie oprowadzał gości Ogródu, wprowadzając ich w zdumienie swoją ogromną wiedzą o roślinach i botanicznymi ciekawostkami, którymi sypał jak z rękawa. Pilnował, żeby rozbrykana dzieciarnia, nie zawsze wystarczająco skutecznie powstrzymywana



Ryc. 2. Dr Roman Karczmarczyk z uczennicami w gabinecie przyrodniczym w Szkole Podstawowej nr 68 we Wrocławiu, 1960 r. Z archiwum dr. Romana Karczmarczuka.

w tekstach o tematyce przyrodniczej, szczególnie we wrocławskich gazetach: „Słowie Polskim” i „Gazecie Robotniczej”. W następnych latach Jego prace ukazywały się w wielu rozmaitych periodykach: „Czasopiśmie Geograficznym”, „Przeglądzie Geograficznym”, „Przeglądzie Zoologicznym”, „Biologii w Szkole”, „Sylwanie”, „Kosmosie”, „Problemach”, „Wiadomościach Ekologicznych”, „Kwartalniku Historii Nauki i Techniki”, „Wiadomościach Botanicznych”, „Wiadomościach Zielarskich”, „Aurze” i in. Pierwszy artykuł we „Wszechświecie”, pod tytułem „Okrągła i smutna rocznica”, ukazał się w marcu 1969 roku. Z tym czasopiśmie dr Karczmarczyk związał się na resztę życia, a w ostatnim dziesięcioleciu publikował przeglądowe artykuły botaniczne i recenzje książek prawie wyłącznie na jego łamach.

przez rodziców lub nauczycieli, nie niszczyła rabat. Czasem siadał na ławce i oddawał się przyjemności palenia cygara.

Nie mógł też żyć bez muzyki poważnej. Dopóki zdrowie Mu na to pozwalało, często odwiedzał Filharmonię Wrocławską; gdy zaczął mieć problemy z poruszaniem się, słuchał koncertów w radiu. Kochał poezję, potrafił recytować z pamięci dziesiątki wierszy, zwłaszcza z okresu II wojny światowej. Najbardziej upodobał sobie utwór Janusza Wedowa „Modlitwa moja”:

*Nie widzę Cię w łukach gotyku
ni w tęczy płonących świec,
wiem jednak, że schodzisz z błękitu
na ciszę miedz...*



Ryc. 3. Dr Roman Karczmarszuk jako dziecko, Lwów, lata 20. XX w.
Z archiwum dr. Romana Karczmarszuka.

*Nie widzę Cię w rzeźbach ołtarzy,
wśród wonnej kadzidel mgły,
lecz czuję, gdy kładziesz na twarzy
gwiazdy – jak łzy...
[...]*

Przyjaźnił się z wieloma wybitnymi naukowcami, a szczególnie bliski kontakt korespondencyjny utrzymywał z prof. Ireną Stasiewicz-Jasiukową (1931–2011), historykiem nauki i kultury z Warszawy, założycielką Muzeum Pisanki w Ciechanowcu.

Nic nie zapowiadało tak rychłego końca. Dr Karczmarszuk miał jeszcze wiele pomysłów na artykuły o roślinach użytkowych, między innymi o naszych podstawowych gatunkach zbóż. Nagle opadł z sił i po kilku dniach zgaśł – jak gaśnie lampka, w której zabrakło oliwy. Odszedł 3 marca 2013 roku. Spoczywa na cmentarzu Osobowickim we Wrocławiu.

Magdalena Mularczyk

KONKURS DLA STUDENTÓW I DOKTORANTÓW O NAGRODĘ PREZESA POLSKIEGO TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW im. KOPERNIKA NA NAJLEPSZY ARTYKUŁ POPULARNONAUKOWY

Ogłaszamy kolejny konkurs, tym razem nie tylko dla doktorantów, ale również dla studentów, którzy samodzielnie napiszą i prześlą do redakcji Pisma Przyrodniczego *Wszechświat* artykuł na tematy przyrodnicze, napisany zgodnie w wymogami czasopisma. Spośród opublikowanych artykułów zostanie wyłoniony jeden, a inne ciekawe artykuły mogą zostać wyróżnione.

Autor najlepszego artykułu zostanie nagrodzony nagrodą pieniężną w wysokości 1000 złotych, dyplomem i roczną prenumeratą Pisma Przyrodniczego *Wszechświat*. Zachęcamy studentów i doktorantów do spróbowania swoich sił w popularyzacji nauk przyrodniczych.

Prezes Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika
Prof. dr hab. Elżbieta Pyza



