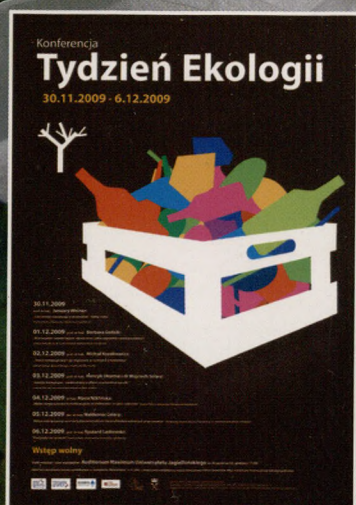


WSZECHŚWIAT

PISMO PRZYRODNICZE

Tom 110 Nr 10-12

Październik - Listopad - Grudzień 2009



Czy istnieje równowaga w przyrodzie?

Inwazje biologiczne

Lecznicze działanie grzybów

Program Natura 2000

Groza wulkanów



Fłaszowiec miękkościernisty (*Annona muricata*). Wyspa Roon, Irian Zachodni

fot. Aleksandra Jabłońska

WSZECHŚWIAT

Z POLSKIMI PRZYRODNIKAMI OD 3 KWIETNIA 1882

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

Treść zeszytu 10-12 (2550-2552)

WSTĘP

Rok dla ekologii i zdrowego stylu życia w Polskim Towarzystwie Przyrodników im. Kopernika	3
---	---

ARTYKUŁY - ROK DLA EKOLOGII

January Weiner, Czy istnieje równowaga w przyrodzie? Fakty i mity	4
Barbara Godzik, W przeszłości metale ciężkie, dzisiaj ozon, jakie zagrożenia niesie przyszłość?	9
Michał Kozakiewicz, Koncepcja metapopulacji i jej znaczenie w ochronie różnorodności gatunkowej	10
Henryk Okarima, Wojciech Solarz, Inwazje biologiczne - niedoceniany problem w ochronie przyrody	14
Maria Niklińska, Wpływ zanieczyszczeń na funkcje gleby w środowisku i w życiu człowieka	21
Waldemar Celary, Wpływ antropopresji na zmiany bioróżnorodności na przykładzie wybranych grup owadów	21
Ryszard Laskowski, Pestycydy: za i przeciw	29

ARTYKUŁY

Jerzy Z. Nowak, Wielonienasycone kwasy tłuszczowe omega-3: Brać czy nie brać ? – Oto jest pytanie. A jak brać - to kto powinien, kiedy, ile i dlaczego?	30
Grażyna Końska, Halina Komorowska, Lecznicze działanie grzybów	41

ARTYKUŁY INFORMACYJNE

Eugeniusz Kośmicki, Ekologiczne Ogrodnictwo Bylinowe Dietera Gaissmayera w Illertissen koło Augsburga	47
Małgorzata Grodzińska-Jurczak, Agata Pietrzyk, Program NATURA 2000 – zrównoważony rozwój w praktyce	52

DROBIAZGI

Nietypowe zimowisko śmiertelną pułapką dla płazów (Maria Olszowska)	55
---	----

WSZECHŚWIAT PRZED 100 LATY

J. Vetulani, Wszechświat przed 100 laty	57
---	----

WSPOMNIENIA Z PODRÓŻY

Park Narodowy Tubkal – Korona Północnej Afryki (Radomir Jaskuła, Jacek Hikisz, Tomasz Rewicz)	60
---	----

WSPOMNIENIA Z PODRÓŻY PRZED 100 LATY

Groza wulkanów (A. Lacroix)	64
-----------------------------------	----

NEKROLOG

Wspomnienie o Profesorze Jerzym Małeckim (Radosław Tarkowski)	70
---	----

RECENZJE KSIĄŻEK

Atlas roślinności rzeczywistej Krakowa (Anna Medwecka-Kornaś)	72
Rośliny lecznicze - od aloesu do żeń-szenia (Ewa Komorowska)	73
Les histoires naturalistes populaires d'un séjour en Guyane française et en partie au Pérou (1865-1871). Choix. (P. Daszkiewicz) ...	74
Motyleienne dla każdego (Krzysztof Pabis)	77

KRONIKA

Warsztaty Europejskiej i Śródziemnomorskiej Organizacji Ochrony Roślin (EPPO) nt. Analizy Zagrożenia przez Agrofaga (PRA) (Janina Butrymowicz, Witold Karnkowski, Ewa Półtorak)	80
---	----

PRACE UCZESTNIKÓW OLIMPIAD BIOLOGICZNYCH

Katarzyna Niedziela, Czy wilgotność i temperatura powietrza wpływają na intensywność śpiewu samców słowika rdzawego (<i>Luscinia megarhynchos</i>) w czasie okresu lęgowego?	81
--	----

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

Cena zeszytu z bieżącego i z poprzedniego roku wynosi 9 zł, zeszytów z lat 2000 - 2007 - 2 zł, pozostałe - 1 zł, w miarę posiadanych zapasów. Redakcja nie dysponuje zeszytem nr 7-9, tom 104, zawierającym płytkę CD z głosami ptaków.

Proponujemy również dokonanie prenumeraty Pisma Przyrodniczego *Wszechświat*, poprzez wpłatę 36 zł rocznie.

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
- Drukarni PW Stabil



Rada Redakcyjna: **Przewodniczący: Jerzy Vetulani**
Z-cy Przewodniczącego: Ryszard Tadeusiewicz, Jacek Rajchel
Sekretarz Rady: **Elżbieta Pyza**

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

Komitet redakcyjny: **Redaktor Naczelny: Jacek Rajchel**

Z-ca Redaktora Naczelnego: Jerzy Vetulani

Sekretarz Redakcji: Andrzej Krawczyk

Członkowie: Witold Paweł Alexandrowicz, Tomasz Bartuś

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

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

www.wszechswiat.agh.edu.pl

Wydawca: **Polskie Towarzystwo Przyrodników im. Kopernika, Kraków, ul. Podwale 1**
Projekt i skład: **Artur Brożonowicz, www.frontart.pl**

Druk: **Drukarnia PW Stabil sc, Kraków, ul. Nabelaka 16, tel. (12) 410 28 20**
Nakład 700 egz.

Foto okładka:

Kwiat lotosu orzechodajnego (*Nelumbo nucifera*). Jawa, Indonezja. Fot. Aleksandra Jabłońska

WSZECHŚWIAT

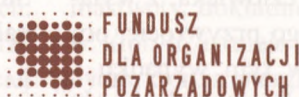
PISMO POLSKIEGO TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA

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

TOM 110
ROK 127

PAŹDZIERNIK - LISTOPAD - GRUDZIEŃ 2009

ZESZYT 10-12
2550-2552



Wsparcie udzielone przez Islandię, Liechtenstein i Norwegię poprzez dofinansowanie ze środków Mechanizmu Finansowego Europejskiego Obszaru Gospodarczego oraz Norweskiego Mechanizmu Finansowego, a także ze środków budżetu Rzeczypospolitej Polskiej w ramach Funduszu dla Organizacji Pozarządowych.

Rok dla ekologii i zdrowego stylu życia w Polskim Towarzystwie Przyrodników im. Kopernika

W terminie od listopada 2008 do grudnia 2009 Polskie Towarzystwo Przyrodników im. Kopernika zorganizowało cykl wykładów oraz dwie konferencje popularno-naukowe w ramach programu edukacyjnego pt.: „Rok dla ekologii i zdrowego stylu życia w Towarzystwie Przyrodników im. Kopernika” finansowanego ze środków Mechanizmu Finansowego Europejskiego Obszaru Gospodarczego, Norweskiego Mechanizmu Finansowego, a także budżetu Rzeczypospolitej Polskiej w ramach Funduszu dla Organizacji Pozarządowych.

Program ten to cykl 12 otwartych wykładów dotyczących ochrony zdrowia i środowiska oraz dwie konferencje „Tydzień Mózgu” i „Tydzień Ekologii”, w których każdy zainteresowany, bez względu na wiek i wykształcenie, może uczestniczyć. Celem tego programu jest dotarcie z najnowszymi osiągnięciami biologii i medycyny, dotyczącymi zdrowia i środowiska, w którym żyjemy, do jak najszerszego grona słuchaczy, do uczniów, studentów, ale także do osób, które zakończyły już edukację, a chciałyby poszerzyć swoją wiedzę. Poprzez wykłady chcielibyśmy wska-

zać, jakie są obecnie zagrożenia dla zdrowia, związane ze wzrastającą industrializacją w Polsce i na świecie, i zmianami w środowisku naturalnym oraz jak unikać tych zagrożeń i zdrowo żyć. Ponadto pragniemy zwrócić uwagę na konieczność ochrony środowiska naturalnego, w którym żyjemy, a które przez działalność współczesnego człowieka jest już zmienione i w wielu przypadkach poważnie zagrożone.

Wykłady odbywają się w Auditorium Maximum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie przy ul. Krupniczej 35 o godz. 17-tej.

Obszerne streszczenia wszystkich wygłoszonych wykładów są sukcesywnie publikowane na łamach *Wszechświata*, poczynając od numeru 10-12, tom 109, rok 2008.

Serdecznie zapraszam

prof. dr hab. Elżbieta Pyza
Prezes Zarządu Głównego
Polskiego Towarzystwa Przyrodników
im. Kopernika



CZY ISTNIEJE RÓWNOWAGA W PRZYRODZIE? FAKTY I MITY

January Weiner (Kraków)

Trzeciego listopada przypada dzień św. Huberta, patrona myśliwych. W tym dniu można prawie mieć pewność, w którymś programie telewizyjnym wystąpi ktoś w zielonym kapeluszu z piórkami, by z namaszczeniem oznajmić, że to, co lubi robić, to nic innego jak „przywracanie równowagi w przyrodzie”. Zresztą nie tylko na św. Huberta miłośnicy dwururki tak samo pozytywnie uzasadniają uprawianie swojej pasji. Miałoby z tego wynikać, że: (a) istnieje coś takiego jak równowaga w przyrodzie, (b) zachowanie tej równowagi jest stanem pożądanym, (c) z jakiegoś powodu stan równowagi został naruszony (na ogół sponuje się przy tym, że przez człowieka, z wyłączeniem myśliwych), (d) można go przywrócić, podejmując konkretne działania (w tym wypadku – zabijając pewną liczbę kręgowców stałocieplnych, akurat tych gatunków, które uchodzą za przysmak, lub których trzeciorzędowe atrybuty płciowe, np. rogi – za ozdobę). Można by machnąć ręką na ten sposób gloryfikowania atawistycznego hobby i nie zastanawiać się nad jego logicznymi i rzeczowymi przesłankami. Rzecz w tym jednak, że odwołanie do „równowagi w przyrodzie” sięga do idei i wartości głęboko zakorzenionych w naszej kulturze, wynikających z prastarych, archetypicznych wręcz wierzeń i wspieranych strzępami pojęć przenikającymi z domeny nauki.

Często używa się tego zwrotu bez zastanowienia, czysto retorycznie, podobnie jak „stare, dobre czasy”, czy „raj utracony”. O ile jednak te dwa ostatnie wyrażenia nie ukrywają swojego sentymentalno-metafizycznego charakteru, to „równowaga w przyrodzie” albo „równowaga przyrody” brzmi znacznie bardziej obiektywnie, wręcz naukowo, i może być brana na serio. Nader często ten zwrot jest wypowiedziany z pełnym przekonaniem, że przyroda dąży do stanu równowagi, i to równowagi stabilnej, że istnieją w niej mechanizmy sprzężeń zwrotnych, które automatycznie korygują przypadkowe zmiany rozmaitych parametrów, przywracając stan równowagi – tak jak elektroniczny termostat utrzymuje stałą temperaturę w akwarium.

W nauce nie jest zabronione stawianie nawet najbardziej fantastycznych hipotez, choćby właśnie takiej, można prowadzić rozważania i badania eksperymentalne w celu jej potwierdzenia

lub odrzucenia. Wymaga to jednak zachowania dyscypliny pojęciowej i rygorów metodologicznych, o czym niżej. Jednak „równowaga w przyrodzie” to nie tylko nieprecyzyjny, przednaukowy sposób wyrażenia pojęć, które nauka potrafi lepiej zdefiniować i zanalizować (np. „stan stacjonarny” albo „równowaga dynamiczna”). W wyrażeniu „równowaga przyrody” jest coś więcej, mianowicie implikacja, że istnieją stany przyrody, które są właściwe, odpowiednie, takie, jak być powinny, czyli dobre – i odchylenia od nich, na przykład zmiany spowodowane przez człowieka, czyli stany niepożądane: złe. Słowem, „równowaga w przyrodzie” jest pojęciem naładowanym wartościami.

Przekonanie, że w przyrodzie istnieje równowaga, i że to dobrze, jest stare jak kultura. Korzenie tkwią w wierzeniach religijnych, w których zawsze przewijają się wątki o naturze stworzonej w sposób celowy i o przedustanowionej boskiej harmonii. Sformułowane na piśmie można znaleźć już u Herodota, który twierdził, że drapieżniki i ich ofiary pozostają w stanie równowagi, drapieżniki zabijają tylko tyle, by nie przetrzebić znaną ofiar. W czasach nowożytnych do wzmocnienia tego pojęcia przyczyniło się skądinąd pożyteczne pojęcie „gospodarki przyrody” i russowski mit o idyllicznym żywocie człowieka na łonie natury.

Darwin, który bardzo starannie przestrzegał klarowności używanych pojęć, zwrotu „równowaga w przyrodzie” w ogóle nie stosował, ale jego późniejsi zwolennicy byli już mniej rygorystyczni i na przykład Stephen A. Forbes, jeden z ojców ekologii, pisał dosyć mętnie o równowadze w przyrodzie, jako dobroczynnym porządku, który powstaje dzięki doborowi naturalnemu, działającemu poprzez konkurencję i drapieżnictwo.

Współczesne nauki przyrodnicze tak sformułowanego pojęcia równowagi w przyrodzie w ogóle nie mogą zaakceptować, bo do ich domeny nie należą żadne pojęcia dotyczące wartości. Przyroda nie ma celu, więc też nie ma normy, wyróżnionego stanu, który byłby lepszy niż inne; nie ma „harmonii”, która polegałaby na współdziałaniu elementów dla osiągnięcia jakichś integralnych celów czy wyższych wartości. Pojęcia wartościujące odnoszą się tylko do ludzi, dlatego można sensownie pytać o to, jaki

stan przyrody jest dobry dla nas, i czy nie zmienia się właśnie w sposób dla nas niepożądany. Owszem, ale wtedy nie mówimy o „równowadze przyrody”, tylko o stanie naszego środowiska, a to zupełnie inna sprawa. O środowisku człowieka i jego ochronie nie można w ogóle mówić inaczej, niż odwołując się do wartości.

Odkładając na bok sprawę implikowanych wartości, czy jednak na płaszczyźnie czysto naukowej, pojęcie „równowagi w przyrodzie” nie zawiera ziarna prawdy? Czy przyroda nie ma zdolności do utrzymywania stanu równowagi? Aby odpowiedzieć na to pytanie, trzeba je w pierw przetłumaczyć na język nauki.

W domenach nauk ścisłych i przyrodniczych, także w naukowej ekologii, każde pojęcie musi być w pierw precyzyjnie zdefiniowane. Co to jest „przyroda” albo „natura”? Zapewne, każdy, kto używa tego słowa, ma na myśli co innego. Może to być na przykład cały wszechświat, albo ogół organizmów żywych. Z kontekstu wielu wypowiedzi o „równowadze w przyrodzie” można się domyślać, że najczęściej chodzi o przedmiot zainteresowania ekologii, o całą biosferę, zintegrowany system żywych organizmów i elementów środowiska nieożywionego, ale czasem o jakiś inny obiekt.

A co to jest „równowaga”? Równowaga czego z czym? Jaką zmienną lub jaki zbiór zmiennych obserwujemy? W naukach przyrodniczych często używa się terminu „równowaga” w odniesieniu do różnych desygnatów, co czasem prowadzi do nieporozumień. W języku polskim dodatkowo daje się tu we znaki nieposkromione bogactwo znaczeniowe naszego języka, w którym jeden termin – „równowaga” – oznacza wszystko to, na co np. język angielski potrzebuje kilku słów (*balance, equilibrium, steady-state*) i każde rozumie inaczej. Dlatego tym bardziej obowiązuje nas ścisłość terminologiczna. Zamiast ogólnikowego „równowaga” lepiej byłoby powiedzieć „stan stacjonarny” (*steady-state*), czyli sytuacja, w której jednakowe tempa dwóch przeciwstawnych procesów (dwie siły działające w przeciwnych kierunkach) znoszą się, więc stan obiektu się nie zmienia. W języku polskim mówi się jednak często w tym wypadku „równowaga dynamiczna”. Od tego miejsca, przez „równowagę” będziemy rozumieli właśnie równowagę dynamiczną.

Zatem, do jakich znaczeń terminu „równowaga” może się odnosić zwrot „równowaga w przyrodzie”? Spróbujmy przejrzeć po kolei ścisłe znaczenia słowa „równowaga” i zobaczyć, czy któreś z nich pasuje. Zaczniemy od przyrody rozumianej jako globalny ekosystem.

Równowaga termodynamiczna?

Najprecyzyjniejsze pojęcia pochodzą z fizyki. Odnoszą się do całej przyrody nieożywionej i ożywionej. Możemy więc zapytać, czy w przyrodzie panuje równowaga termodynamiczna? Równowaga termodynamiczna – według bardzo uproszczonej definicji, to stan, w którym podstawowe, makroskopowe parametry układu pozostają stałe. Panuje równowaga chemiczna (nie przebiegają reakcje), mechaniczna (nie ma nierównoważonych sił, dzięki którym mogłaby zostać wykonana jakaś praca mechaniczna), termiczna (brak różnicy temperatur, więc nie przepływa też ciepło i nie może wykonać żadnej pracy). Innymi słowy – nie dzieje się nic. Stan trwałej równowagi termodynamicznej układ uzyskuje wtedy, gdy jego energia osiąga minimum, a entropia maksimum. Jest to stan kompletnego wyczerpania wszystkich potencjałów i całkowitej martwoty, dokładne zaprzeczenie biosfery - układu, w którym istnieją potężne potencjały energii, oraz życie, które z energii korzysta by lokalnie zmniejszać entropię. A więc chyba to nie o to chodzi.

Równowaga tempa specjacji i tempa ekstynkcji?

Odkąd istnieje życie na Ziemi, powstają coraz to nowe gatunki, a inne – wymierają. Gdyby oba te procesy: specjacji i ekstynkcji, ustały – mielibyśmy stałą, niezmienną liczbę gatunków. Nie byłaby to równowaga, lecz stagnacja. Takie wyobrażenie panowało, zanim poznano fakty z historii życia na Ziemi i zanim Darwin sformułował swoją teorię. Obecnie niepokoi nas fakt, że na naszych oczach wymierają gatunki – zatem obawiamy się, że zmniejszy się bioróżnorodność planety; mamy powody sądzić, że sami się do tego przyczyniamy. Gdyby tempo wymierania i tempo specjacji były niezerowe, ale jednakowe – mielibyśmy stan równowagi: gatunki by się wymieniały (wymierający gatunek zastępowany byłby od razu przez jakiś nowopowstały), a ich liczba byłaby stała. Trwałaby zatem ewolucja, ale bioróżnorodność byłaby niezmienna. Czy w przyrodzie panuje zatem równowaga specjacji i ekstynkcji, zaburzona jedynie ostatnio przez człowieka?

Nic podobnego! Mamy obecnie przekonujące dane paleontologiczne, z których jasno wynika, iż tempa procesów specjacji i ekstynkcji nigdy nie były zrównoważone. W ciągu blisko 550 milionów lat eonu fanerozoicznego, dla którego mamy dobre dane paleontologiczne, liczba gatunków stale rośnie; kiedy na Ziemi pojawił się człowiek zastał największą naraz liczbę gatunków, jaka tu kiedykolwiek była. Ale

ten stały, powolny wzrost (średnia przewaga tempa specjacji nad ekstynkcją) przerywany jest okresami przewagi tempa wymierania nad specjacją – czasami w formie gwałtownych załamań. Są to tak zwane wielkie wymierania, katastrofy, w których masowo przepadały liczne gatunki. Na przykład koniec ery paleozoicznej wyznacza katastrofa, w której zginęła większość gatunków wówczas żyjących na Ziemi. Dane paleontologiczne wskazują również, że po takich katastrofach różnorodność odbudowuje się w tempie wykładniczym, potrzeba na to „zaledwie” dziesięciu – kilkudziesięciu milionów lat. Nie ma żadnych przesłanek, aby przypuszczać, że w ogóle może istnieć mechanizm regulujący globalnie tempo wymierania i powstawania nowych gatunków. Fakty zatem przeczą hipotezie, że w skali globalnej tempo ekstynkcji i specjacji są w równowadze.

Zrównoważony bilans obiegu węgla?

Życie na Ziemi przejawia się jako globalny cykl krążenia węgla: od form chemicznie utlenionych (CO_2) do zredukowanych (materia organiczna) i z powrotem. Redukcja węgla – to produkcja biomasy przez organizmy, co obecnie zawdzięczamy prawie wyłącznie fotosyntetyzującym roślinom i sinicom, przy niewielkim udziale bakterii chemoautotrofów. Ponowne utlenienie związków węgla do CO_2 może się odbywać na różne sposoby – ogromną większość biomasy utleniają rozmaite mikroorganizmy i zwierzęta („destruenci”), część ulega spalaniu w naturalnych pożarach lasów i stepów, a reszta – to spalanie biomasy i paliw kopalnych przez człowieka. Ilość dwutlenku węgla w atmosferze rośnie i nie ma wątpliwości, że człowiek ma w tym swój udział. Czy naruszył odwieczną równowagę? Czy tempo produkcji i dekompozycji biomasy (inaczej: tempo redukcji i utleniania związków węgla) przyroda sama utrzymywała w idealnej równowadze, którą dopiero człowiek naruszył?

Nonsens. Z bardzo wiarygodnych danych wynika, że bilans redukcji i utleniania węgla na Ziemi nigdy nie był w równowadze. W skali miliardów lat wydaje się, że średnio rzecz biorąc przeważało tempo produkcji, ale następowały znaczne wahania tego tempa. Na przykład, dwa miliardy lat temu, kiedy pojawiły się masowo fotosyntetyzujące bakterie – przewaga procesów produkcji była tak wielka, że radykalnie zmienił się skład atmosfery i musiało nastąpić masowe wymieranie beztlenowców (te miałyby zapewne swoje zdanie na temat odwiecznej równowagi w przyrodzie!); ponad trzysta milionów lat temu, w okresie karbońskim, również przeważały

procesy redukcji i wielkie ilości materii organicznej odkładały się w mokradłach ówczesnych łądów. Właśnie tym wydarzeniom zawdzięczamy ogromną ilość wolnego tlenu w atmosferze – ubocznego produktu w procesie redukcji związków węgla. Zredukowane związki zostały zaś zagrzebane w osadach Ziemi i w biomasie żywych organizmów. To z tego depozytu obecnie czerpiemy zasoby paliw kopalnych (węgla, ropy i gazu ziemnego). Rzeczywiście – w ten sposób zmieniamy bilans obiegu węgla w biosferze, może to mieć dla nas samych niekorzystne skutki – to zupełnie inna sprawa i nie ma tu miejsca na jej omawianie.

Nie było zatem trwałej równowagi – raz przeważała produkcja, raz dekompozycja. Nie znamy do końca przyczyn tych odchyłeń, pojawiały się w historii biosfery w przypadkowych momentach i powiązane były ze zmianami klimatu: kiedy jakaś nowa strategia życiowa odniosła sukces ewolucyjny, kiedy przypadkiem w Ziemię trafiła asteroida, kiedy wskutek skomplikowanego współdziałania różnych sił grawitacyjnych niewielkie odchylenia orbity Ziemi od regularnego kształtu (co cały czas się dzieje) spowodowały zmianę bilansu promieniowania słonecznego i w następstwie zmianę klimatu.

W bardzo ogólnym sensie możemy mówić o istnieniu fizycznego mechanizmu, który utrzymuje zmiany bilansu węgla w pewnych granicach, mianowicie ograniczenia wynikające z termodynamiki chemicznej. Jeżeli na powierzchni Ziemi nagromadzi się dużo związków zredukowanego węgla, a w atmosferze odpowiednio wzrośnie ciśnienie parcjale tlenu, to wzrośnie też potencjał redoks i przyspieszeniu ulegną procesy utleniania (nawet gwałtownemu, bo wzrośnie prawdopodobieństwo pożarów). Teoretycznie ten mechanizm mógłby doprowadzić do przywrócenia stanu równowagi termodynamicznej, i może kiedyś doprowadzi, ale będzie to oznaczało zanik wszelkich form życia, które czerpią energię dla siebie właśnie z potencjału redoks nie zrównoważonej termodynamicznie planety.

W tym miejscu nasuwa się dygresja. Zrównoważenie produkcji i dekompozycji (wliczając po stronie dekompozycji również naszą cywilizację) jest naszym cywilizacyjnym marzeniem. Troszcząc się o przyszłość, wielkie nadzieje pokładamy właśnie w „rozwoju zrównoważonym”. Ale to jest pojęcie nieprecyzyjne, a nawet mylące. „Rozwój zrównoważony” to oksymoron, zwrot wewnętrznie sprzeczny, tak jakbyśmy powiedzieli „rozwój stagnacyjny”. Tymczasem zasadą naszej cywilizacji jest właśnie rozwój – wszystkiego ma być coraz więcej; dobrobyt jest synonimem wzrostu (a nie stałości) wszystkich wskaźników – zatrzymanie dochodu narodowego

stałym poziomie jest odczuwane jako kryzys. Ale fizyka jest nieubлагana: każdy wzrost, to brak równowagi – bo wszystko co rośnie, pobiera więcej niż oddaje. Termin „rozwój zrównoważony” zawiera oszukańczą sugestię, że wzrost może być za darmo. Nie może! Lepszy jest odpowiednik angielski – *sustainable development*, czyli rozwój możliwy-do-podtrzymania”, inaczej rozwój, który jeszcze jakiś czas potrwa.

Druga dygresja – to problem zmieniającego się klimatu. Czy kiedykolwiek – na mitologicznie zrównoważonej Ziemi – był stały klimat? Oczywiście, że nie! Mieszkańcy Polski, której cały krajobraz ukształtowany został w epoce lodowcowej, gdyby tylko starannie się rozejrzeli, naocznie przekonaliby się, jak dramatycznie zmienił się tu klimat w ciągu zaledwie kilkunastu tysięcy lat. Ale mamy przecież dane paleoklimatologiczne, które wyraźnie świadczą o mniej głębokich, ale znacznie częstszych zmianach klimatu na Ziemi, mniej głębokich niż zlodowacenia i interglacjały, ale wystarczająco dużych, żeby wpłynąć na zmiany zasięgów gatunków, wymierania, a także zmiany warunków życia ludzi. Ale uwaga! To, że klimat Ziemi nigdy nie był utrzymywany na stałym poziomie dzięki hipotetycznej „równowadze w przyrodzie”, wcale nie znaczy, że mamy zaprzeczać, iż obecnie człowiek wpływa na kierunek i tempo zmian klimatu, oraz że może to mieć dla nas daleko idące, niekorzystne skutki. To trochę tak, jak płynąć na pontonie z prądem górskiej rzeki: od załogi też zależy, czy uniknie katastrofy - chociaż rzeka i tak płynie jak chce.

Równowaga w lokalnym ekosystemie: stały skład gatunkowy, stała biomasa?

Może niepotrzebnie sięgamy do zjawisk w wielkiej skali przestrzennej i czasowej? Może postulat „równowagi w przyrodzie” ma dotyczyć lokalnych biocenoz i ekosystemów, w skali czasowej jednego albo kilku pokoleń ludzkich – co się da ogarnąć pamięcią i wyobraźnią? Trzeba przyznać, iż hipotezę o równowagowych procesach na poziomie biocenozy i ekosystemu nie tylko poważnie rozważano, ale była to prawie że paradygmatyczna doktryna przez wiele lat rozwoju ekologii. Od co najmniej kilkudziesięciu lat wiadomo jednak, że ten pogląd jest nadmiernym uproszczeniem.

W pierwszym etapie rozwoju ekologii przez pewien czas patrzono na ekosystemy jak na superorganizmy. Proces sukcesji ekologicznej: stopniowego zasiedlania terenu, z następstwem kolejno pojawiających się gatunków, zastępowanych przez

inne, stopniowym wzrostem całkowitej biomasy, wreszcie – pozornym ustaniem zmian i ustabilizowaniem się składu gatunkowego, tempa produkcji i dekompozycji – wszystko to wydawało się analogią do wzrostu i rozwoju, a następnie okresu dojrzałości osobnika. U każdego organizmu można dostrzec i rozsądnie uzasadnić celowość w budowie i funkcji. Współdziałanie części organizmu podporządkowane jest wspólnemu celowi (przeżyć, wydać potomstwo), wynikającemu z programu, w jaki każdy organizm jest wyposażony. Dlatego każdy organizm wykazuje równowagę, a nawet homeostazę. Ale ta analogia jest fałszywa w stosunku do ekosystemu, który żadnego celu nie ma, zatem żadnych zadanych parametrów, a organizmy w jego składzie – faktycznie współdziałają, ale robią to każdy dla swojego egoistycznego celu (przeżyć, wydać potomstwo), a nie dla wspólnego dobra. Ten superorganizmalny sposób myślenia w ekologii dawno odrzucono.

Ale przecież w ekosystemach trwają procesy o mierzalnych tempach: produkcja, dekompozycja, imigracja, emigracja, rozród, śmiertelność, pojawianie się gatunków i znikanie. Tempa mogą być różne albo jednakowe – wtedy dana zmienna (np. ilość biomasy, różnorodność gatunkowa) pozostaje w równowadze. Ekolodzy od dawna wiedzą, że interakcje międzygatunkowe nie wynikają z troski o wspólne dobro ekosystemu, ale zasadne jest pytanie, czy z interakcji tych nie wynika właśnie ustalanie się równowagi tempa procesów, a może nawet regulacja.

Klasycznym modelem w ekologii jest równanie logistyczne – które przewiduje początkowo przyspieszone tempo wzrostu liczebności populacji, a następnie spowolnienie aż do ustabilizowania stałej liczebności, takiej, by populacja pozostawała w równowadze z jej zasobami (osiągała liczebność odpowiadającą „pojemności siedliska”), co w praktyce oznacza, że tempo rozrodu i śmiertelność populacji też się równoważą. Podstawowe podręczniki ekologii zawsze zamieszczają proste modele Lotki i Volterry, złożone z układów równań różniczkowych, które pokazują, w jaki sposób mogą stabilnie koegzystować dwie konkurujące populacje. Wynika z tego wniosek, potwierdzony też eksperymentalnie, że koegzystować mogą gatunki, których nisze ekologiczne się różnią, a przynajmniej nie pokrywają się za bardzo. Na tej przesłance zbudowano tzw. równowagową teorię zespołu: liczba gatunków, jakie mogą zasiedlić dany obszar, zależy od tego, ile pomieści się w danym środowisku nisz ekologicznych, czyli sposobów życia, zdobywania pokarmu, schronienia, itp., na tyle rozmaitych, żeby natężenie konkurencji między

podobnymi gatunkami było niewielkie, inaczej przetrwa tylko jeden z nich. Jeżeli wszystkie nisze zostaną zajęte – zespół osiągnie stan „nasylenia” i pozostanie w równowadze; jakieś gatunki mogą zostać zamienione przez inne, ale liczba gatunków (zajętych nisz) już się nie będzie zmieniała. Co więcej, dane siedlisko, w określonym klimacie, na określonym podłożu, skupi zespół gatunków, które będą akurat do tego środowiska przystosowane, to znaczy zarówno do warunków fizycznych, jak do konkutowania z innymi. Dlatego zespół jest powtarzalny, las mieszany w różnych miejscach w Polsce będzie miał te same mniej więcej gatunki roślin, owadów i ptaków. Dzięki tej stałości zespoły można klasyfikować i nadawać im nazwy.

Jednak postęp badań ekologicznych, coraz lepsza znajomość rzeczywistych struktur i procesów, zmusiła do rewizji tego stanowiska. Jednym z czynników, które się do tego przyczyniły, były na wielką skalę zdarzające się – za sprawą człowieka – zmiany w składzie biocenoz, na przykład spowodowane zawlekaniami gatunków z innych części świata. Okazywało się wtedy, że zespoły wcale nie były nasycone – mogły pomieścić więcej gatunków. O tym, jaki zestaw gatunków w danym miejscu tworzy zespół, w znacznie większej mierze, niż przypuszczano, decyduje to, jakie akurat gatunki zdołają dotrzeć w to miejsce, a w mniejszym – jakie interakcje z innymi gatunkami są możliwe.

Z drugiej strony, uważne śledzenie liczebności wielu populacji przez długi czas pokazało, że prawie żadna z nich nie utrzymuje stałej, ani nawet mało zmiennej liczebności. Wahania liczby osobników są głębokie i chaotyczne, w znacznej mierze spowodowane przypadkowymi czynnikami zewnętrznymi. Najbardziej różnorodne zespoły utrzymują się tam, gdzie najczęściej występują rozmaite, niewielkie zaburzenia: takie, które nie pozwalają osiągnąć żadnej populacji liczebności zbliżonej do teoretycznie maksymalnej, ale też nie powodują jej wyćpienia. Niskie zagęszczenia populacji powodują, że mniej nasilona jest konkurencja między podobnymi do siebie gatunkami, dzięki czemu koegzystować mogą nawet takie, które zgodnie z teorią i eksperymentami w sztucznych warunkach, powinny się wzajemnie wykluczać. Z drugiej strony, układ drapieżnika i ofiary okazywał się nader często niestabilny: drapieżniki zbyt intensywnie eksploatowały ofiary, trzebiąc ich populacje do tego stopnia, że same musiały wyginać.

Jednym ze spektakularnych wyników była opublikowana w 2008 roku eksperymentalna praca o zespole planktonu z Morza Bałtyckiego, którego dynamika była w stałych, sztucznych warunkach

obserwowana przez prawie 8 lat bez przerwy. Hodowanie całego ekosystemu jest trudne, ale tym razem się udało. Wynik był dość deprymujący – żadna z kilkunastu gatunkowych populacji nie utrzymywała stabilnej liczebności, wahania były bardzo duże i niemożliwe do przewidzenia. Mimo to zespół organizmów planktonowych przetrwał przez wiele sezonów. Staranne zbadanie bardzo bogatej fauny roślinożernych owadów w lesie tropikalnym przyniosło nieoczekiwane odkrycie, że większość z nich nie specjalizuje się w gatunku rośliny żywicielskiej, ich nisze pokarmowe nakładają się w wielkim stopniu, co według równowagowej teorii powinno prowadzić do wyeliminowania gatunków i zmniejszenia różnorodności.

Te obserwacje skłoniły badaczy do poszukiwań innych niż dotąd teorii, które lepiej pozwoliłyby wyjaśniać i przewidywać strukturę i dynamikę wielogatunkowych zespołów – w odróżnieniu od dotychczasowych, nazywa się je teoriami nierównowagowymi (*non-equilibrium theories*). W ich świetle przyjmuje się, że wszystkie zbiorowiska organizmów mają charakter przejściowy; pozory stałości biorą się zwykle stąd, że obserwacje trwają za krótko. Podejście nierównowagowe nie zaprzecza temu, że dany zespół gatunków, w danych warunkach siedliskowych, mógłby w końcu uzyskać stan równowagi, wynikający z sieci interakcji międzygatunkowych. Taki teoretyczny punkt równowagi pewnie istnieje, tylko że dany zespół nie zdąży go osiągnąć, bo ustawiczne przypadkowe fluktuacje warunków powodują, że zespół nie może dojść do hipotetycznej równowagi. Podejście nierównowagowe jest bardziej realistyczne; niestety również dlatego, że z góry określa swoje ograniczenia.

Wielu badaczy obecnie pilnie śledzi zmiany w rzeczywistych zespołach różnych organizmów, w różnych środowiskach i rejonach geograficznych, podczas gdy inni, pochyleni nad komputerami, starają się stworzyć jak najlepsze modele matematyczne, opisujące tę rzeczywistość. Trwają spory i debaty, nie wiadomo jeszcze, jaki ostateczny kształt przybierze teoria bioróżnorodności, ani kiedy będzie gotowa. Czekają na nią niecierpliwie specjaliści praktycy ochrony przyrody, bo skuteczność ich pracy zależy od dobrego rozumienia zasad funkcjonowania przyrody.

Ale w praktyce ochronny przyrody notorycznie przeszkadza mit o bliżej nieokreślonej, odwiecznej równowadze w przyrodzie, zaburzonej przez człowieka (ku jego zgubie). Wynika stąd inne przekonanie, że mianowicie przyroda najlepiej funkcjonuje sama, niczego nie należy zmieniać ani regulować,

bo każda ingerencja człowieka jest szkodliwa. Jeżeli znowu oddzielić od tego doktrynę aksjologiczną, przypisującą wyższą wartość przyrodzie niż człowiekowi, a skupić się na rzeczywistości przyrodniczej, to takie sformułowanie nie ma sensu: każdy gatunek wpływa na inne gatunki i na swoje środowisko, człowiek – jak każdy inny gatunek – robi to samo. Nie ma żadnego ustalonego stanu przyrody, który należałoby utrzymać dla niego samego. Ochrona przyrody i środowiska jest dla człowieka warunkiem podtrzymania przyzwoitych warunków życia dla obecnych i przyszłych pokoleń, a regulacja parametrów biosfery byłaby pożądana, bo wszelkie zmiany warunków (wszystko jedno, w jakim stopniu spowodowane przez człowieka) są dla niego niekorzystne. Patrząc trzeźwo, można mieć wątpliwości, czy to się może udać: nawet jeżeli taka regulacja parametrów leży fizycznie w zakresie możliwości naszej cywilizacji, to pozostają do rozwiązania problemy społeczne, ekonomiczne, polityczne i psychologiczne. Niczego w tym zakresie nie można osiągnąć bez poświęceń indywidualnych, w imię dobra wspólnego, a to bardzo trudno dokonać w skali osiedla, a coś dopiero w skali planety. Pozostaje otwarte pytanie, postawione na wstępie:

lepiej wiedzieć, czy wierzyć? Lepiej kierować się rozumem, czy emocjami?

Badacze są zgodni, że żadnej ogólnej „równowagi w przyrodzie” nie ma i być nie może. Wszystkie nowoczesne podręczniki ekologii są w tej mierze jednomyślne, klarowne i pełne sugestywnych ilustracji. I mimo to, mit równowagi w przyrodzie ma się doskonale, wielu ludzi woli wierzyć, że przyroda utrzymuje się samoczynnie w równowadze, która jest dla niej dobra, wszystkie organizmy działają dla dobra wspólnego, a tylko człowiek tę równowagę burzy.

Psycholodzy i socjolodzy dobrze wiedzą, że przekonania wpojone przez kulturę mogą utrudnić nauczanie i uczenie się pojęć naukowych, a „równowaga w przyrodzie” jest tego dobitnym przykładem. Dwie badaczki amerykańskie Corinne Zimmerman (psycholog) i Kim Cuddington (ekolog) zrobiły badania ankietowe wśród studentów amerykańskich; wynika z nich nie tylko to, że początkujący mają poglądy takie, jak reszta niewykształconego społeczeństwa, ale nawet po studiach przyrodniczych znaczna ich część trwa przy starych przekonaniach. Nie jest to konkluzja uspokajająca, ale zachęta do pracy.

Prof. dr hab. January Weiner, ekolog, czł. czynny PAU, czł. korespondent PAN, pracuje w Instytucie Nauk o Środowisku Uniwersytetu Jagiellońskiego. E-mail: january.weiner@uj.edu.pl

W PRZESZŁOŚCI METALE CIĘŻKIE, DZISIAJ OZON, JAKIE ZAGROŻENIA NIESIE PRZYSZŁOŚĆ?

Barbara Godzik (Kraków)

Po II wojnie światowej w krajach socjalistycznych rozwijane były przestarzałe technologie przemysłowe. Lata 70. i pierwsza połowa lat 80. to najwyższe emisje z zakładów przemysłowych i energetyki. Do najbardziej zanieczyszczonych obszarów w Polsce zaliczano wówczas obszar Górnego Śląska i region krakowski. Największe problemy dla środowiska, w związku z istnieniem dużych kombinatów metalurgicznych, stwarzało wysokie obciążenie metalami ciężkimi. Toksyczne metale akumulowane były zarówno przez rośliny uprawne, jak i dziko rosnące. W badaniach stopnia zanieczyszczenia środowiska szeroko stosowane są, obok metod technicznych, metody biologiczne. Wśród wskaźników biologicznych do najczęściej używanych należą mchy i porosty, rzadziej rośliny

wyższe. Systematyczne badania przy użyciu mchów (*Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens*) jako wskaźników poziomu metali w środowisku prowadzone od połowy lat 70. w parkach narodowych, jak i całej Polsce wykazały, że poziom metali znacznie obniżył się już w drugiej połowie lat 80. i obecnie nie jest zbyt wysoki. Nadal jednak na tle Europy, Polska i kraje sąsiadujące są bardziej zanieczyszczone niż inne regiony Europy.

Zmiany poziomu kwaśnych zanieczyszczeń środowiska (spowodowanych przez emisje np. dwutlenku siarki) doskonale rejestrują porosty. W wyniku ich obniżenia w wielu regionach Polski dotychczas znacznie obciążonych zarejestrowano powrót wrażliwych na te zanieczyszczenia gatunków porostów, jak np. w Puszczy Niepołomickiej.



W końcu lat 80. w krajach środkowej Europy poziom emisji zanieczyszczeń przemysłowych (dیتlenku siarki, pyłów zawierających znaczne stężenia metali ciężkich) znacznie obniżyły się. Jednocześnie obserwowano wzrost poziomu zanieczyszczeń, które stanowią prekursorzy (tlenki azotu, VOCs) do syntezy zanieczyszczeń należących do grupy wtórnych fotoutleniaczy (m.in. ozonu). W krajach środkowej i wschodniej Europy wzrastające emisje tlenków azotu i lotnych związków organicznych (VOCs) są związane z gwałtownie rosnącą liczbą używanych pojazdów samochodowych. Związki te, przy wysokiej insolacji słonecznej i wysokich temperaturach, powodują syntezę wtórnych zanieczyszczeń powietrza.

Systematyczne pomiary wysokości stężeń ozonu przygruntowego, ditlenku siarki i ditlenku azotu były wykonywane od 1991 roku w Puszczy Niepołomickiej, na obszarze Krakowa, potem w całym województwie krakowskim. W latach 1997-1999 prowadzono je w całym łuku Karpat, a w latach 1998-2004, ze względu na bardzo wysokie stężenia ozonu, szczególną uwagę poświęcono Tatróm. Stężenia ozonu (O_3) określane przy użyciu metod pasywnych były zróżnicowane w zależności od położenia geograficznego stacji pomiarowej, okresu pomiaru w ciągu sezonu wegetacyjnego i roku. Średniedwutygodniowe koncentracje ozonu w Tatrach wahały się od 31 do 200 $\mu g/m^3$. Średnie dla sezonu wegetacyjnego stężenia O_3 wahały się od 60 do 120 $\mu g/m^3$. Najwyższe stężenia ozonu przygruntowego były zazwyczaj notowane w stacjach położonych

po stronie słowackiej gór, na stokach o ekspozycji południowej. Według pomiarów ciągłych maksymalne 1-godzinne stężenia O_3 osiągały wartość 220 $\mu g/m^3$ (sierpień, 2001), a średnie stężenia miesięczne były bliskie 100 $\mu g/m^3$. Wartość wskaźnika AOT40 (suma stężeń ozonu przekraczających 40 ppb dla okresu kwiecień-wrzesień) w Tatrach była przekraczana zazwyczaj dwukrotnie. Te wysokie stężenia ozonu przygruntowego powodowały, że widoczne na liściach symptomy powstające w wyniku oddziaływania ozonu stwierdzono u kilkunastu gatunków drzew i roślin runa leśnego, jak np. *Sorbus aucuparia*, *Alnus incana*, *Pinus cembra*, *Sambucus racemosa*, *Vaccinium myrtillus*, *Astrantia major*, *Centaurea jacea*, *Alchemilla* sp., *Rumex obtusifolius*, *Geum rivale*, *Geranium sylvaticum*, *Angelica sylvestris* i innych.

Obecnie mniej uwagi poświęca się metalom ciężkim, których poziom znacznie obniżył się w stosunku dla lat 70. i 80. Systematyczne i rutynowo wykonywane pomiary ozonu wskazują, że poziom ozonu ustabilizował się i z najwyższymi stężeniami mamy do czynienia tylko na południu Polski. Zaczynamy więcej uwagi poświęcać obecnym w środowisku w niewielkich stężeniach pierwiastkom i związkom. Do nich należy np. platyna (jako efekt stosowania katalizatorów w pojazdach samochodowych), czy hormony, które dostając się do zbiorników wodnych zmieniają cykle rozrodcze organizmów wodnych.

Prof. dr hab. Barbara Godzik pracuje w Instytucie Botaniki im. W. Szafera Polskiej Akademii Nauk w Krakowie



KONCEPCJA METAPOPULACJI I JEJ ZNACZENIE W OCHRONIE RÓŻNORODNOŚCI GATUNKOWEJ

Michał Kozakiewicz (Warszawa, Białowieża)

Wprowadzenie

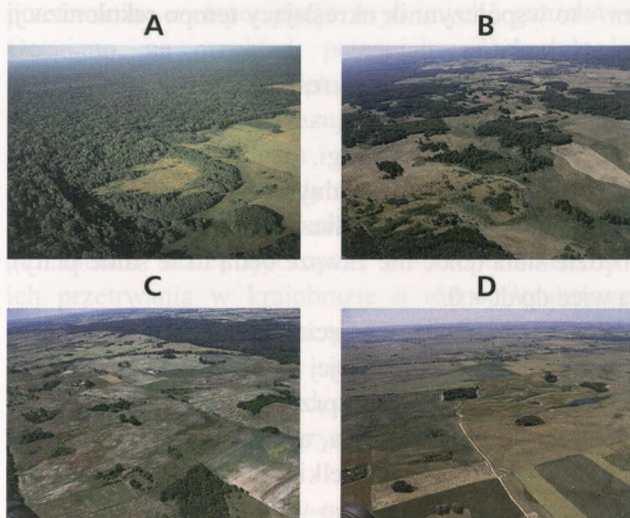
„Któż zbadał puszcze litewskich przepastne krainy,
Aż do samego środka, do jądra gęstwiny?”¹

Od tych słów zaczyna Adam Mickiewicz w poemacie „Pan Tadeusz” opis „...wielkiej puszczy, która jako oko sięga czernila się na całym brzegu widnokreśła.”² Dziś, podróżując po Europie i podziwiając mijałe krajobrazy, nie oglądamy już wielkich, rozległych obszarów leśnych, lecz zazwyczaj bardziej lub mniej

urozmaiconą mozaikę różnych środowisk, w większości pochodzenia antropogenicznego. Są więc, oczywiście, większe i mniejsze płaty leśne i zadrzewienia, na ogół dominują jednak pola uprawne, łąki, sady i zabudowania gospodarcze, krajobraz poprzecinany jest gęstą siecią dróg i szlaków kolejowych. Pierwotne dla przeważającej części obszaru Niżu Europejskiego lasy, pokrywające niegdyś niemal całą powierzchnię naszego kraju, zostały w ostatnich kilku stuleciach w wyniku działalności człowieka w znacznym stopniu przetrzebione (ryc. 1).

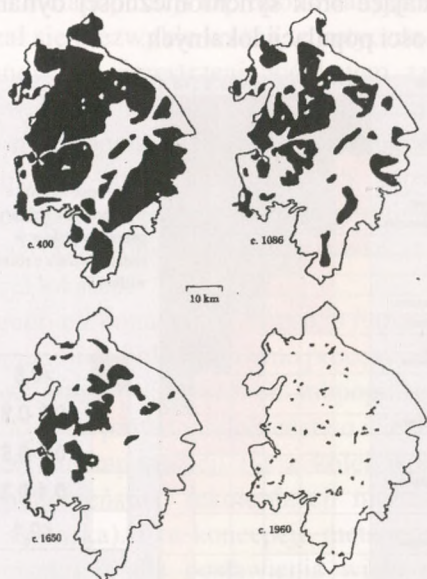
¹ A. Mickiewicz, Pan Tadeusz, Księga IV: Dyplomatyka i Łowy.

² ibid.



Ryc. 1. Rozległe tereny leśne należą już na obszarze Polski do rzadkości (A), częściej widuje się mozaikę zadrzewień i lasów o różnej wielkości (B, C) lub duże, niemal całkiem odlesnione obszary z dominującymi środowiskami pochodzenia antropogenicznego (D). Fot. Marek Ostrowski

Podobne procesy polegające na przekształcaniu na potrzeby człowieka pierwotnie rozległych obszarów naturalnych środowisk i rozbijaniu ich na coraz mniejsze fragmenty powstającej mozaiki środowiskowej miały i nadal mają miejsce w różnych rejonach świata (ryc. 2). Obecnie najintensywniej proces ten zachodzi na obszarze lasów strefy tropikalnej. Fragmentacja siedlisk (ang. *habitat fragmentation*) – bo takim terminem określa się w te przemiany – to w rzeczywistości dwa równoległe odbywające się procesy. Pierwszym z nich jest zmniejszanie ogólnej powierzchni naturalnych



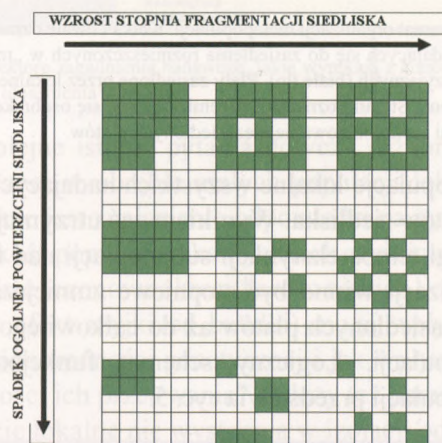
Ryc. 2. Proces kurczenia się obszarów leśnych (czarne płyty) na terenie hrabstwa Warwickshire (Anglia) począwszy od wczesnego średniowiecza (ok. roku 400) do czasów współczesnych (rok 1960).

siedlisk, drugi – to ich rozdrabnianie, dzielenie na niewielkie izolowane względem siebie płyty (ryc. 3). Stwarza to realne zagrożenie dla wielu gatunków roślin

i zwierząt, których pierwotnie duże populacje zostają rozbite na szereg małych izolowanych względem siebie populacji lokalnych. Łatwo przewidzieć, że w skrajnych przypadkach, jeśli płyty siedlisk nadających się do zasiedlenia okażą się zbyt małe, populacje niektórych gatunków nie będą w stanie przetrwać, gdyż wzrośnie prawdopodobieństwo ich zaniku na skutek lokalnych klęsk czy chorób. Nasuwa się więc niezwykle ważne pytanie:

JAK OKREŚLIĆ PROGOWE WARUNKI PRZETRWAŃIA POPULACJI O ROZBITEJ CIĄGŁOŚCI ZASIEDLENIA?

Znalezienie na nie odpowiedzi dałoby naukowe podstawy dla prawidłowego planowania przestrzeni, która winna być zorganizowana tak, by stwarzała szansę przetrwania jak największej liczbie gatunków.

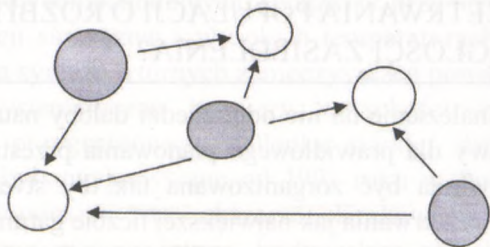


Ryc. 3. Schemat fragmentacji siedlisk. Na zielono zaznaczone siedliska naturalne podlegające stopniowemu rozdrobnieniu i zmniejszaniu ogólnej powierzchni.

Metapopulacja – definicja, model funkcjonowania

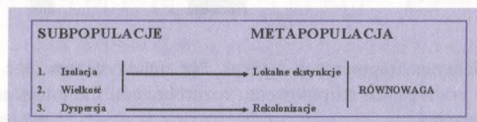
Wydaje się, że odpowiedź na postawione powyżej pytanie przyniosła koncepcja metapopulacji zaproponowana przez Levinsa. Autor ten wprowadza pojęcie nowej jednostki demograficznej – metapopulacji, zdefiniowanej jako: „populacja populacji, które lokalnie zanikają i są odbudowywane w drodze rekolonizacji”. Metapopulacja, zdaniem Levinsa, byłaby więc grupą niewielkich, rozdzielonych względem siebie w przestrzeni populacji składowych (subpopulacji), z których żadna nie byłaby stabilna ze względu na swoją niedużą wielkość, lecz pomiędzy którymi możliwa byłaby ograniczona wymiana osobników. Funkcjonowanie metapopulacji jako stabilnej, niezagrażonej ekstynkcją jednostki demograficznej, opierałoby się więc na równowadze dwóch procesów: losowego wymierania jej składowych subpopulacji

w lokalnych płatach siedlisk oraz ich rekolonizacji poprzez migrację osobników pochodzących z innych subpopulacji i zdolnych pokonać dzielące je bariery środowiskowe. Zgodnie z tą koncepcją metapopulacja mogłaby trwać dopóty, dopóki tempo wymierania lokalnych subpopulacji byłoby równoważone tempem rekolonizacji nadających się do zasiedlenia płatów siedlisk (ryc. 4). Przewaga tempa rekolonizacji nad tempem wymierania subpopulacji prowadzić zatem powinna do „wysycenia” polegającego na zasiedleniu



Ryc. 4. Schemat organizacji metapopulacji. Kółka i owale oznaczają płaty siedlisk nadających się do zasiedlenia rozmieszczonych w „morzu” siedlisk nieprzyjaznych (białe tło). Płaty zasiedlone przez lokalne populacje są zacienione. Strzałki oznaczają przemieszczanie się osobników pomiędzy płatami i rekolonizowanie niezasiedlonych płatów.

przez populacje lokalne wszystkich nadających się do tego płatów siedliska. Wynikiem zaś utrzymującej się przewagi tempa ekstynkcji subpopulacji nad tempem rekolonizacji winno być stopniowe zmniejszanie się liczby zasiedlonych płatów aż do całkowitego zaniku metapopulacji. Logiczny schemat funkcjonowania metapopulacji przedstawia ryc. 5.



Ryc. 5. Logiczny schemat funkcjonowania metapopulacji.

Levins nie ograniczył się tylko do opisu metapopulacji i podania jej definicji. Zaproponował także prosty matematyczny model jej funkcjonowania oparty na najprostszymi możliwych założeniach. Przyjmuje więc, że wszystkie subpopulacje wchodzące w skład metapopulacji charakteryzują się jednakowym prawdopodobieństwem ekstynkcji, oraz że wszystkie płaty siedliska nadające się do zasiedlenia mogą być rekolonizowane z jednakowym prawdopodobieństwem. Wówczas funkcjonowanie metapopulacji opisane będzie prostym równaniem różniczkowym:

$$\frac{dp}{dt} = mp(1-p) - ep$$

gdzie $p = N/T$; oraz:

N – to liczba płatów zasiedlonych;

T – to liczba płatów nadających się do zasiedlenia;

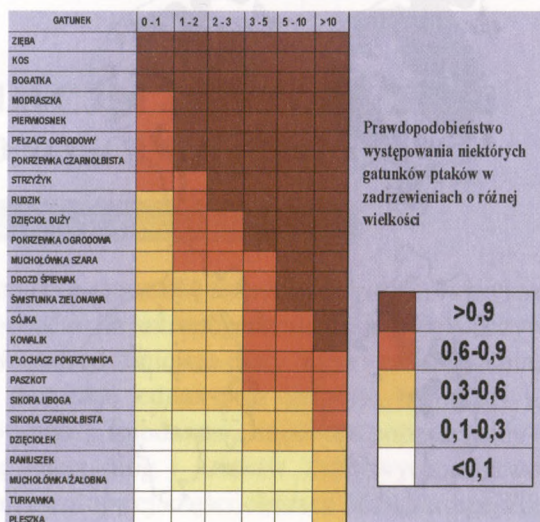
m – to współczynnik określający tempo rekolonizacji pustych płatów;

e – to współczynnik określający tempo ekstynkcji populacji lokalnych.

W stanie równowagi, czyli wtedy, gdy tempo ekstynkcji populacji lokalnych będzie równoważone tempem rekolonizacji, liczba zasiedlonych płatów będzie stała (choć nie zawsze będą to te same płaty), a więc $dp/dt = 0$.

Wprowadzając pojęcie metapopulacji i proponując ogólny model jej funkcjonowania Levins wskazał ogólne warunki przetrwania populacji o rozbitej ciągłości zasiedlenia, a jego koncepcja stała się punktem wyjścia dla wielkiej liczby badań nad tym zagadnieniem. Próbowano więc komplikować model funkcjonowania metapopulacji poprzez wprowadzanie bardziej realistycznych założeń, zbliżających warunki modelu do uwarunkowań naturalnych. Między innymi tworzone były modele:

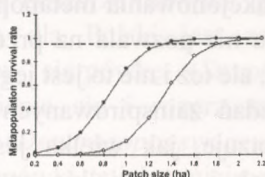
- uwzględniające wpływ oddziaływań międzygatunkowych (konkurencja, drapieżnictwo) na tempo wymierania populacji lokalnych i tempo ich rekolonizacji;
- wprowadzające zróżnicowanie prawdopodobieństwa rekolonizacji poszczególnych płatów środowiska przez zróżnicowanie stopnia ich izolacji;
- wprowadzające zróżnicowanie prawdopodobieństwa wymierania populacji lokalnych poprzez zróżnicowanie ich wielkości oraz jakości zajmowanych płatów siedliska;
- zakładające brak synchroniczności dynamiki liczebności populacji lokalnych.



Ryc. 6. Potencjalne bogactwo gatunkowe ptaków w zadrzewieniach o różnej wielkości. Przedziały wielkości zadrzewień (0-1, 1-2 itd.) podane w hektarach.

Na podstawie wyników badań terenowych próbowano także określać progowe warunki zapewniające odpowiednio wysokie prawdopodobieństwo

przetrwania metapopulacji wybranych gatunków. Oceniano, na przykład, potencjalną różnorodność gatunkową zgrupowań ptaków w zadrzewieniach o różnej wielkości, wskazując na jej istotny wzrost wraz z powiększaniem powierzchni zadrzewień (ryc. 6). Badano także dynamikę liczebności metapopulacji wybranych gatunków oceniając, przy użyciu modeli matematycznych, prawdopodobieństwo ich przetrwania w krajobrazie o różnej strukturze przestrzennej (rozmszczeniu i wielkości nadających się do zasiedlenia płatów siedlisk). Model taki opracowany został, na przykład, dla nornicy rudej (*Myodes glareolus*) – pospolitego gryzonia leśnego (ryc. 7).



Ryc. 7. Wynik modelowania metapopulacji nornicy rudej określający warunki, w jakich może ona przetrwać 100 lat z prawdopodobieństwem 95% w mozaice zadrzewień śródpolnych o różnej wielkości i stopniu izolacji. Oś x – średnia wielkość płata lasu nadającego się do zasiedlenia, oś y – prawdopodobieństwo przetrwania metapopulacji; linia przerywana wyznacza poziom prawdopodobieństwa 95%. Linia oznaczona białymi kółkami – wariant dla średniej odległości między płatami lasu wynoszącej 1000 m, linia oznaczona kółkami czarnymi – 100 m.

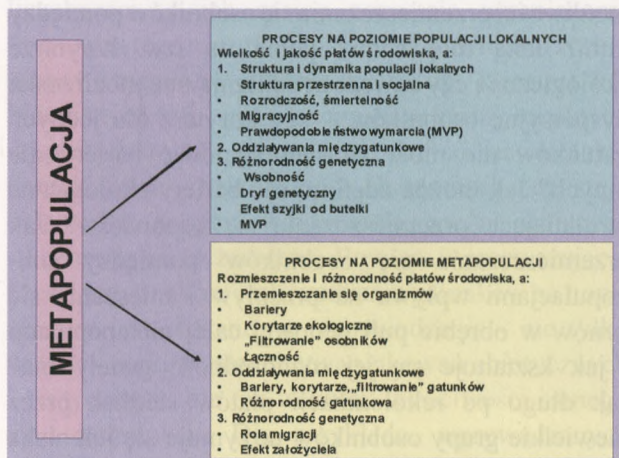
Koncepcja metapopulacji – inspiracja do dalszych badań

Bardzo prosty, w gruncie rzeczy, model funkcjonowania metapopulacji zaproponowany przez Levinsa okazał się niezwykle ważną teoretyczną podstawą dla planowania przestrzeni pod kątem zachowania jak największej różnorodności biologicznej. Koncepcja metapopulacji dała też ekologom impuls do głębszego zbadania wszystkich konsekwencji, jakie pociąga za sobą rozbięcie ciągłości zasiedlenia populacji oraz konsekwencji jej podziału na małe populacje lokalne.

Zgodnie z koncepcją Levinsa, o funkcjonowaniu metapopulacji decydują zarówno procesy odbywające się na poziomie pojedynczych subpopulacji (to one mają wpływ na prawdopodobieństwo ich ekstynkcji), jak i całej metapopulacji (te z kolei wpływają na prawdopodobieństwo rekolonizacji niezasiedlonych płatów siedliska). I tu koncepcja metapopulacji stała się inspiracją dla postawienia wielu niezwykle istotnych pytań (ryc. 8).

Rozważając funkcjonowanie populacji lokalnych należałoby przecież wiedzieć, jak ich liczebność zależy od wielkości i jakości zasiedlanych przez nie płatów siedliska? Należałoby także odpowiedzieć na pytanie, na ile specyficzna może być struktura (np.

płci, wieku osobników, struktura socjalna itp.) małych populacji i jaki to może mieć wpływ na szansę ich przetrwania? Czy w subpopulacjach emigracja jest równoważona przez imigrację i od czego zależą oba te procesy oraz jaki mają wpływ na przebieg dynamiki liczebności?



Ryc. 8. Niektóre zagadnienia badawcze, jakie wynikają z koncepcji metapopulacji (objaśnienia w tekście).

Kolejne istotne pytania dotyczą różnorodności genetycznej w obrębie małych populacji lokalnych. Konieczne jest znalezienie odpowiedzi na pytanie na ile wielkość populacji lokalnych i ich częściowa izolacja, a także sezonowe okresy bardzo niskich liczebności (tzw. efekt szyjki od butelki) mogą wpływać na utratę różnorodności genetycznej i jak wpływa to na możliwości ich przetrwania? Należy też pamiętać, że populacje lokalne nie występują w izolacji od innych gatunków. Nasuwa się więc pytanie o oddziaływania międzygatunkowe w lokalnych płatach siedlisk. Jak w takich warunkach kształtują się relacje drapieżnik-ofiara, jak wyglądają oddziaływania konkurencyjne między gatunkami, jak szybko rozprzestrzeniają się inwazje pasożytnicze oraz jak te procesy wpływają na liczebność populacji lokalnych i szanse ich przetrwania? Dopiero znalezienie odpowiedzi na wszystkie te pytania, a także na wiele innych, o których tu nie wspominałem, pozwoli na pełne zrozumienie funkcjonowania populacji lokalnych i wszystkich uwarunkowań kształtujących ich dynamikę liczebności, więc także mających wpływ na prawdopodobieństwo ich ekstynkcji.

Wiedza na temat poszczególnych subpopulacji nie wystarczy jednak do poznania funkcjonowania całych metapopulacji. Do tego niezbędne jest także poznanie wszystkich uwarunkowań mogących mieć wpływ na przebieg rekolonizacji tych płatów siedlisk, w których nastąpiły lokalne ekstynkcje, a także na wymianę osobników pomiędzy subpopulacjami. Pierwsze nasuwające się tu pytania dotyczą środowisk

nienadających się do zasiedlenia i rozdzielających subpopulacje. Do jakiego stopnia są one nieprzyjazne? Jakie trudności napotykają osobniki przemieszczające się? Jak wzajemne usytuowanie w przestrzeni „wysp” siedlisk nadających się do zasiedlenia w „morzu” nieprzyjaznych środowisk otaczających wpływa na możliwości przemieszczania się osobników pomiędzy nimi? Jaką rolę winny pełnić tu tzw. korytarze ekologiczne i czy zawsze zwiększają one możliwości dyspersyjne osobników – czy korytarz dla jednych gatunków nie może czasem stanowić bariery dla innych? Jak można zdefiniować bariery ekologiczne utrudniające przemieszczanie się osobników? Jak przemieszczanie się osobników pomiędzy subpopulacjami wpływa na przepływ i mieszanie się genów w obrębie puli genowej całej metapopulacji i jak kształtuje się jej różnorodność genetyczna? Jak długo po rekolonizacji płatów siedlisk przez niewielkie grupy osobników utrzymuje się ich niska różnorodność genetyczna – tzw. efekt założyciela? Wreszcie, czy wszystkie osobniki posiadają jednakowe zdolności dyspersyjne, czy też może różne ich grupy (np. płci, wieku, itp.) różnie radzą sobie z pokonywaniem barier środowiskowych. Jeśli tak jest, mielibyśmy do czynienia z procesem „filtrowania” pod względem określonych cech osobników zdolnych lepiej niż inne rekolonizować niezasiedlone płaty. Podobne pytania dotyczyć także mogą różnic w zdolnościach kolonizacyjnych między gatunkami.

Prof. dr hab. Michał Kozakiewicz kieruje Zakładem Ekologii na Wydziale Biologii Uniwersytetu Warszawskiego, jest także profesorem w Zakładzie Badania Ssaków PAN.

Czy w warunkach rozbicia ciągłości zasiedlenia zawsze gatunki o większych możliwościach dyspersji będą dominowały nad gatunkami mniej mobilnymi? Jak w takim razie przestrzenny układ poszczególnych elementów mozaiki siedlisk wpływa na bogactwo gatunkowe obszaru?

Odpowiedzi na wiele z powyższych pytań są już znane ekologom. Ogromna lawina badań zainspirowanych koncepcją metapopulacji, prowadzonych na przestrzeni ostatnich dwóch-trzech dekad, zaowocowała setkami publikacji przynoszących częściowe odpowiedzi tworzące coraz to pełniejszy obraz pozwalający zrozumieć i wyjaśnić wszystkie uwarunkowania funkcjonowania metapopulacji. Objętość tego artykułu nie pozwala na przedstawienie nawet części z nich, ale też i nie to jest jego głównym celem. Historia badań zainspirowanych koncepcją metapopulacji pokazuje, jak wielka jest potrzeba badań ekologicznych i jak wielkie znaczenie dla praktyki kształtowania środowiska może mieć wiedza ekologiczna. Poznanie zasad funkcjonowania metapopulacji stworzyło znakomite naukowe podstawy do mądrego, opartego na rzetelnej wiedzy planowania przestrzeni – lokalizacji inwestycji przemysłowych i komunikacyjnych, planowania infrastruktury w otoczeniu obszarów chronionych itp. Zupełnie innym zagadnieniem jest ocena, czy wiedza ta jest w praktyce należycie wykorzystywana.



INWAZJE BIOLOGICZNE – NIEDOCENIANY PROBLEM W OCHRONIE PRZYRODY

Henryk Okarma, Wojciech Solarz (Kraków)

Konwencja o Różnorodności Biologicznej podpisana na tzw. Szczycie Ziemi (Rio de Janeiro 1992 r.) szerzej wprowadziła do świadomości społecznej problematykę gatunków obcych oraz zagrożeń, które te gatunki powodują dla rodzimych ekosystemów, siedlisk i gatunków („Zasady generalne dotyczące zapobiegania, wprowadzania i łagodzenia oddziaływań gatunków obcych zagrażających ekosystemom, siedliskom lub gatunkom – aneks do Decyzji VI/23”). W dokumencie tym określono również podstawowe pojęcia dotyczące inwazji biologicznych. I tak, **obcy gatunek** to gatunek, podgatunek lub niższa jednostka systematyczna, wprowadzony poza obszar swojego naturalnego występowania (przeszłego lub obecnego);

włączając w to jakąkolwiek część, gamety, nasiona, jaja lub inne formy rozmnażania takich gatunków, które mogą przetrwać a następnie rozmnożyć się. Zaś **inwazyjny gatunek obcy** to gatunek obcy, którego wprowadzenie lub/i rozprzestrzenienie się zagraża różnorodności biologicznej. Ważny jest jeszcze termin **introdukcja**, czyli przeniesienie bezpośrednio lub pośrednio na skutek działania człowieka obcego gatunku poza jego naturalny zasięg (w przeszłości lub obecnie). Przeniesienie może nastąpić albo w obrębie kraju, albo między krajami, lub obszarami poza krajową jurysdykcją.

Bezpośrednie i zamierzone działanie człowieka przy introdukcjach gatunków to np. celowy transport

gatunku w „nowe miejsce” i jego uwolnienie (zwykle przez myśliwych lub wędkarzy, ale nie tylko...). Bezpośredni lecz niezamierzony udział człowieka to np. przypadkowy transport i uwolnienie (wody balastowe statków), czy ucieczki zwierząt futerkowych z hodowli. Pośredni udział człowieka polega na ułatwieniu ekspansji gatunku na nowe tereny poprzez likwidację naturalnych barier, np. wybudowanie kanału między izolowanymi od siebie dorzeciami lub morzami.

Ten udział człowieka jest ważny, gdyż często dyskutuje się nad definicją gatunku obcego przytaczając fakty spontanicznego pojawiania się na określonym obszarze nowych gatunków. Dobrym przykładem dla Polski jest zasiedlenie naszego kraju przez sierpówkę (*Streptopelia decaocto*), czy pojawienie się i rozprzestrzenienie dzięcioła syryjskiego (*Dendrocopos syriacus*). Pierwsze stwierdzenie sierpówki miało miejsce w 1940 r. koło Oleśnicy, a 3 lata później stwierdzono pierwsze lęgi w Tarnowie i Lublinie. W ciągu kolejnych 3 dekad sierpówka skolonizowała niemal całą Polskę. Równie szybka jest ekspansja dzięcioła białoszyjnego, którego pierwszy raz obserwowano w okolicach Rzeszowa w 1978 r., a 2 lata później w Przemyślu stwierdzono pierwszy lęg. Od tego czasu gatunek ten skolonizował całą południowo-wschodnią część Polski, a pojedyncze stanowiska lęgowe spotyka się również poza obszarem zwartego zasięgu na terenie całego kraju. Wysuwa się różne hipotezy o możliwych przyczynach takiego zjawiska, np. ocieplenie klimatu, zmiana struktury użytkowania przestrzeni. Jednak bezpośredni udział człowieka w tego typu ekspansjach jest dyskusyjny. Dlatego też mówiąc o problemie gatunków obcych i inwazji biologicznych, z punktu widzenia jednoznaczności stosowanej terminologii, „bezpieczniej” jest koncentrować się na inwazyjnych gatunkach obcych, których obecność na danym obszarze jest bezdyskusyjnym rezultatem wpływu „czynnika ludzkiego”.

Introdukcje gatunków rozpoczęły się już w czasach prehistorycznych. Kolonizując nowe obszary, człowiek zabierał ze sobą rośliny uprawne i zwierzęta hodowlane, które były warunkiem udanego osiedlenia się; ale w podróż z nim wybierali się też niechciani „towarzysze podróży”, jak myszy, szczury, wszy czy pchły. Zapoczątkowana przed tysiącami lat gospodarka rolna w dalszym ciągu opiera się w skali światowej na kilku gatunkach roślin i zwierząt uprawianych i hodowanych poza obszarem swojego naturalnego występowania. Obcymi gatunkami w Polsce są na przykład ziemniaki, kukurydza czy pomidory.

Jeszcze liczniejsze niż przykłady takiej pozytywnej roli obcych gatunków są przykłady, w których pozostają one obojętne zarówno dla lokalnej przyrody jak i gospodarki. Dzieje się tak z wielu powodów, na przykład dlatego, że w nowych miejscach gatunki obce nie są w stanie osiągnąć wysokiej liczebności, a ich zasięg pozostaje ograniczony. Przyczyną tego może być między innymi niekorzystny wpływ czynników abiotycznych (np. klimatu) lub biotycznych (np. zbyt silna presja ze strony lokalnych drapieżników czy pasożytów). Jednak nawet takie gatunki obce, które na nowych terenach egzystują balansując na granicy wymarcia, można uznać za swego rodzaju szczęściarzy. Bowiem w przeważającej części przypadków wprowadzanie gatunków na nowe obszary jest skazane na niepowodzenie - nie tylko wskutek niekorzystnych uwarunkowań abiotycznych i biotycznych, ale też wskutek właściwości samego aktu introdukcji. Dla przykładu, wprowadzanych osobników może być po prostu zbyt mało, aby były one w stanie utworzyć stabilną populację, niezależnie od lokalnie panujących warunków.



Ryc. 1. Pomidory.

Zgodnie z tzw. „regułą dziesiątek”, niepowodzenia dotyczą aż 90% wszystkich przypadków introdukcji, tak więc jedynie 10% kończy się utworzeniem rozradzających się populacji. Ta sama reguła mówi, że wspomniane wyżej „bezbolesne” wbudowywanie się obcych gatunków w lokalne ekosystemy dotyczy aż 90% z tych 10% gatunków, którym w ogóle udaje się przetrwać. Co zatem dzieje się z pozostałymi 10% gatunków z tej puli? Otóż te zaledwie 10% gatunków tworzących stabilne populacje (czyli zaledwie 1% wszystkich gatunków introdukowanych na dany obszar) to właśnie inwazyjne gatunki obce. Mimo że wyniki badań nad inwazjami biologicznymi w różnych rejonach świata najczęściej odbiegają od dziesięcioprocentowych udziałów, to jednak generalnie potwierdzają one „regułę dziesiątek”: udane introdukcje stanowią mniejszość wszystkich introdukcji, a inwazyjne

gatunki obce stanowią mniejszość wszystkich gatunków obcych.



Ryc. 2. Koleczurka klapowana (*Echinocystis lobata*) oplatająca drzewa, ul. Tyniecka, Kraków. Fot. H. Okarma

Choć frakcja gatunków inwazyjnych może się wydawać niewielka, to ich obecność jest współcześnie uznawana za drugi pod względem ważności (po bezpośrednim niszczeniu siedlisk) czynnik utraty różnorodności biologicznej w skali globu, utraty ocenianej jako zagrożenie i ginięcie gatunków rodzimych. W 1994 r. Światowa Unia Ochrony Przyrody (IUCN) powołała nawet specjalną grupę roboczą - *Invasive Species Specialist Group*, której zadaniem jest monitorowanie problemu obcych gatunków inwazyjnych i wypracowywanie rozwiązań służących jego łagodzeniu. Grupa ta opracowała w 2000 r. raport, w którym wymieniła i sklasyfikowała pod względem ważności 100 obcych gatunków inwazyjnych, których wpływ na rodzimą różnorodność biologiczną i gospodarkę na świecie jest obecnie największy (<http://www.issg.org/publications.htm#worst100>). Gatunkiem o największym destrukcyjnym znaczeniu jest dzik (także wszelkie jego krzyżówki ze świnią domową oraz wolno żyjące świny). Dla nas w Polsce wydawać się to może wątpliwe, ale dowody z całego świata są jednoznaczne, gdyż to wszystkożerne zwierzę wyniszcza lokalne populacje zagrożonych gatunków ptaków, gadów i płazów. Wysoko na liście najbardziej inwazyjnych obcych gatunków plasują się także takie gatunki jak kot (*Felis catus*) i mysz (*Mus musculus*).

Badając inwazje biologiczne próbuje się m.in. odpowiedzieć na pytanie, co się stanie (już lub się dzieje), kiedy gatunek jest wprowadzony do ekosystemu, w którym on naturalnie nie występował? Szczególnie interesujące jest, czy ekosystemy są na tyle plastyczne, aby uporać się z taką zmianą, lub czy obecność nowego przybysza będzie miała dalekosiężne reperkusje i spowoduje nieodwracalne straty? W podtekście jest obawa, iż niektóre rodzime gatunki, zwłaszcza te dla nas najcenniejsze – ginące

lub narażone na wyginiecie, mogą zostać na zawsze utracone w rezultacie inwazji.

Pojawienie się obcego gatunku inwazyjnego na danym obszarze, a zwłaszcza późniejsza jego ekspansja (nieraz w formie spektakularnych inwazji), jest powodem wielorakich problemów, tak gospodarczych jak i przyrodniczych. Obce gatunki inwazyjne:

- powodują straty ekonomiczne;
- są źródłem „kosztów ekologicznych”;
- wymagają nakładów finansowych w celu kontroli ich liczebności.

Bezpośrednie straty ekonomiczne, które stonkowo łatwo można wykazać na przykładzie wielu gatunków inwazyjnych, stanowią bardzo często najważniejszy motyw zajmowania się gatunkami obcymi. Gatunki te powodują straty w wielu dziedzinach gospodarki, wystarczy wymienić tylko te najważniejsze, jak:

- rolnictwo – stonka ziemniaczana (*Leptinotarsa decemlineata*), zachodnia kukurydziana stonka korzeniowa (*Diabrotica virgifera*),
- leśnictwo - dąb czerwony (*Quercus rubra*) i czeremcha amerykańska (*Prunus serotina*),
- gospodarka rybacka i akwakultury - piżmak (*Ondatra zibethicus*) i rak przegowany (*Orconectes limosus*),
- gospodarka wodna - racicznica zmienna (*Dreissena polymorpha*) i rdestowce (gatunki z rodzaju *Falloppia*).

Straty gospodarcze ponoszone przez światową gospodarkę są ogromne, rocznie wynoszą około 1,4 biliona USD, czyli mniej więcej 5-10% produktu globalnego brutto. Na kwotę tę składa się m. in. 137 mld USD rocznych strat w gospodarce USA, prawie 8 mld USD w gospodarce Australii i co najmniej 18 mld USD w gospodarce Unii Europejskiej (dla porównania deficyt budżetowy Polski na 2010 r. wynosi ok. 19,5 mld USD). Trzeba także zwrócić uwagę, że niektóre obce gatunki inwazyjne mogą być niebezpieczne dla zdrowia człowieka. Przykładem jest alergogenne działanie ambrozji bylicolistnej (*Ambrosia artemisiifolia*), czy możliwość dotkliwego poparzenia przez barszcz Sosnowskiego (*Hieracium sosnowskyi*). Skutkuje to, oczywiście, także wymiernymi kosztami leczenia i opieki nad poszkodowanymi.

„Koszty ekologiczne”, których konsekwencją jest konieczność ochrony i opieki nad zagrożonymi rodzimymi gatunkami, zespołami i ekosystemami są trudne lub wręcz niemożliwe do oszacowania. Wiadomo, iż obce gatunki inwazyjne mogą wpływać

negatywnie na rodzimą różnorodność biologiczną m. in. poprzez:

- zmianę lokalnej sieci zależności troficznych; np. babka bycza *Neogobius melanostomus* w Zatoce Puckiej odżywia się racicznicą zmienną, sama z kolei stając się głównym źródłem pokarmu dla lokalnej populacji kormorana (jedną z konsekwencji jest ponowne wprowadzenie do obiegu pierwiastków metali ciężkich zakumulowanych w ciałach racicznic);
- zaburzanie różnych aspektów ekologicznych zbiorowisk, np. gęstości warstwy koron drzew (czeremcha amerykańska, rdestowiec japoński), procesów zapylania rodzimych gatunków (niecierpek gruczołowaty *Impatiens glandulifera*, nawłóć kanadyjska *Solidago canadensis*);
- bezpośrednią konkurencję z innymi organizmami (np. ta sama babka bycza skutecznie konkuruje z rodzimymi gatunkami ryb o pokarm i miejsce składania ikry);
- toksyczność (śmiertelnie trująca ropucha aga *Bufo marinus* wprowadzona do Australii);
- bycie rezerwuarami pasożytów lub/i przenosicielami patogenów (np. rak pręgowany przyniósł do Europy epidemię dżumy raczej, która wyniszczyła nasze raki; jelen sika *Cervus nippon* jest nosicielem krwiopełnego nicienia *Ashworthius sidemi*, który stanowi poważne niebezpieczeństwo dla naszych kopytnych, a zwłaszcza żubra);
- krzyżowanie się z pokrewnymi gatunkami lub odmianami (np. jelen sika krzyżuje się z jeleniem szlachetnym tak skutecznie, że w Anglii nie ma już praktycznie czystej krwi jelenia szlachetnego);
- powodowanie ginięcia gatunków rodzimych (np. introdukcja pstrąga źródlanego *Salvelinus fontinalis* do jezior tatrzańskich była najprawdopodobniej bezpośrednią przyczyną niemal całkowitego wyginięcia polskiej populacji reliktoowego liścionoga skrzepłopyłki bagiennej *Branchinecta paludosa*).

Wyniki badań tłumaczących podatność różnych ekosystemów na wpływ gatunków obcych wskazują, że najbardziej wrażliwymi na inwazje są wyspy. Ewolowały one w izolacji i zwykle posiadają stosunkowo uproszczone łańcuchy troficzne. Gatunki obce na nowych terenach „uwalniają się” od swoich wrogów, np. drapieżników lub śmiertelnych chorób, które skutecznie regulują ich liczebność w obrębie naturalnego zasięgu. Niektóre obce gatunki ponadto cechują się wysokim wskaźnikiem reprodukcji. Brak wrogów i duże możliwości reprodukcyjne

sprawiają, że ich populacje na nowych obszarach nie są ograniczane liczebnie na drodze naturalnej i mogą się gwałtownie namnażać, jeżeli tylko istnieją sprzyjające warunki. Klasycznym tego przykładem jest historia wprowadzenia królików czy dzikich świń do Australii, które to gatunki są obecnie jednym z największych problemów na tym kontynencie.



Ryc. 3. Szop prac (*Procyon lotor*). Fot. M. Lamentowicz

Koszty kontroli liczebności obcych gatunków inwazyjnych. Nie zawsze da się je wyodrębnić z całkowitych kosztów obecności obcych gatunków. Do kategorii tej zalicza się także koszty zapobiegania rozprzestrzenianiu się tych gatunków. Przykładowo, koszt wyłapania niecierpka gruczołowatego w Anglii i Walii ocenia się na 210-240 mln €, roczny koszt kontroli piżmaka w Niemczech – na 3 mln €, a czeremchy amerykańskiej w Holandii – na 2 mln €.

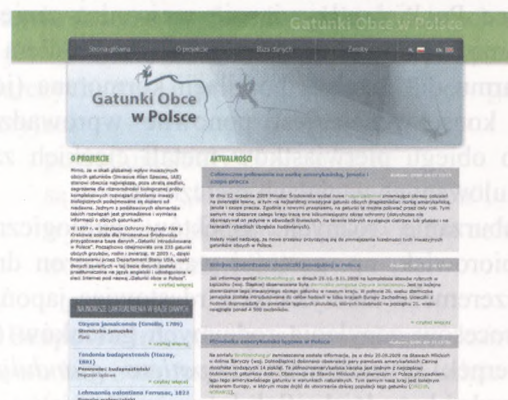
W Polsce skala problemu inwazji nie była do niedawna w pełni poznana. Jedną z pierwszych prób usystematyzowania wiedzy na ten temat było utworzenie w 1999 r. w Instytucie Ochrony Przyrody PAN w Krakowie internetowej bazy danych „Gatunki obce w Polsce” (www.iop.krakow.pl/ias). Do chwili obecnej do bazy zostało wprowadzone ponad 1000 gatunków obcych grzybów, roślin i zwierząt. Dla części z nich zebrano informacje m.in. o biologii, przyczynie, miejscu i czasie introdukcji na teren Polski, obecnym rozmieszczeniu i trendach populacyjnych w naszym kraju, a także o wpływie na rodzime gatunki, siedliska i ekosystemy. Określono również czy istnieje konieczność zwalczania gatunków i zasugerowano sposoby kontroli ich liczebności. Kolejnym źródłem informacji o inwazjach biologicznych w skali całej Polski jest portal „Księga gatunków obcych inwazyjnych w faunie Polski” (www.iop.krakow.pl/gatunkiobce) otwarty w 2008 r. na stronach Instytutu Ochrony Przyrody PAN. Znalazły się na nim m.in. mini monografie ok. 120 gatunków obcych zwierząt. Choć dane te z pewnością nie są jeszcze kompletne, można w oparciu o nie dokonać próby analizy skali problemu inwazji biologicznych w naszym kraju.

Odnosząc liczbę obcych zwierząt do całości krajowej fauny można odnieść wrażenie, że problem ten nie jest istotny, bowiem zaledwie 1 na 100 gatunków jest gatunkiem obcym. Jednak są grupy, wśród których udział tych gatunków jest znacznie większy. Pomijając grupy systematyczne mające w Polsce bardzo niewielu przedstawicieli można stwierdzić, że najbardziej „zainfekowaną” gromadą są ryby, wśród których niemal co trzeci gatunek jest elementem obcym. Udział obcych gatunków jest również istotny w przypadku mięczaków (ok. 11%) i ssaków (ok. 12%). Warto wspomnieć, że wśród 17 gatunków ssaków uznanych za zwierzęta łowne, aż 8 gatunków to elementy obce naszej faunie. Są wśród nich zarówno gatunki pożądane przez myśliwych, takie jak daniel (*Dama dama*) czy muflon (*Ovis ammon*), dla których prowadzi się czynne zabiegi ochronne i liczne celowe zasiedlenia, jak i gatunki, które traktowane są jako szkodniki i zwalczane, np. norka amerykańska (*Mustela vison*) czy szop pracz (*Procyon lotor*).

Podane wyżej względne wartości udziału gatunków obcych nie zawsze w pełni oddają rzeczywistą skalę problemu. Są bowiem grupy, dla których choć bezwzględna liczba obcych gatunków jest duża, to jednak ich względny udział jest mały, ze względu na bardzo dużą liczbę gatunków rodzimych. Przykładem są owady, wśród których co najmniej 137 gatunków to elementy obce, jednak stanowi to zaledwie około 0,5% całości fauny owadów stwierdzonych w naszym kraju. Tak wysokie bezwzględne liczby obcych gatunków niejako „gwarantują”, że nie brak wśród nich gatunków wyjątkowo niebezpiecznych. Potwierdzają to wyniki analizy inwazyjności: co drugi gatunek obcy w faunie Polski bardzo negatywnie wpływa na naszą przyrodę i gospodarkę. Udział inwazyjnych gatunków jest zatem znacznie wyższy niż przewiduje to „reguła dziesiątek”. Co więcej, udział ten może być jeszcze wyższy, bowiem dla bardzo wielu gatunków nie prowadzono jakichkolwiek badań nad ich biologią oraz wpływem.

W przypadku flory Polski problem inwazji wydaje się, niestety, jeszcze bardziej nasilony: w naszym kraju stwierdzono ponad 1000 gatunków roślin obcego pochodzenia, co stanowi niemal jedną trzecią wszystkich roślin występujących w Polsce. Niemal połowa z nich to gatunki trwale u nas zdomowione, a wśród nich liczną grupę stanowią gatunki inwazyjne. Ich udział w całej florze Polski wynosi 1,5%, a więc trzykrotnie więcej niż udział inwazyjnych obcych zwierząt w krajowej faunie. Obok wspomnianych wyżej roślin, takich jak rdestowce, barszcze, nie-

cierpki czy nawłocie, do najbardziej inwazyjnych w Polskiej florze można zaliczyć kolczurkę klapowaną (*Echinocystis lobata*), robinie akacjową (*Robinia pseudacacia*) czy dąb czerwony (*Quercus rubra*).



Ryc. 4. Strona główna portalu Gatunki Obce w Polsce.

Informacje o przyczynie, dla której gatunki obce zostały wprowadzone do rodzimych ekosystemów, dla dużej części gatunków nie są znane. Trudność z ustaleniem przyczyny wprowadzenia wiąże się z tym, że większość z tych gatunków mogła być w różny sposób nieświadomie zawleczona. Wśród obcych kręgowców, dla których przyczyna sprowadzenia jest znana, dominują gatunki sprowadzone w ramach gospodarki łowieckiej, rybkiej i wędkarskiej. Zbliżoną frakcję kręgowców stanowią uciekinierzy z krajowych lub zagranicznych ogrodów zoologicznych i prywatnych hodowli. Są to głównie ptaki, które są stwierdzane w naszym kraju jedynie sporadycznie i nie stanowią zagrożenia dla gatunków rodzimych. Natomiast wśród nielicznych kręgowców, które zbiegły z hodowli zwierząt futerkowych, znajduje się jeden z najgroźniejszych gatunków obcych w Europie – norka amerykańska. Najczęstszymi przyczynami sprowadzania obcych roślin do Polski była gospodarka rolna, ogrodnictwo i leśnictwo. Niektóre z obcych roślin, np. rdestowiec ostrokończysty (*Fallopia japonica*), barszcz Sosnowskiego czy kilka gatunków nawłoci, „zbiegły” z ogrodów i dokonały inwazji na ekosystemy naturalne i półnaturalne. Warto zauważyć, że niektóre gatunki obce występujące w Polsce nie zostały wprowadzone bezpośrednio na terenie naszego kraju, lecz poza naszymi granicami. Po introdukcji o własnych siłach dokonały one ekspansji, osiągając po pewnym czasie terytorium Polski. Należą do nich między innymi szrotówek kasztanowcowiaczek (*Cameraria ohridella*), piżmak (*Ondatra zibethica*) oraz jenot (*Nyctereutes procyonoides*). Choć przytoczone przykłady świadczą o tym, że inwazje biologiczne istotnie stanowią poważny problem, to działania podjęte dotychczas w celu jego łagodzenia należy uznać za

niewystarczające. Adekwatne rozwiązania dotyczą jedynie takich gatunków obcych, które stanowią zagrożenie dla produkcji roślinnej (ochrona fitosanitarna) i zwierzęcej (ochrona weterynaryjna) bądź dla zdrowia człowieka. Analogicznych rozwiązań brak w stosunku do inwazji takich gatunków, które nie mają znaczenia gospodarczego, stanowiąc zagrożenie przede wszystkim dla ochrony przyrody. Brak skutecznych rozwiązań w tym zakresie dotyczy zresztą nie tylko Polski, ale niemal wszystkich krajów, z wyjątkiem Nowej Zelandii, Australii i USA. W Europie liderem w podejmowaniu walki z obcymi gatunkami jest Wielka Brytania, choć w ciągu kilku ostatnich lat we wszystkich krajach Unii Europejskiej, włącznie z Polską, tematowi temu poświęca się coraz więcej uwagi.

Jednym z przejawów wzrostu zainteresowania inwazjami biologicznymi w naszym kraju było objęcie tego zagadnienia regulacjami prawnymi w ustawie o ochronie przyrody z 2004 r. i w jej późniejszych zmianach. Nowe zapisy wprowadziły m. in. definicję gatunku obcego i zakaz wprowadzania tych gatunków do środowiska przyrodniczego, a także nakaz posiadania zezwolenia na sprowadzanie, przetrzymywanie, rozmnażanie i obrót szczególnie inwazyjnymi gatunkami obcymi. Choć zapisy te stanowią przełom w polskim ustawodawstwie dotyczącym inwazji biologicznych, to abstrahując od skuteczności ich egzekwowania, w dalszym ciągu pozostawiają one wiele do życzenia. Dla przykładu, zakaz wprowadzania do środowiska przyrodniczego nie obejmuje obcych gatunków ryb, łącznie z gatunkami inwazyjnymi. Znamienne jest, że introdukcje ryb nie leżą w gestii Ministra Środowiska lecz Ministra Rolnictwa – względy ekonomiczne zdają się tu przeważać nad względami ochrony przyrody.

O ile zapisy tej ustawy dotyczące ryb są z punktu widzenia ochrony przyrody zbyt liberalne, to w stosunku do innych gatunków paradoksalnie są zbyt restrykcyjne. Dotyczy to wprowadzania do środowiska przyrodniczego obcych gatunków zwierząt łownych. W ustawie nie ma jakiegokolwiek zapisu wyłączającego je z zakazu wprowadzania do środowiska przyrodniczego. Jednocześnie zasiedlenia takimi gatunkami jak daniel, muflon, czy bażant *Phasianus colchicus* prowadzi się na bardzo szeroka skalę w oparciu o ustawę „prawo łowieckie”.

Niejednoznaczność przepisów, umożliwiającą dużą dowolność w ich interpretacji, powoduje, że w ostatnich latach introdukcje niektórych obcych gatunków łownych odbywają się w dużej mierze w sposób nieuporządkowany, co doprowadziło do bardzo znacznego wzrostu zasięgu i liczebności

ich populacji w naszym kraju. Jest to wynikiem zarówno zwiększonej liczby introdukcji, jak i liczby introdukowanych osobników takich gatunków, jak daniel czy muflon. Przyczynia się do tego fakt, że w opinii części myśliwych gatunki te nie są w Polsce obce, ponieważ od dawna są trwałym elementem lokalnej fauny i nie stanowią dla niej poważnego zagrożenia. Trudno oprzeć się wrażeniu, że w skali całego kraju zasiedlenia obcymi gatunkami zwierząt łownych nie są procesem podlegającym pełnej kontroli. Choć gatunki te nie należą do szczególnie inwazyjnych, wzrost liczebności i areалу występowania kilku z nich musi budzić pewne zaniepokojenie, tym bardziej, że ich introdukcje są w dalszym ciągu promowane w prasie łowieckiej.

Kontrowersje dotyczące sytuacji prawnej obcych gatunków łownych są jednym z kilku przykładów niedoskonałości polskiego ustawodawstwa zajmującego się inwazjami biologicznymi. Zatem jednym z priorytetowych działań służących złagodzeniu tego problemu powinna stać się kompleksowa analiza aktów prawnych pod tym kątem, a następnie likwidacja wszelkich luk i niekonsekwencji w tym zakresie. Stworzyłoby to podstawę do jasnego podziału kompetencji pomiędzy struktury państwowe



Ryc. 5. Strona główna Księgi Gatunków Obcych Inwazyjnych w Faunie Polski.

i zapewniłoby skuteczniejszą koordynację wysiłków w rozwiązywaniu problemu inwazji biologicznych. Obecnie, w konsekwencji braku kompleksowych rozwiązań prawnych, wśród struktur państwowych dominuje podejście sektorowe, koncentrujące się najczęściej na wybranej grupie gatunków lub określonym środowisku. Prowadzi to do trudności w zdefiniowaniu zakresu odpowiedzialności, a często także do konfliktów interesów.

Być może za jeszcze pilniejszą potrzebę należy uznać zwiększenie świadomości o inwazjach biologicznych zarówno wśród szeroko pojętego społeczeństwa, jak i wśród grup zawodowych i społecznych, na których ciąży szczególna odpowiedzialność za obecność obcych gatunków w Polsce,

takich jak myśliwi, wędkarze czy leśnicy. Jak pokazują wyniki badań ankietowych, wiedza o gatunkach obcych jest w naszym kraju minimalna, a postawy co do sposobów postępowania z tymi gatunkami (np. ich kontroli) cechują się zupełnym brakiem zrozumienia istoty tego problemu.

O bardzo niskim poziomie świadomości społecznej dotyczącej gatunków obcych świadczy choćby umieszczenie na polskich monetach groszowych liści inwazyjnego dębu czerwonego, a nie któregoś z naszych rodzimych gatunków, czy też wykorzystanie szopa pracza (zresztą błędnie, gdyż został pomylony z jenotem) w kampanii reklamowej Banku Ochrony Środowiska w 2005 r.



Ryc. 6. Plakat Banku Ochrony Środowiska reklamujący lokatę z jenotem.

Zarówno rozwój ustawodawstwa i struktur odpowiedzialnych za przeciwdziałanie inwazjom biologicznym, jak i poprawa stanu świadomości w tym zakresie, z pewnością miałyby podstawowe znaczenie dla skutecznego wprowadzania w życie „trzystopniowej hierarchii działań”, zalecanej m. in. przez Konwencję o Różnorodności Biologicznej.

Kładzie ona szczególny nacisk na zapobieganie nowym introdukcjom, zarówno celowym jak i przypadkowym. Zapobieganie jest uznawane za najbardziej skuteczny i najtańszy sposób rozwiązywania problemu inwazji. Jednak w praktyce skuteczność tego rozwiązania nigdy nie jest stuprocentowa, wobec czego drugim stopniem w „hierarchii działań” powinno stać się jak najszybsze wykrywanie obecności gatunków, których introdukcji nie udało się zapobiec.

Mechanizmom wczesnego wykrywania inwazji powinny towarzyszyć procedury szybkiej oceny ryzyka, które ona niesie, a w przypadku gdy jest ono wysokie – podejmowanie niezwłocznych działań, z których działaniem preferowanym jest całkowite wytepienie gatunku.

Mimo, że działanie takie jest często bardzo kosztowne, to jak pokazują dotychczasowe doświadczenia, ich podjęcie na odpowiednio wczesnym etapie jest rozwiązaniem znacznie bardziej ekonomicznym niż odkładanie problemu „na później”. Jednak w praktyce bardzo często mamy do czynienia z takimi właśnie „odłożonymi” w przeszłości przypadkami, gdzie gatunek obcy rozprzestrzenił się na tak dużą skalę, że jego całkowite wytepienie nie jest już możliwe. Zaniechanie niezwłocznej kontroli gatunku mogło nastąpić ze względu na brak rozwiązań organizacyjno-prawnych, brak funduszy czy nieświadomość zagrożenia. Jednak jest wiele przykładów inwazji, których nie udało się powstrzymać mimo podjęcia niezwłocznych działań, głównie z powodu braku skutecznych metod (pozostaje to niemal regułą na przykład w przypadku inwazji organizmów wodnych).

Trzeci stopień rekomendowanej „hierarchii działań” dotyczy długoterminowej kontroli takich gatunków, których całkowite wytepienie, niezależnie od przyczyny, nie jest możliwe. W stosunku do tych gatunków należy podejmować próby zahamowania tempa ekspansji, a na terenach już opanowanych – lokalnego lub czasowego ograniczania liczebności. Takie działania mogą na przykład pomóc ograniczyć negatywny wpływ tych gatunków na terenach cennych przyrodniczo.

Stosowanie tych zasad przynosi coraz więcej sukcesów w łagodzeniu problemu inwazji biologicznych. Choć szczególnie aktywne na polu walki z obcymi gatunkami są kraje bardzo odległe, to coraz więcej jest pozytywnych przykładów również w krajach europejskich. W ciągu ostatniej dekady ranga problemu wzrosła na naszym kontynencie, w tym również w Polsce, tak bardzo, że zupełnie realne wydaje się wypracowanie w nieodległej przyszłości kompleksowych rozwiązań organizacyjno-prawnych w tym zakresie na poziomie Unii Europejskiej. Pozwala to mieć nadzieję, że we wszystkich krajach członkowskich inwazje biologiczne zagrażające przyrodzie będą traktowane co najmniej tak samo poważnie jak te, które zagrażają gospodarce i zdrowiu człowieka.

W PŁYW ZANIECZYSZCZEŃ NA FUNKCJE GLEBY W ŚRODOWISKU I W ŻYCIU CZŁOWIEKA

Maria Niklińska (Kraków)

Degradacja środowiska powodowana szybkim rozwojem przemysłu, transportu oraz intensyfikacji rolnictwa stanowi istotne zagrożenie dla zdrowia i bezpiecznego życia człowieka. Wśród pojawiających się zanieczyszczeń szczególną rolę odgrywają metale ciężkie, które stosunkowo łatwo docierają do gleby, intensywnie akumulują się w górnych organicznych warstwach gleb i na długo pozostają w środowisku. W rejonach nie objętych presją przemysłu metale występują w naturalnych stężeniach, zależnych od rodzaju i składu chemicznego skał, z których gleby pochodzą. Jednakże duże ilości metali przedostają się do gleby wskutek działalności człowieka, co powoduje, że gleby stanowią zarówno źródło, jak i miejsce akumulowania metali.

Do metali, których stężenia w glebach przekraczają średnie stężenia występujące w skorupie ziemskiej należą przede wszystkim: kadm, ołów, rtęć, cyna, arsen. Źródła dostarczające nadmiarowych ilości metali stanowią używane w rolnictwie nawozy i środki ochrony roślin, a także kopalnie, elektrownie, środki komunikacji oraz ścieki i odpady.

Zanieczyszczenia zakumulowane w glebie nie zawsze są toksyczne i niebezpieczne. Ich szkodliwe działanie zależy od czynników środowiskowych, takich jak odczyn gleby, wilgotność i temperatura,

zawartość materii organicznej i jej zdolności buforowe oraz obecność i oddziaływanie innych związków lub pierwiastków. Obecne w glebach metale oddziałują na wszystkie organizmy mające z glebą kontakt. Skutki oddziaływania zależą nie tylko od rodzaju metalu, dawki (stężenia w jakim występują w przyrodzie), ale także czasu ekspozycji (narażenia). Niektóre badania dowodzą, że nawet niewielkie stężenia rozproszonych w środowisku zanieczyszczeń mogą stać się niebezpieczne w przypadku pojawienia się równocześnie różnych czynników stresu.

Zanieczyszczenia obecne w glebie mogą także przedostawać się do wód gruntowych, ścieków i osadów. Rośliny stanowiące naturalne pożywienie dla ludzi i zwierząt mogą stać się źródłem niebezpiecznych dla zdrowia metali ciężkich. Niektóre rośliny szczególnie silnie akumulujące metale ciężkie (hiperakumulatory) są stosowane w rekultywacji terenów zanieczyszczonych.

Z kolei wrażliwe na zanieczyszczenia organizmy różnych poziomów troficznych są wykorzystywane w ocenie stanu środowiska i ryzyka środowiskowego. Należą do nich przede wszystkim bezkręgowce glebowe, drobne ssaki, mchy i porosty a także mikroorganizmy glebowe.

Dr hab. Maria Niklińska pracuje w Instytucie Nauk o Środowisku Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie

W PŁYW ANTROPOPRESJI NA ZMIANY BIORÓŻNORODNOŚCI NA PRZYKŁADZIE WYBRANYCH GRUP OWADÓW

Waldemar Celary (Kielce)

Wstęp

Zjawisko antropopresji jest prawie tak stare jak ludzka cywilizacja i trwa od blisko 10 tysięcy lat. Obejmuje ono całokształt działań człowieka powodujących zmiany środowiska naturalnego. Oznacza to, że ludzkość zmienia środowisko zarówno celowo, jak i nieświadomie. Celowe zmiany to między innymi tworzenie agroekosystemów czy też zmiany stosunków wodnych w wyniku melioracji, natomiast nieświadome to na przykład zawleczenia

różnych obcych gatunków. Zmiany te wynikają nie tylko z bezpośredniego wpływu antropopresji, ale także z jej pośredniego oddziaływania na środowisko. Oddziaływania bezpośrednie to przede wszystkim likwidacja oraz degradacja i fragmentacja siedlisk, natomiast pośredni wpływ przejawia się przede wszystkim zmianami klimatycznymi (od mikroklimatu poprzez mezoklimat aż po jego zmiany w skali globalnej).

Natężenie antropopresji zmienia się zarówno w czasie, jak i w przestrzeni. Oznacza to, że zwiększa się



ona wraz ze wzrostem ludzkiej populacji oraz że jej wpływ zaznacza się wyraźniej na obszarach, gdzie ludzka gospodarka jest intensywna niż na terenach użytkowanych ekstensywnie.

Jednym z aspektów zmian w środowisku naturalnym pod wpływem działalności człowieka są zmiany bioróżnorodności, przejawiające się zmianą liczby gatunków oraz liczebności ich populacji. Różne grupy organizmów niejednakowo reagują na te same czynniki antropopresji. Jedne są szkodliwe dla wszystkich organizmów bez wyjątków, inne szkodzą jednym, lecz pomagają drugim.

Jedną z modelowych grup do śledzenia zmian różnorodności biologicznej w środowisku są owady. Wynika to z ogromnej liczby ich gatunków oraz bardzo różnorodnych preferencji siedliskowych. Najczulszym wskaźnikiem wpływu antropopresji na środowisko są gatunki o wąskim zakresie tolerancji ekologicznej (stenotopowe). Najczęściej są to owady endemiczne lub o bardzo ograniczonym zasięgu występowania czy też bardzo silnie wyspecjalizowane pokarmowo. Zmiany w bioróżnorodności takiej entomofauny pod wpływem presji człowieka można obserwować w skali całej biosfery (globalnej) jak i lokalnie (region, państwo, kontynent).

Globalne zmiany bioróżnorodności owadów w wyniku antropopresji

Wpływ działalności człowieka na bioróżnorodność organizmów, a więc również owadów, w skali całej biosfery monitoruje istniejąca od 1948 roku (do 1956 jako Międzynarodowa Unia Ochrony Przyrody – IUPN) Międzynarodowa Unia Ochrony Przyrody i Zasobów Naturalnych (IUCN). Wyniki prowadzonych przez tę organizację analiz publikowane są na ukazującej się od drugiej połowy XX w. i regularnie aktualizowanej Czerwonej liście gatunków zagrożonych. Dane te pokazują, że antropopresja w skali biosfery oddziałuje na bioróżnorodność życia wyłącznie negatywnie, powodując zmniejszanie się liczby gatunków.

Porównanie wpływu antropopresji na bioróżnorodność różnych grup organizmów pokazuje, że owady znoszą presję człowieka stosunkowo dobrze (około 0,006% gatunków wymarłych i 0,06% zagrożonych). Wynika to przede wszystkim z dwóch przyczyn, po pierwsze owady są najliczniejszą grupą organizmów żywych (około miliona opisanych gatunków), a po drugie zdecydowana większość ma dość szeroki zakres tolerancji ekologicznej (eurybionty). Jednak mimo stosunkowo dużej odporności na antropopresję bioróżnorodność owadów zmniejsza się (choć nie

w tak dużym stopniu jak np. skorupiaków czy kręgowców). Najnowsza Czerwona lista zwierząt zagrożonych (IUCN 2009) pokazuje, że dotychczas wymarło na świecie 60 gatunków owadów (tab. 1)

Tab. 1. Liczba wymarłych i zagrożonych gatunków owadów na świecie w poszczególnych rzędach (EX – wymarłe, CR – krytycznie zagrożone, EN – silnie zagrożone, VU – narażone)

Rzędy	Kategorie zagrożenia			
	EX	CR	EN	VU
Coleoptera – chrząszcze	16	10	16	27
Dermaptera – skorki	-	1	-	-
Diptera – muchówki	3	1	2	1
Ephemeroptera – jętki	2	-	-	1
Grylloblattaria	-	-	-	1
Hemiptera – pluskwiaki	2	-	-	-
Hymenoptera – błonkówek	-	4	-	139
Lepidoptera – motyle	27	8	39	130
Odonata – ważki	2	36	67	73
Orthoptera – prostoskrzydłe	2	8	8	50
Phasmida – straszki	1	1	-	-
Phthiraptera (Anoplura) – wszy	-	1	-	-
Plecoptera – widelnice	1	-	-	2
Trichoptera – chruściki	4	-	-	-
Łącznie	60	70	132	424

oraz że zagrożonych jest dalszych 626. Pisząc o gatunkach zagrożonych mam na myśli owady, którym przypisane są trzy najwyższe kategorie zagrożenia, a więc krytycznie zagrożone (CR) oraz silnie zagrożone (EN) i narażone (VU). Stopień zagrożenia jest wyraźnie odwrotnie proporcjonalny do liczby gatunków (tab. 1, 2), a więc najmniej jest krytycznie zagrożonych (70), zaś najwięcej narażonych (424). Schemat takiego rozkładu powtarza się dość często również wtedy, kiedy rozpatrujemy przedstawicieli poszczególnych rzędów owadów, chociaż spadek różnorodności biologicznej u każdego jest inny (tab. 1). Antropopresja najsilniej wpływa na globalną bioróżnorodność ważek (0,04% wymarło, a 3,5% jest zagrożonych), natomiast znacznie słabiej na różnorodność gatunkową motyli i chrząszczy (odpowiednio 0,02% i 0,1% oraz 0,005% i 3,5%). Mimo iż liczby gatunków wymarłych i zagrożonych są wyższe u tych dwóch ostatnich, to liczba ich przedstawicieli jest kilkadziesiąt razy większa niż ważek (Coleoptera – 350 000 gatunków, Lepidoptera – 170 000, Odonata – 5 000). To niechlubne pierwsze miejsce wynika z tego, że wszyscy przedstawiciele ważek są związani z ciekami i zbiornikami wody, a postępująca w ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat regulacja rzek i melioracja terenów podmokłych oraz nasilająca się deforestacja powodują nieustanną degradację zasiedlanych

Tab. 2. Zmiana liczby zagrożonych owadów na świecie w ostatniej dekadzie

Lata	Kategorie zagrożeń		
	krytycznie zagrożone – CR	silnie zagrożone – EN	narażone – VU
1996/98	44	116	377
2000	45	118	392
2002	46	118	393
2003	46	118	389
2004	47	120	392
2006	68	129	426
2007	69	129	425
2008	70	132	424

przez nie biotopów.

Antropopresja nasila się wprost proporcjonalnie do wzrostu liczebności ludzkiej populacji, a co za tym idzie - wzrostu zapotrzebowania na nowe tereny do zamieszkania i zasoby naturalne (kopalne nośniki energii, drewno, woda, tereny pod nowe agrocenozy itp.) niezbędne do egzystencji. Zwiększająca się presja człowieka na środowisko skutkuje postępującym zanikiem różnorodności biologicznej owadów. Analizując dane z ostatnich 10 lat można zauważyć, że liczba zagrożonych gatunków owadów sukcesywnie wzrasta we wszystkich kategoriach. Pod koniec XX w.

Tabela 3. Liczba wymarłych przedstawicieli poszczególnych rzędów owadów na różnych kontynentach

Rząd	Region					
	Afryka	Ameryka Południowa	Ameryka Północna	Azja	Europa	Oceania
Coleoptera – chrząszcze	-	2	7	-	1	6
Diptera – muchówki	-	-	1	-	-	2
Ephemeroptera – jętki	-	-	2	-	-	-
Hemiptera – pluskwiaki	-	-	1	-	-	1
Lepidoptera – motyle	3	-	13	-	-	11
Odonata – ważki	1	-	-	-	-	1
Orthoptera - prostoskrzydłe	-	-	2	-	-	-
Phasmida – straszky	-	-	-	1	-	-
Plecoptera – widelnice	-	-	1	-	-	-
Trichoptera – chruściki	-	-	3	-	1	-
Łącznie	4	2	30	1	2	21

były 44 krytycznie zagrożone gatunki oraz 116 silnie zagrożonych i 377 narażonych, natomiast w końcu pierwszej dekady XXI w. jest ich odpowiednio 70 oraz 132 i 424 (tab. 2).

Dane te należy traktować jako bardzo przybliżone, gdyż naprawdę nie znamy prawdziwej skali zaniku globalnej bioróżnorodności owadów. Wiele grup dotychczas jest bardzo słabo poznanych, szczególnie tych, które charakteryzują się małymi rozmiarami ciała lub prowadzą skryty tryb życia. Dotyczy to zwłaszcza terenów trudno dostępnych, takich jak mokradła czy lasy tropikalne bądź odległe wyspy. Szczególnie te ostatnie charakteryzuje silny endemizm. Nasilająca się od początku XX w. antropopresja na pewno spowodowała w takich miejscach wymarcie wielu gatunków owadów zanim zdążyliśmy je poznać i opisać.

Lokalny wpływ antropopresji na różnorodność owadów

Antropopresja powoduje zawsze najpierw lokalne zmiany w bioróżnorodności owadów, które w końcowym efekcie przybierają wymiar globalny. Natężenie presji człowieka wywołujące zmiany w bioróżnorodności owadów jest zróżnicowane w poszczególnych krajach. Zależy ono nie tyle od liczby mieszkańców, ile od gęstości zaludnienia na danym obszarze, która najczęściej przekłada się na odpowiednio wysoki stopień uprzemysłowienia bądź rozwoju rolnictwa czy gospodarki leśnej (czasami następuje rozwój wszystkich gałęzi gospodarki jednocześnie). Ponadto, wynik oddziaływania antropopresji zależy od położenia (szerokości geograficznej) i ukształtowania danego kraju oraz zakresu tolerancji ekologicznej owadów poddanych jej wpływowi. Zmiany te sumują się, dając końcowy wynik w postaci zmian w skali całych kontynentów lub mniejszych fragmentów lądu jak na przykład wyspy. Czasami widzimy ogromne zmiany w bioróżnorodności owadów w krajach lub regionach słabo zaludnionych, lecz prowadzących rabunkową gospodarkę zasobów naturalnych pożądaną przez bogate kraje zachodu (np. intensywny wyręb cennych gatunków drzew na Tasmanii czy też deforestacja i wielkoobszarowa uprawa roślin energetycznych w Brazylii).

Negatywny wpływ działalności człowieka na bioróżnorodność entomofauny

Rozpatrując destrukcyjny wpływ aktywności ludzkiej w skali kontynentów można stwierdzić, że dotychczas najbardziej ucierpiała różnorodność

entomofauny Ameryki Północnej, gdzie wymarło 30 gatunków. Nieco mniejsze straty poniosła Oceania (21 gatunków), natomiast w Afryce i Ameryce Południowej oraz Azji i Europie wymarły tylko pojedyncze gatunki (tab. 3). Na dzień dzisiejszy jedynym kontynentem, gdzie nie stwierdzono zniknięcia jakiegokolwiek gatunku, pozostaje Australia. Antropopresja spowodowała w różnym stopniu zanik przedstawicieli różnych rzędów w zależności od regionu, na przykład w Ameryce Północnej i Oceanii wymarły głównie chrząszcze i motyle (tab. 3).

Tab. 4. Liczba krytycznie i silnie zagrożonych gatunków owadów (CR i EN) na różnych kontynentach

Kontynent	Liczba gatunków		Razem
	krytycznie zagrożone – CR	silnie zagrożone – EN	
Afryka	21	29	50
Ameryka Północna	10	38	48
Ameryka Południowa	2	5	7
Australia i Oceania	12	21	33
Azja	22	28	50
Europa	3	11	14
Łącznie	70	132	202

Nieco inaczej wygląda ranking kontynentów, jeżeli uwzględnimy groźbę dalszego spadku bioróżnorodności entomofauny (negatywny wpływ człowieka na środowisko trwa nadal). Analizując liczby gatunków owadów zaliczanych do dwóch najwyższych kategorii zagrożeń, czyli krytycznie i silnie zagrożonych, stwierdzamy, że największe niebezpieczeństwo zmniejszania się różnorodności entomofauny występuje w Afryce i Azji. Nieco mniejsze ryzyko dalszego wymierania owadów pod wpływem antropopresji dotyczy obszaru Ameryki Północnej oraz Australii i Oceanii, natomiast Europa zajmuje przedostatnie miejsce wyprzedzając jedynie Amerykę Południową (tab. 4). Pozycji zajmowanych przez poszczególne kontynenty nie należy traktować bezkrytycznie, gdyż dane dotyczące wielu grup owadów są niepełne i fragmentaryczne. Przykładowo analizując tylko stan zaniku i zagrożenia entomofauny w Polsce, można zauważyć bardzo poważne rozbieżności w zależności od opracowania i autorów analiz. Porównując dwa najbardziej znane opracowania tego typu jak „Polska czerwona księga zwierząt” oraz „Czerwona lista zwierząt ginących i zagrożonych w Polsce” można zauważyć niejednokrotnie ogromne różnice w liczbach wymarłych i zagrożonych gatunków; szczególnie jaskrawo widać to w rzędzie chrząszczy (tab. 5). Czasami niektóre gatunki uznaje się za wymarłe, jak w przypadku zadrzechni fioletovej, by później stwierdzić, że gatunek ten jednak stosunkowo nieźle

Tab. 5. Liczba krajowych wymarłych i zagrożonych gatunków owadów w poszczególnych rzędach według Polskiej czerwonej księgi zwierząt i Czerwonej listy zwierząt ginących i zagrożonych w Polsce

Rzędy	Kategorie zagrożenia							
	EX		CR		EN		VU	
	Polska czerwona księga zwierząt	Czerwona lista zwierząt ginących	Polska czerwona księga zwierząt	Czerwona lista zwierząt ginących	Polska czerwona księga zwierząt	Czerwona lista zwierząt ginących	Polska czerwona księga zwierząt	Czerwona lista zwierząt ginących
Blattodea – karaczany	-	1	-	-	-	-	-	-
Coleoptera – chrząszcze	2	132	18	80	26	151	11	134
Diptera – muchówki	2	4	4	8	3	19	10	50
Ephemeroptera – jętki	1	1	2	5	1	14	-	13
Hemiptera – pluskwiaki	1	-	-	-	1	2	3	4
Hymenoptera – błonkówek	10	24	12	23	9	15	4	98
Lepidoptera – motyle	-	13	13	12	14	49	16	81
Mantodea – modliszki	-	-	1	1	-	-	-	-
Mecoptera – wojsiłki	-	-	1	-	-	-	-	-
Neuroptera – sieciarki	2	-	-	-	3	-	-	-
Odonata – ważki	-	-	1	2	2	3	2	2
Orthoptera – prostoskrzydłe	1	6	-	2	4	5	3	8
Plecoptera – widelnice	-	2	-	-	-	-	-	2
Trichoptera – chruściki	-	13	1	-	1	-	1	2
Łącznie	19	195	53	133	64	258	50	394

egzystuje (Poleski Park Narodowy, Stary Sącz).

Pomimo występujących czasami rozbieżności w postrzeganiu stopnia zagrożenia antropopresją lokalnej entomofauny, państwa europejskie wydają się być najlepszym przykładem zmian w bioróżnorodności owadów spowodowanych jej wpływem. Szczególnie dotyczy to krajów zachodnio- i środkowoeuropejskich. Wynika to z dwóch powodów. Po pierwsze, państwa te charakteryzuje najwyższy stopień poznania rodzimej entomofauny, gdyż badania prowadzone są przez licznych specjalistów już od XVIII w. Po drugie, trwający od dawna ich rozwój gospodarczy, skutkujący wyraźnymi zmianami środowiska naturalnego. Oczywiście tempo i poziom rozwoju poszczególnych państw tego regionu są zróżnicowane, dlatego też zmiany w różnorodności ich entomofauny są inne. Przykładowo dwa dość odległe środkowoeuropejskie państwa, Szwajcaria i Polska. Jak wyglądają zmiany bioróżnorodności

ważek (Odonata) i prostoskrzydłych (Orthoptera) w tych krajach? Szwajcaria, synonim ładu i porządku rejestruje wyraźnie większy spadek bioróżnorodności w obu grupach niż Polska (tab. 6). Trzeba jednak przyznać, że poziom rozwoju gospodarczego Szwajcarii jest znacznie wyższy, stąd też i większa degrada-

Tab. 6. Liczba wymarłych i zagrożonych (EX – wymarłe, CR – krytycznie zagrożone, EN – silnie zagrożone, VU – narażone) ważek (Odonata) i prostoskrzydłych (Orthoptera) w Szwajcarii i Polsce

Rodzina	Kategoria zagrożenia							
	EX		CR		EN		VU	
	Szwajcaria	Polska	Szwajcaria	Polska	Szwajcaria	Polska	Szwajcaria	Polska
Odonata – ważki	2	0	12	2	7	3	5	2
Orthoptera – szarańczki	3	6	9	2	7	5	19	8
Łącznie	5	6	21	4	14	8	24	10

cja biotopów, tak wodnych, jak i lądowych. Podobnie wygląda sytuacja, jeżeli porównamy różnorodność biologiczną owadów błonkoskrzydłych z grupy żądłówek Polski i sąsiadujących z nią Niemiec (tab. 7). Żądłówki są bardzo dobrą grupą wskaźnikową zmian w biotopach lądowych, gdyż poza źródłami pokarmu potrzebują także odpowiednich siedlisk do gniazdowania. Posługując się przykładami głównie z tej grupy chciałbym pokazać, w jaki sposób różne czynniki antropopresji prowadzą do zaniku różnorodności biologicznej owadów.

Przemysł jest jednym z głównych czynników antropopresji, emitując do atmosfery SO_2 i metale

Tab. 7. Liczba wymarłych i zagrożonych (EX – wymarłe, CR – krytycznie zagrożone, EN – silnie zagrożone, VU – narażone) gatunków żądłówek (Aculeata: Hymenoptera) w poszczególnych rodzinach w Polsce i w Niemczech

Rodzina	Kategoria zagrożenia							
	EX		CR		EN		VU	
	Polska	Niemcy	Polska	Niemcy	Polska	Niemcy	Polska	Niemcy
Chrysididae – złotolutki	1	1	6	8	-	10	4	9
Scoliioidea – smukwy	-	1	-	1	-	-	-	3
Pompilidae – nasteczniki	-	-	5	-	1	-	-	-
Formicidae – mrówki	1	-	3	11	7	17	3	31
Vespidae – osy	-	6	1	2	-	7	3	7
Sphecidae – grzebacze	4	18	4	13	3	21	11	19
Anthophila – pszczoły	18	29	4	21	4	88	76	79
Łącznie	24	55	23	56	15	143	97	148

ciężkie powoduje wymieranie entomofauny na obszarach skażonych. Przykładowo, badania okolic huty cynku i ołowiu w Olkuszu pokazały wyraźnie mniejszą liczebność żyjących tam trzmieli oraz spadek rozrodczości i wzrost śmiertelności larw hodowanej tam murarki ogrodowej – *Osmia rufa* (ryc. 1), a także małą bioróżnorodność pszczoł gnieźdzących się w pułapkach gniazdowych w stosunku do terenów, gdzie gleba nie zawiera metali ciężkich. Innym przykładem może być wpływ zanieczyszczenia cieków i zbiorników wodnych ście-

Tab. 8. Liczba obcych gatunków owadów w niektórych państwach wybranych kontynentów

Europa				Ameryka Północna	Australia
Francja	Niemcy	Szwajcaria	Polska	USA	Związek Australijski
516	424	311	155	ponad 2000	około 30

kami, które powoduje wymieranie głównie ważek i jętek oraz chrzączek i widelnic. W Polsce między innymi z tego właśnie powodu wymarło 16 gatunków tych owadów, natomiast 8 jest krytycznie, a dalszych 18 – silnie zagrożonych (tab. 5). Do spadku bioróżnorodności entomofauny wodnej przyczynia się także regulacja cieków oraz osuszanie torfowisk i drobnych zbiorników. Negatywny wpływ na bioróżnorodność niektórych grup mają też urządzenia hydrotechniczne, jak zapory czy zbiorniki retencyjne. Przykładem może być wpływ zbiornika w Czorsztynie na faunę trzmieli, gdzie lokalnie wymarło od 5 do 9 gatunków.



Ryc. 1. Martwa przedpoczwarka murarki ogrodowej (*Osmia rufa*) w sztucznym gnieździe. Fot. Waldemar Celary

Innymi czynnikami powodującymi degradację bioróżnorodności owadów są aneksje coraz to nowych terenów pod budownictwo mieszkaniowe i obiekty rekreacyjne. Przykładem tego pierwszego może być budowa osiedla w Puławach-Włostowicach, która doprowadziła do likwidacji jednego z dwóch znanych polskich stanowisk pszczoły spójnicy wykowej – *Melitta udmurtica* (ryc. 2). Budowa ośrodka rekreacyjnego i zalewu w Chańczy spowodowała likwidację

jednego z trzech współcześnie znanych stanowisk innej pszczoły, obrostki rudogonki – *Dasypoda aurata* (ryc. 3). Podobnie negatywny wpływ na różnorodność entomofauny ma nadmierne natężenie ruchu turystycznego (ryc. 4) czy wręcz kolekcjonerstwo. Przejazdki quadami i motocross omal nie zniszczył jedynej znanej w Europie Środkowej agregacji gniazd pszczoły, obrostki czarnonogiej – *Dasypoda argentata* (ryc. 5), natomiast inna pszczoła – *Megachile parietina* w wyniku nadmiernych odłowów zniknęła bezpowrotnie z fauny Polski.

Presja cywilizacyjna na zróżnicowanie owadów przejawia się także poprzez zmiany gospodarowania



Ryc. 2. Osiedle w Puławach-Włostowicach powstałe na miejscu jedynej stanowiska spółnicy wykowej (*Melitta udmurtica*). Fot. Waldemar Celary

w rolnictwie oraz intensywną gospodarkę leśną. Zarastanie zbiorowisk murawowych, jak łąki i pastwiska (ryc. 6) oraz eliminacja osłabionych drzew i wprowadzanie monokultur w lasach spowodowała, że wśród krajowych chrząszczy bardzo wiele zanikłych, bo aż 16% wszystkich zagrożonych gatunków stanowią te, które związane są z lasami pierwotnymi; podobny procent stanowią wymarłe chrząszcze muraw kserotermicznych i psammofilnych.

Jeszcze inaczej na faunę owadów oddziałują zmiany w sposobie budownictwa, które to przyczynia-



Ryc. 3. Zalew w Chańcy powstały na miejscu jednego z ostatnich stanowisk obrostki rudogonki (*Dasypoda aurata*). Fot. Waldemar Celary

ją się do synantropizacji wielu gatunków. Te zmiany spowodowały, że aż 20% wymarłych z wszystkich zagrożonych gatunków to chrząszcze stanowiące element synantropijny. Podobnie wygląda sytuacja

wśród dzikich pszczół, które często wykorzystują drewniane lub gliniane ściany budynków jako zastępcze miejsca do gniazdowania. Zanik tego typu budownictwa skutkuje wymieraniem tej grupy ekologicznej. Jednym z przykładów takiego gatunku jest porobnica *Antophora plagiata*, występująca obecnie najczęściej w skansenach lub specjalnych hodowlach. Różnego rodzaju budynki pozwalają także na rozwój gatunków, które w innej sytuacji nie mogłyby egzystować. Są to przede wszystkim gatunki zawleczone, żyjące w bardzo specyficznych siedliskach, jak występujący w szklarniach przyłżeniec *Frankliniella occidentalis* czy bytujący w ma-



Ryc. 4. Zniszczone przez turystów gniazdo trzmieła rudoszarego (*Bombus sylvarum*). Fot. Waldemar Celary

gazynach z produktami zwierzęcymi chrząszcz z rodziny skórnikowatych *Trogoderma granarium*. Bardzo ciekawym przykładem synantropijnego owada jest będąca obecnie w ekspansji osa grzebiąca *Sceliphron destillatorium* (ryc. 7). W latach 70. gatunek ten prawdopodobnie „wycofał” się z Polski by pojawić się powtórnie w drugiej połowie lat 80. Obecnie osa ta pokonała już ogromny dystans od przełęczy w Beskidzie Niskim do Warszawy i Łodzi. Osa ta wykorzystuje w Polsce budynki jako miejsce budowy swoich glinianych gniazd (ryc. 8), chociaż na południu (Rumunia i Bułgaria) gniazda budowane są na kamieniach czy skalnych ścianach.

Zmiany w bioróżnorodności owadów na poszczególnych kontynentach w wyniku działalności człowieka to nie tylko zmniejszanie się liczby gatunków, ale paradoksalnie również jej wzrost. Wynika on z celowego bądź też mimowolnego wprowadzania gatunków obcych na dany obszar (introdukcje i zawleczenia). Rozwój transportu i handlu powoduje, że likwidowane są bariery geograficzne i ekologiczne dla dotychczas izolowanych gatunków. Wprowadzanie obcych gatunków może odbywać się poprzez introdukcje międzykontynentalne (transoceaniczne), kontynentalne (eurazjatyckie) lub regionalne. Większość gatunków obcych na nowych obszarach nie jest w stanie się utrzymać i jedynie

około 10% z nich potrafi się zaaklimatyzować. Gatunki takie w większości nie powodują zmian w bioróżnorodności rodzimej entomofauny, pozostając tak zwanymi populacjami neutralnymi, jednak około 10% staje się gatunkami inwazyjnymi, powodując spadek różnorodności biologicznej różnych grup w tym także owadów.

Wprowadzanie gatunków obcych nasiliło się szczególnie w drugiej połowie XX w., przybierając w ostatnich jego dekadach bardzo duże rozmiary. Oczywiście skala tego zjawiska jest inna w różnych regionach świata. Przykładowo entomofauna Australii ma zaledwie około 30 gatunków obcych, pod-



Ryc. 5. Powracająca z ostatniego lotu samica obrostki czarnonogiej (*Dasypoda argentata*). Fot. Waldemar Celary

czas gdy zarówno w Stanach Zjednoczonych, jak i Europie stwierdzono ich około 2000. Mimo iż w Europie sumaryczna liczba obcych gatunków owadów ze wszystkich państw wynosi 2017, to jednak nie wszystkie są allochtoniczne dla całego kontynentu. Przykładowo trzmiele gajowy (*Bombus lucorum*) i ogrodowy (*B. hortorum*), mimo iż mają szeroki, bo holarktyczny i palearktyczny zasięg, to są gatunkami obcymi na Islandii. Entomofauna poszczególnych państw europejskich różni się liczbą gatunków allochtonicznych (czasami znacznie).



Ryc. 6. Zarastający rezerwat stepowy w Skorocicach. Fot. Waldemar Celary

Zależy to przede wszystkim od warunków klimatycznych danego kraju oraz od intensywności międzynarodowego handlu. W Europie Zachodniej i Środkowej jedno z czołowych miejsc pod względem liczby obcych gatunków owadów zajmuje Francja,

natomiast Niemcy mają ich mniej o blisko 20%, Szwajcaria o 40%, a Polska o 70% (tab. 8). Część zaaklimatyzowanych allochtonów staje się gatunkami ekspansywnymi lub inwazyjnymi. Te ostatnie najczęściej z powodu braku wrogów naturalnych oraz wysokiej rozrodczości mogą doprowadzać do zmian i destabilizacji lokalnych biocenoz, między innymi przez zmniejszanie różnorodności biologicznej rodzimej entomofauny. Przykładami gatunków inwazyjnych mogą być celowo wprowadzona na teren Europy i USA biedronka arlekin – *Harmonia axyridis* (ryc. 9) oraz zawleczony do USA cetyniec większy (*Tomicus piniperda*), natomiast przykładem gatunku



Ryc. 7. Samica *Sceliphron destillatorium* na podagryczniku (*Aegopodium podagraria*). Fot. Waldemar Celary

ekspansywnego może być zawleczona na teren Europy osa grzebiąca *Sceliphron curvatum*.

Biedronka arlekin jest gatunkiem środkowo-wschodnioazjatyckim, jednak w latach 80. wprowadzono ją do Europy Zachodniej (nieco później również do USA) w celu zwalczania mszyc występujących w szklarniach. Wkrótce gatunek ten wymknął się spod kontroli (po raz pierwszy stwierdzono go poza szklarnią w Niemczech w 1999) i gwałtownie zaczął się rozprzestrzeniać. Obecnie występuje w zachodniej oraz środkowej i południowej Europie (Belgia, Francja, Grecja, Holandia, Niemcy, Polska, Wielka Brytania), ponadto z USA przedostał się do Kanady oraz Brazylii i Argentyny. *Harmonia axyridis* stanowi bardzo poważne zagrożenie dla lokalnych faun biedronek, ponieważ poza mszycami pożera jaja i larwy innych biedronek. Jego wysoka rozrodczość powoduje, że wypiera rodzime biedronki.

Cetyniec większy jest eurazjatyckim gatunkiem kornika żerującym na sosnach, zawleczonym na początku lat 90. do USA wraz z transportem mebli z Europy. Po raz pierwszy znaleziono go latem 1992 roku na plantacji sosen w stanie Ohio. Do końca 2000 roku rozprzestrzenił się w 12 stanach USA i dwóch prowincjach Kanady stając się głównym szkodnikiem sosen w Ameryce Północnej. Obecnie *Tomicus pini-*



Ryc. 8. Budowa gniazda w budynku gospodarczym przez samice *Sceliphron destillatorium*. Fot. Waldemar Celary

perda poza sosną atakuje również świerki oraz modrzew i jedlicę, destabilizując biocenozy owadów na tych drzewach.

Sceliphron curvatum jest osą grzebiącą żyjącą w Azji Centralnej i Indiach oraz Nepalu, którą zawleczono pod koniec lat 70. XX w. do Austrii (pierwsze stwierdzenie koło miasta Graz w 1979 r.). W ciągu niecałych 30 lat grzebacz ten dynamicznie



Ryc. 9. Biedronka arlekin (*Harmonia axyridis*). Fot. Waldemar Celary

rozszerzał swój zasięg, zasiedlając kolejno: Słowenię, Węgry oraz Włochy, Sycylię, Czechy, Chorwację, Francję oraz Szwajcarię i Niemcy. W Polsce *Sceliphron curvatum* został stwierdzony po raz pierwszy w 2006 roku (ryc. 10). Zatem jak widać introdukcje i zawleczenia w końcowym efekcie powodują zarówno zwiększanie jak i zmniejszanie się bioróżnorodności lokalnej entomofauny, jednak przede wszystkim wpływają na jej homogenizację.

Pozytywny wpływ antropopresji na bioróżnorodność entomofauny

Wpływ presji człowieka na entomofaunę może mieć także dobre strony. Widzimy je, kiedy obserwujemy szereg działań „ochroniarskich”, przejawiających się ochroną biotopów rzadkich i zagrożonych gatunków owadów. Człowiek, tworząc rezerваты przyrody i parki narodowe oraz realizując program Natura 2000, stara się ochronić jak najwięcej z bioróżnorodności biosfery; przykładem rezerwatów entomologicznych mogą być chociażby rezerваты stepowe w Krzyżanowicach oraz „Przęślin” i „Góry Wschodnie” w Chotlu Czerwonym. Czasami sama ochrona siedlisk już nie wystarcza i trzeba wspomagać

zagrożone populacje poprzez zasilanie ich osobnikami z innych stanowisk, jak ma to miejsce w przypadku niepylaka apollo w Pieninach. Siedliska nie zawsze można chronić, gdyż czasami budzi to sprzeciw lokalnej społeczności. Wtedy jedynym ratunkiem dla zagrożonego gatunku jest jego introdukcja na bezpieczne dla niego nowe stanowiska. Przykładem takiego działania jest na przykład ochrona obrostki czarnonogiej. W przypadku zapylaczy coraz częściej można zauważyć pojawianie się tzw. ogródków pszcze-lich, niewielkich terenów z nektarodajną i pyłko-dajną roślinnością, tak jak ma to miejsce w Oddziale Pszczelnictwa w Puławach (ryc. 11). Generalnie rośnie także świadomość ekologiczna leśni-ków, dlatego też w lasach coraz częściej można zobaczyć dziuplaste i osłabione drzewa oraz posusz, umożliwiające egzystencję np. próchnojadów oraz ksylo- i kambiofagów. Ostatnimi czasy doceniono skalę zagrożeń dla europejskiej fauny owadów oraz zakres jej zmian, uruchamiając w 2004 r. trwają- cy 5 lat program ALARM (*Assessing Large Scale Enviromental Risks*), w którym wzięli udział specjaliści z 27 krajów. W trakcie jego re- alizacji starano się poznać przyczyny zaniku bio- różnorodności entomofauny oraz opracować meto- dy prewencji. Spadek różnorodności owadów szcze- gólnie wyraź- nie można było zauważyć między in- nymi na przykładzie dzikich zapylaczy, jakimi są trzmiele, gdzie odnotowano wymarcie 4 gatunków w 11 krajach Europy środkowej i zachodniej.



Ryc. 10. Gniazdo (komórki larwalne) *Sceliphron curvatum*. Fot. Waldemar Celary

Wpływ zmian bioróżnorodności owadów na ludzkość

Degradacja i fragmentacja biotopów oraz zanieczyszczenie środowiska jest prawdopodobnie jedną z przyczyn nie do końca zrozumiałego zja- wiska CCD (*colony collapse disorder*), czyli zja- wiska masowego ginięcia pszczoł miodnych. Jednak poza ginięciem *Apis mellifera* obserwujemy także wyraźne zmniejszenie się liczebności również dzi- kich zapylaczy. Trzeba sobie zdać sprawę z tego, iż



Ryc. 11. Ogród pszczelel na terenie laboratoriów Oddziału Pszczelnictwa w Puławach. Fot. Waldemar Celary

blisko 80% roślin jest entomogamicznych, a brak zapylaczy spowoduje zanik tych roślin. Część tych roślin wchodzi w skład diety człowieka, tak więc ich brak może spowodować głód. Innym problemem jest zmniejszenie się liczebności gatunków drapieżnych

Dr hab. Waldemar Celary pracuje w Zakładzie Ekologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Humanistyczno-Przyrodniczego Jana Kochanowskiego w Kielcach. E-mail: celary.waldemar@ujk.edu.pl

PESTYCYDY: ZA I PRZECIW

Ryszard Laskowski (Kraków)

Pestycydy, a zwłaszcza insektycydy, budzą emocje i prowokują skrajne opinie niemal od chwili ich odkrycia. Szczególnie gorące, ale i ważne dyskusje nad stosowaniem pestycydów rozgorzały wkrótce po tym, gdy do zwalczania szkodników i wektorów chorób zakaźnych zaczęto powszechnie wykorzystywać DDT – substancję znaną już od 1873 roku, a której owadobójcze własności zostały odkryte dopiero w 1939 roku (nagroda Nobla dla Paula Müllera w 1948 roku). W pierwszych latach stosowania DDT pozwoliło na niespotykany w historii ludzkości sukces w walce z roznoszonymi przez owady chorobami: tyfusem plamistym i malarią. Wkrótce jednak pojawiły się nieprzewidziane negatywne skutki tak powszechnego i, dodajmy, w znacznej mierze bez troskłego stosowania DDT, wynikające z dwóch ważnych cech tego pestycydu: dużej lipofilności i trwałości w środowisku. Przypadki masowego śnięcia ryb w skażonych DDT jeziorach i wymieranie ptaków drapieżnych, żywiących się rybami i owadami, zawierającymi wysokie stężenia DDT i jego pochodnych, doprowadziły do stopniowego wycofywania tego pestycydu z rynku, aż do całkowitego zakazu jego stosowania, wprowadzonego w większości krajów w latach 1970. (Polska – 1976). DDT zastępowano stopniowo nowocześniejszymi insektycydami, jednak

i parazytoidalnych ograniczających liczebność populacji fitofagów przez stosowanie insektycydów. Jeszcze innym problemem jest wprowadzanie monokultur, co często skutkuje masowymi pojawami niektórych fitofagów, czyli tzw. gradacjami, które powodują ogromne straty w rolnictwie (stonka ziemniaczana, słodyszek rzepakowy) czy leśnictwie (korniki). Ostatnio coraz częściej widzimy negatywne skutki ocieplenia klimatu, które między innymi umożliwia przesuwanie zasięgów tropikalnych owadów. Szczególnie niebezpieczne jest to, że dotyczy także przenoszących choroby (malaria, żółta febra, denga itd.) niektórych gatunków komarów. Można przypuszczać, że w nieodległej przyszłości na choroby tropikalne mogą być narażeni mieszkańcy Europy Południowej.



charakter działania większości insektycydów jest podobny – oddziałując na układ nerwowy, nie mogą być wysoce specyficzne, ponieważ sygnały nerwowe przekazywane są w praktycznie identyczny sposób u wszystkich zwierząt, w tym u człowieka. Można zatem uznać, że problemy znane z historii DDT w znacznej mierze odnoszą się także do większości innych organicznych insektycydów.

Zakaz stosowania DDT z całą ostrością ujawnił na nowo problemy, które od wieków gnębiły ludzkość: nastąpił błyskawiczny powrót malarii na tereny, na których jej występowanie ograniczono w latach 1950. – 1960. niemal do zera, owadzie szkodniki znów powodowały spustoszenie w uprawach w krajach tropikalnych. Na początku tego wieku liczba zgonów z powodu malarii przekroczyła 1 milion rocznie (niektóre statystyki podają nawet do 2 milionów). Pod naporem tych faktów, w 2006 roku Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) ponownie dopuściła DDT do stosowania w celu zwalczania malarii i innych tropikalnych chorób przenoszonych przez owady.

Odpowiedź na pytanie, czy pestycydy to przede wszystkim problemy ekologiczne, czy też zbawienie dla wciąż rosnącej populacji, jest zatem niezwykle trudna. Będziemy starali się jednak tę odpowiedź znaleźć.

WIELONIENASYCONE KWASY TŁUSZCZOWE OMEGA-3: BRAĆ CZY NIE BRAĆ? – OTO JEST PYTANIE.

A JAK BRAĆ - TO KTO POWINIEN, KIEDY, ILE I DLACZEGO?

Jerzy Z. Nowak (Łódź)

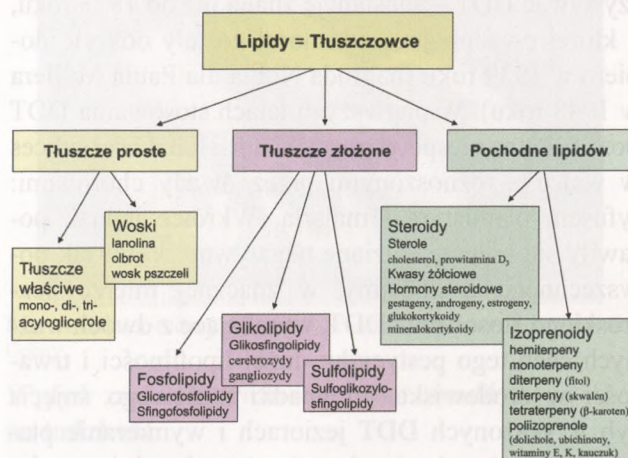
DHA i EPA to skróty nazwy związków kojarzonych w cywilizowanych społeczeństwach niemalże automatycznie z czymś, co dobrze działa na organizm – stąd zainteresowanie dietą bogatą w owe substancje, a także olbrzymi popyt na preparaty wzbogacone w takie związki. Termin „omega-3” (ω -3), albo rozszerzone nazwy: „kwasy omega-3” lub „kwasy tłuszczowe omega-3”, w obiegowym języku są równie często stosowane do jednoczesnego określenia DHA i EPA. Popularność nazw skrótowych bierze się stąd, że nazwy chemiczne omawianych (i innych strukturalnie podobnych) związków są skomplikowane i trudne do zapamiętania. Kwas dokozaheksaenowy (*docosahexaenoic acid*) i kwas eikozapentaenowy (*eicosapentaenoic acid*) – bo to o nich mowa – to tzw. długołańcuchowe wielonienasycone kwasy tłuszczowe serii omega-3. Występują one powszechnie w organizmach żywych, zwłaszcza zwierząt i człowieka, i pełnią liczne, bardzo ważne dla życia funkcje.

Jak podają statystyki, spożycie suplementów diety zawierających DHA i EPA systematycznie rośnie, m.in. dzięki rekomendacji lekarzy różnych specjalności, wśród nich: kardiologów, dermatologów, okulistów, a także neurologów i psychiatrów, oraz nagłaśniania ich zalet przez masmedia. W zdecydowanej większości preparatów suplementacyjnych dostępnych na rynku zawartość EPA jest większa od zawartości DHA – czy zatem stosunek ilościowy EPA do DHA, a także ogólnie kwasów tłuszczowych omega-3 do kwasów omega-6 ma jakiegokolwiek znaczenie?

Wszechobecność reklam preparatów zawierających kwasy tłuszczowe omega-3 obecnych w sprzedaży zachęca do ich kupowania i spożywania przez coraz większą grupę ludzi, tym bardziej, że są one dostępne bez recepty i polecane jako środek profilaktyczno-terapeutyczny na różnorodne choroby i dolegliwości. Jednak, z powszechnością dostępnych preparatów bogatych w kwasy omega-3, nie idzie w parze wiedza na ich temat. Oferowane w sprzedaży preparaty – nazywane suplementami diety – najczęściej nie posiadają ulotki opisującej szczegółowo zawartość oferowanego produktu (w przeciwieństwie do leków), poza lakonicznymi informacjami, z których użytkownik niewiele może się dowiedzieć nt. składu chemicznego danego preparatu, nie mówiąc o mechanizmie/ach działania. Użytkownikowi ma wystarczyć informacja

mówiąca, że kwasy omega-3 są dobre właściwie na wszystkie dolegliwości zdrowotne. Przy braku stosownej informacji odnośnie dawkowania preparatów zawierających kwasy omega-3, upowszechnia się opinia typu „im więcej – tym lepiej”. Powstaje zatem pytanie, czy kwasy omega-3 rzeczywiście można przyjmować do woli? Czy intensywnej suplementacji kwasami omega-3 mogą towarzyszyć objawy niekorzystne – a jeśli tak, to na co zwracać uwagę?

Na te i wiele innych pytań czytelnik znajdzie odpowiedź w obecnym opracowaniu. Ze względu na właściwości chemiczne, kwas dokozaheksaenowy (DHA) zajmuje szczególną pozycję wśród kwasów omega-3; pełni on kluczową rolę w funkcji błony plazmatycznej każdej komórki (jednak szczególnie neuronu czy komórki sensorycznej – jaką jest fotoreceptor obecny w siatkówce oka) oraz sygnalizacji międzykomórkowej. W celu zrozumienia biologicznej roli kwasów omega-3, a zwłaszcza DHA i EPA, ich miejsca wśród licznej rodziny związków strukturalnie podobnych, niezbędne jest wprowadzenie czytelnika w arkana związków lipidowych, z podkreśleniem różnorodności ich budowy i nazewnictwa, wzajemnych interakcji, oraz specyfiki funkcjonalnej.



Ryc. 1. Podział lipidów.

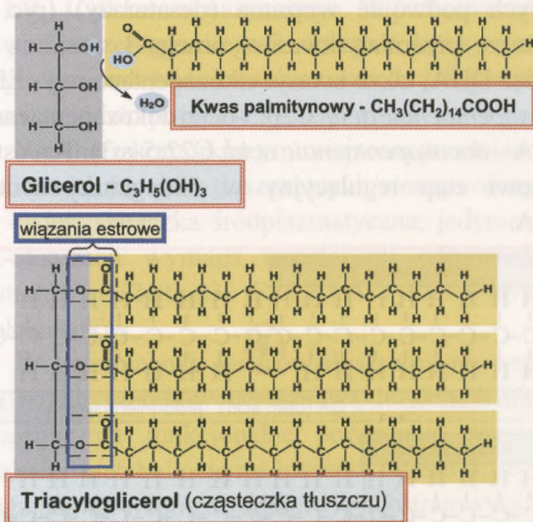
Lipidy - rozważania ogólne

Lipidy, czyli tłuszczowce, stanowią heterogenną grupę związków zbudowanych głównie z atomów węgla i wodoru i posiadających stosunkowo niewiele grup funkcyjnych zawierających tlen. Taka kompozycja

sprawia, że cząsteczka lipidu ma właściwości hydrofobowe. Wszystkie lipidy charakteryzuje pewna strukturalna cecha zwana amfipatycznością; o takich związkach mówimy, że są amfifilowe, co oznacza, że oba krańce cząsteczki lipidowej wykazują odmienną charakterystykę: hydrofilową (polarną – jonową; tzw. hydrofilowa głowa) i hydrofobową (niepolarną; tzw. hydrofobowy ogon). Własności amfipatyczne (amfifilowe) lipidów błonowych leżą u podstaw organizacji dwuwarstwowej struktury błony biologicznej.

Wśród lipidów, obok steroli, izoprenoidów i tokoferoli (te ostatnie, choć mają odmienną budowę, są również zaliczane do lipidów), wyróżnia się ponadto grupę tłuszczów prostych i złożonych (ryc. 1).

Tłuszcze proste – obejmują tzw. tłuszczewłaściwe, które są estrami zbudowanymi z jednej cząsteczki glicerolu (stanowiącej rdzeń lipidu), podstawionej, czyli zestryfikowanej 1–3 cząsteczkami kwasu tłuszczowego – powstają mono-, di- i triacyloglicerole, nazywane również mono-, di-, triglicerydami. Glicerol jest trójwęglowym alkoholem, w którym poszczególne atomy węgla oznakowane są symbolami: C_1 , C_2 i C_3 , a według numeracji stereospecyficznej: *sn*-1, *sn*-2 i *sn*-3. Ryc. 2 przedstawia tworzenie triacyloglicerolu



Ryc. 2. Tworzenie triacyloglicerolu. Trójwęglowy glicerol tworzy rdzeń struktury, który przyłącza – wiązaniem estrowym – jeden, dwa lub trzy kwasy tłuszczowe, tworząc mono-, di- lub triacyloglicerol. Schemat górny – glicerol przyłącza nasycony 16-węglowy kwas palmitynowy; schemat dolny – utworzona cząsteczka tłuszczu – triacyloglicerol. Często konformacją kompleksowej cząsteczki acyloglicerolu jest: glicerol plus kwas palmitynowy oraz jeden lub dwa kwasy nienasycone.

Woski stanowią podklasę tłuszczów prostych i obejmują estry długołańcuchowych alkoholi oraz kwasów tłuszczowych; dzielą się na woski roślinne i zwierzęce (te ostatnie są wymienione na schemacie). Nie są omawiane w obecnym artykule. W największym skrócie: lanolina jest mieszaniną wosków oraz innych związków lipidowych zawierająca kwasy o 14–35 atomach węgla w łańcuchu (mogą występować kwasy rozgałęzione); olbrot = spermacet, półpłynna substancja występująca w głowie kaszalota (w przeszłości służył jako smar maszynowy, a także produkt do wyrobu świec, maści, kremów, kredek); wosk pszczeł – główne składniki to kwas palmitynowy, palmitoolejowy, hydroksypalmitynowy i oleinowy, które są zestryfikowane przez długołańcuchowe alkohole; pszczołom służy do budowania plastrów w ulu.

(triglicerydu), w którym glicerol przyłącza 3 cząsteczki kwasu tłuszczowego. Przyłączane kwasy mogą być jednego rodzaju → triacyloglicerole proste, lub dwóch albo trzech rodzajów → triacyloglicerole mieszane. Często konformacją kompleksowej cząsteczki acyloglicerolu jest: glicerol + kwas palmitynowy oraz jeden lub dwa kwasy nienasycone. Choć acyloglicerole stanowią przeważającą formę kwasów tłuszczowych obecnych w tkankach, związki te mogą występować również w formie niezestryfikowanej – jako wolne kwasy tłuszczowe, które są obecne w surowicy krwi.

Tłuszcze złożone – zawierają w swojej cząsteczce dodatkowo związki fosforu (fosfolipidy), cukru (glikolipidy) i siarki (sulfolipidy); są one składnikami wszystkich błon biologicznych.

Głównymi komponentami lipidów błonowych są kwasy tłuszczowe zawierające najczęściej od 12 do 24 atomów węgla (C_{12} – C_{24}), tworzące łańcuchy węglowodorowe. Związki takie mogą reprezentować zarówno **kwasy nasycone**, a więc nie zawierające żadnego podwójnego wiązania, jak i **kwasy nienasycone** – posiadające jedno lub więcej wiązań podwójnych między atomami węgla w łańcuchu węglowodorowym. Obecność jednego wiązania podwójnego „ $C=C$ ” odnosi się do kwasów jednonienasyconych albo monoenowych, dwóch i więcej – do kwasów wielonienasyconych, a więc dienowych, trienowych, tetraenowych, itd. Przykładami kwasów tłuszczowych nasyconych są kwasy: laurynowy (C_{12}), mirystynowy (C_{14}), palmitynowy (C_{16}), stearynowy (C_{18}), arachidowy (C_{20}), behenowy (C_{22}), lignocerynowy (C_{24}), posiadające łańcuch zbudowany z 12, 14, ..., 24 atomów węgla (C); naturalne kwasy tłuszczowe zawierają parzystą liczbę atomów węgla. Przykładem kwasu monoenowego może być np. kwas oleinowy ($C_{18:1-\omega 9}$), dienowego – kwas linolowy ($C_{18:2-\omega 6}$), trienowego – kwas alfa-linolenowy ($C_{18:3-\omega 3}$), tetraenowego – kwas arachidonowy ($C_{20:4-\omega 6}$).

Liczba i położenie wiązań podwójnych ma zasadnicze znaczenie dla kształtu cząsteczki kwasu tłuszczowego, ponieważ ich obecność powoduje odgięcie łańcucha węglowodorowego skutkujące osłabieniem oddziaływań hydrofobowych między sąsiadującymi łańcuchami kwasów tłuszczowych. Ponadto, zależne od podwójnych wiązań zmiany konformacyjne w strukturze kwasów tłuszczowych wpływają na właściwości błon biologicznych, generalnie wzmagając ich płynność. Ryc. 3 pokazuje przykłady konformacji nasyconego i nienasyconego kwasu tłuszczowego, z możliwymi izoformami „*cis*” i „*trans*” kwasu nienasyconego (w naturalnych kwasach tłuszczowych wszystkie podwójne wiązania występują w konfiguracji „*cis*”).

(ryc. 4). Najbardziej znanym przedstawicielem kwasów serii omega-6 jest kwas arachidonowy (AA lub ARA – *arachidonic acid*; C20:4- ω 6) – prekursor wielu biologicznie aktywnych związków, takich jak: prostaglandyny, tromboksany i leukotrieny (ryc. 6). Natomiast ostatnim produktem w szeregu omega-6 jest DPA (C22:5- ω 6), posiadający 5 wiązań podwójnych (tak jak w przypadku DPA z szeregu omega-3), przy czym pierwsze wiązanie podwójne występuje w pozycji omega-6. W sensie przemian metabolicznych, DPA- ω 6 jest odpowiednikiem DHA w szeregu omega-3.

Z kolei kwas oleinowy (C18:1- ω 9) rozpoczyna szereg kwasów omega-9. W wyniku działania Δ 6-desaturazy, elongazy i Δ 5-desaturazy, kwas oleinowy ulega przemianie do kwasu oktadekadienowego (C18:2- ω 9), kwasu eikozadienowego (C20:2- ω 9) i następnie kwasu eikozatrienowego (C20:3- ω 9; MA – *mead acid*), który miejscem w szeregu omega-6 i omega-3 odpowiada kwasom: arachidonowemu i eikozapentaenowemu (EPA).

Warto wspomnieć, że kwas oleinowy może powstawać w tkankach z nasyconego kwasu stearynowego (C18:0) w procesie katalizowanym przez Δ 6-desaturazę, enzym wprowadzający podwójne wiązanie między C9 i C10 kwasu nasyconego. W przeciwieństwie do kwasów szeregu omega-3 i omega-6, kwasy szeregu omega-9 nie należą do kwasów niezbędnych, ponieważ organizm ludzki potrafi je syntetyzować.

Wewnątrzkomórkowym miejscem przemian metabolicznych kwasów tłuszczowych szeregu omega-3, -6 i -9 jest siateczka śródplazmatyczna; jedynie etap beta-oksydacji wymaga translokacji odpowiednich substratów (C24:6- ω 3, C24:5- ω 6 i C24:4- ω 9) do peroksisomów.

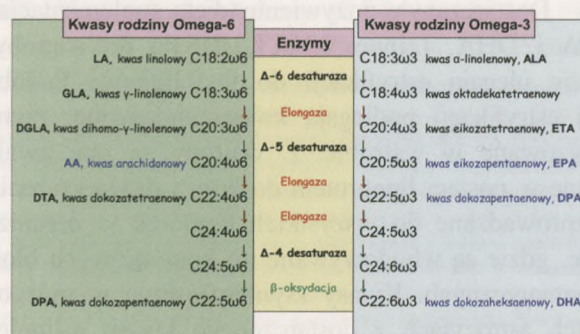
W przemianach kwasów tłuszczowych wszystkich trzech szeregów uczestniczą te same enzymy, wskazując na funkcjonalne powiązania pomiędzy ścieżkami metabolicznymi kwasów omega-3, -6 i -9, polegające na współzawodnictwie substratowym i regulacji danego etapu przemian na zasadzie ujemnego sprzężenia zwrotnego przez produkt bezpośredni lub dalszy. Dla przykładu, aktywacja jednego toru przemian, np. wynikająca z priorytetowej podaży określonego lipidu prekursorowego w danym szeregu, np. kwasu linolowego – ω 6 (którego jest bardzo dużo w takich roślinach spożywczych i ich olejach, jak soja, kukurydza, słonecznik, orzech włoski), i/lub kwasu oleinowego – ω 9 (który znajduje się we wszystkich tłuszczach i olejach jadalnych, a którego najbogatszym źródłem są oleje z orzeszków ziemnych, oliwek czy rzepaku), spowoduje obniżenie intensywności przemian w szeregu omega-3. Należy zaznaczyć, że w przypadku niedoboru kwasu linolowego (ome-

ga-6) i α -linolenowego (omega-3), przemianom katalizowanym przez desaturazy Δ 6 i Δ 5 ulega kwas oleinowy (omega-9), którego metabolitem jest kwas eikozatrienowy (C20:3- ω 9). Normalnie, stężenia tego kwasu w tkankach są niskie, lub wręcz śladowe; jego wysokie stężenia, odzwierciedlające zintensyfikowany metabolizm kwasów szeregu omega-9, informuje o niedoborze kwasów omega-3 i omega-6.

U człowieka współczesnego, nie preferującego pokarmów rybnych (bogatych w kwasy omega-3), kaskada przemian kwasów omega-3 nie będzie na tyle intensywna, aby sprostać wymaganiom organizmu; dlatego też kwasy te (EPA i DHA), istotne dla prawidłowej funkcji komórki/tkanki/narządu, powinny być dostarczane w pożywieniu bądź właściwie suplementowane.

Warto nadmienić, że u człowieka, w warunkach fizjologii endogenna konwersja ALA do EPA, a zwłaszcza do DHA jest niewielka (<1%; w tym zakresie kobiety są bardziej efektywne od mężczyzn). O wielkości syntezy DHA decyduje trzetaopowa sekwencja DPA $\rightarrow$ EPA $\rightarrow$ DHA, która podlega hamowaniu przez endogennie wytworzone i egzogenne (dieta, suplementacja) EPA i DHA. Ponadto, DHA może ulegać konwersji wstecznej do DPA i EPA: ok. 1,4% w warunkach fizjologii przy „normalnej” diecie (tj. nie zawierającej produktów szczególnie bogatych w DHA) i do 12% u ludzi intensywnie i przewlekłe przyjmujących DHA.

Ryc. 5 przedstawia wieloetapową syntezę kwasów tłuszczowych szeregu omega-3 i omega-6, z zaznaczonymi enzymami katalizującymi podobne etapy przemian, natomiast ryc. 6 pokazuje różnorodne związki biologicznie aktywne (m.in. prostanoidy serii 2 i 3, leukotrieny serii 4 i 5, lipoksyny, rezolwiny, neuroprotektyny), powstające z kwasów tłuszczowych szeregu omega-3 i omega-6.



Ryc. 5. Przemiany kwasów tłuszczowych szeregu omega-3 i omega-6. W niezamieszczonym na rycinie szeregu przemian kwasów omega-9 związkami wyjściowymi jest kwas oleinowy (C18:1- ω 9), który w wyniku działania Δ 6-desaturazy, elongazy i Δ 5-desaturazy ulega przemianie do, odpowiednio, kwasu oktadekadienowego (C18:2- ω 9), kwasu eikozadienowego (C20:2- ω 9) i kwasu eikozatrienowego (C20:3- ω 9; MA – *mead acid*), który miejscem w szeregu omega-6 i omega-3 odpowiada odpowiednio kwasom: arachidonowemu (C20:4- ω 6; AA) i eikozapentaenowemu (C20:5- ω 3; EPA).

Kwasy: eikozapentaenowy i dokozaheksaenowy

Kwasy eikozapentaenowy (*eicosapentaenoic acid*; EPA) i dokozaheksaenowy (*docosahexaenoic acid*; DHA) są długołańcuchowymi wielonienasyconymi kwasami tłuszczowymi (WNKT; LC-PUFA – *long-chain polyunsaturated fatty acids*) występującymi powszechnie w błonach komórkowych/plazmatycznych całego organizmu. W tkankach ośrodkowego układu nerwowego głównym ω 3-kwasem jest DHA, który stanowi do 50% całej frakcji błonowych fosfolipidów w tkance mózgowej, a w siatkówce jeszcze więcej – ok. 75-90% błonowych fosfolipidów.

DHA i EPA mogą występować w stanie wolnym, jednak duża ich część tworzy połączenia z fosfatydyloetanoloaminą (oznaczaną PEA lub PE) i fosfatydylocholiną (PC). Niewielka część może także tworzyć połączenia z fosfatydyloseryną (PS) – mówimy wówczas o resztach DHA bądź EPA wchodzących w skład fosfolipidów. Łańcuch EPA zbudowany jest z 20 atomów węgla (C20) i posiada 5 podwójnych wiązań w określonych miejscach ($C_5=C_6$, $C_8=C_9$, $C_{11}=C_{12}$, $C_{14}=C_{15}$ i $C_{17}=C_{18}$, z których pierwsze „-C=C-” pojawia się w pozycji omega-3 (ω 3; $C_{18}=C_{17}$). DHA zbudowany jest z 22 atomów węgla (C22) i posiada 6 podwójnych wiązań w określonych miejscach ($C_4=C_5$, $C_7=C_8$, $C_{10}=C_{11}$, $C_{13}=C_{14}$, $C_{16}=C_{17}$ i $C_{19}=C_{20}$), z pierwszym „-C=C-” w pozycji omega-3 (ω 3), tj. $C_{20}=C_{19}$. Strukturę EPA można zatem określić zapisem C20:5- ω 3 albo 20:5n3 (lub 20:5n-3), a DHA – C22:6- ω 3 albo 22:6n3 (lub 22:6n-3); w niektórych publikacjach można spotkać również inne zapisy dla EPA i DHA, mianowicie 20:5n- ω 3 i 22:6n- ω 3 (ryc. 7).

Transport egzogenego i „wątrobowego” EPA i DHA do mózgu

Dostarczany w pożywieniu (dieta, suplementacja) EPA i DHA, i inne WNKT, trafiają do wątroby, gdzie ulegają estryfikacji do fosfolipidów. Podobnej estryfikacji podlegają kwasy endogenne, zsintetyzowane w wątrobie. Z wątroby są one uwalniane w postaci lipoprotein do krwi i drogą krążenia rozprowadzane do wszystkich komórek w organizmie, gdzie są wbudowywane do komórkowych błon plazmatycznych. Kwasy zsintetyzowane w mózgowych astrocytach z dostarczonego kwasu α -linolenowego (C18:3- ω 3) są uwalniane do matriksu zewnątrzkomórkowego i dalej wychwytywane przez sąsiadujące neurony. Wykazano, że glejowa produkcja DHA znajduje się pod precyzyjną ujemną autokontrolą, co oznacza, że dostarczony z zewnątrz bądź lokalnie wyprodukowany DHA hamuje włas-

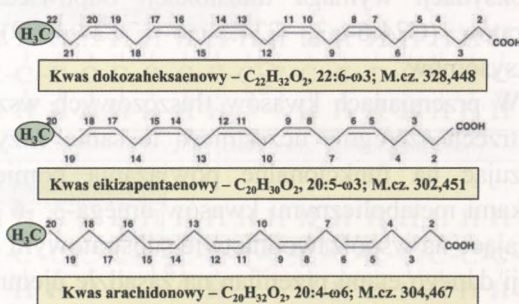
ną syntezę – jednakże nie do końca. Istnienie konstitutywnego procesu syntezy DHA wskazuje, iż

Typ związku	Omega-6 mediatory pochodne kwasu arachidonowego	← →		Omega-3 mediatory pochodne EPA i DHA
		Działanie fizjologiczne	Działanie fizjologiczne	
Prostaglandyny	PGD ₂ , PGE ₂ , PGF ₂ , PGI ₂	proarytmiczne	przeciwoarytmiczne	PGD ₂ , PGE ₂ , PGF ₂ , PGI ₂
Tromboksany	TXA ₂ , TXB ₂	aktywator płytek skurcz naczyń	inhibitor płytek rozszerzenie naczyń	TXA ₂ , TXB ₂
Leukotrieny	LTA ₄ , LTB ₄ , LTC ₄ , LTD ₄ , LTE ₄	prozapalne	przeciwzapalne	LTA ₄ , LTB ₄ , LTC ₄ , LTD ₄ , LTE ₄
Pochodne Epoksykizozatrenowe	5,6-EET, 8,9-EET, 11,12-EET, 14,15-EET	zapalne		
Pochodne Hydroksykizozatrenowe	5-HETE, 12-HETE, 15-HETE			
Lipoksyny	LXA ₄ , LXB ₄	przeciwzapalne		
Rezowliny			przeciwzapalne	RvE1, RvE2 RvD1, -2, -3, -4
Neuroprotektyna			przeciwzapalne	NPD1
Marezyrna			przeciwzapalne	MaR1

Ryc. 6. Kwasy szeregu omega-3 i omega-6 jako substraty dla wielu rodzin związków o różnych działaniach fizjologicznych. Zwracają uwagę efekty przeciwzapalne wywołane głównie przez mediatory pochodzące od EPA i DHA (leukotrieny, rezowliny, neuroprotektyny, marezyrny), ale także lipoksyny pochodzące od kwasu arachidonowego (LXA₄), i efekty prozapalne/zapalne wywołane przez mediatory pochodzące tylko od kwasu arachidonowego. Pusty prostokąt oznacza brak danych.

ten najbardziej nienasycony kwas tłuszczowy musi pełnić biologicznie ważną i niezbywalną rolę w całokształcie metaboliczno-funkcjonalnym mózgu. Inne obserwacje wykazały, że zestryfikowana forma DHA (np. kompleks DHA-lizofosfatydylocholina) jest preferencyjnie (wobec formy wolnej DHA) wychwytywana przez tkankę mózgową, w procesie, w którym istotną rolę spełnia endotelium mózgowych

kwas Δ -4,7,10,13,16,19-dokozaheksaenowy - DHA
kwas Δ -5,8,11,14,17-eikozapentaenowy - EPA
kwas Δ -5,8,11,14-eikozatetraenowy (arachidonowy) - AA



Ryc. 7. Struktura chemiczna kwasu dokozaheksaenowego (DHA) i porównanie ze strukturami kwasu eikozapentaenowego (EPA) i kwasu arachidonowego.

mikronaczyń. Transport długołańcuchowych kwasów tłuszczowych do struktur ośrodkowego układu nerwowego jest procesem efektywnym i wysoce specyficznym, czego przykładem może być transport tychże kwasów do siatkówki. Warto przypomnieć, że właśnie w siatkówce, tej integralnej części mózgu (siatkówka wraz z nerwem wzrokowym są *de facto* wypustką mózgu), występują najwyższe stężenia DHA.

Drogą krążenia i systemu choriokapilarnego – tzw. pętlą długą – DHA i inne WNKT dostają się do komórek

nabłonka barwnikowego siatkówki (RPE – *retinal pigment epithelium*). Część nowo utworzonych bądź rekonstruowanych fosfolipidów zawierających DHA trafia do segmentów wewnętrznych fotoreceptorów (które zawierają barwniki wzrokowe, np. rodopsynę), by służyć tam jako element budulcowy struktury segmentu zewnętrznego (POS – *photoreceptor outer segment*). Proces odbudowy POS od strony perikarionu, precyzyjnie kompensujący zużyte i złuszczone szczytowe fragmenty POS, jest kluczowy dla utrzymania funkcjonalnej stabilności fotoreceptora. Wielkość POS ma bowiem kardynalne znaczenie dla przeżycia komórki fotoreceptorowej i jakiegokolwiek zaburzenia tego procesu skutkują degeneracją komórki. Wraz ze złuszczanymi dyskopaketami bogatymi w DHA, kwas ten trafia ponownie do komórek RPE, skąd – tzw. pętlą krótką – zostaje wydzielony i skierowany do segmentu wewnętrznego fotoreceptora w celu odbudowy POS.

DHA – funkcje i zalety

DHA pełni szereg funkcji fizjologicznych, zasadniczych dla życia komórek i niewątpliwie można je utożsamiać z zaletami tego związku. Z punktu widzenia roli jaką pełni DHA w tkankach ośrodkowego układu nerwowego, dwa kierunki działań DHA można uznać jako kluczowe:

1. unikatowa rola DHA jako elementu budulcowego błon plazmatycznych fotoreceptorów, a zwłaszcza ich segmentów zewnętrznych (POS), oraz komórek mózgu, zwłaszcza neuronów, oraz

2. pełnienie roli substratu dla związków o potencjale cytoprotekcyjnym i przeciwzapalnym.

Ad 1. DHA, będąc integralnym elementem błon plazmatycznych, utrzymuje odpowiednią „płynność” błonowej dwuwarstwy lipidowej; przyczynia się również do eliminacji cholesterolu¹ i tym samym dalej zwiększa „upłynnienie” błony. DHA wpływa

zatem na właściwości fizyczne błony, zwłaszcza błonowych mikrodomen sygnalizacyjnych, określanych jako „błonowe tratwy”², które zawiadują kompartmentalizacją procesów komórkowych. Należy zaznaczyć, że komórka nerwowa otrzymuje jednocześnie wiele sygnałów z zewnątrz – każdy może aktywować (bądź hamować) określoną ścieżkę sygnalizacyjną prowadzącą do określonych białek/procesów efektorowych. Odpowiedź końcowa neuronu (generacja potencjału czynnościowego, bądź hiperpolarizacja błony komórkowej, jaka występuje po np. zaabsorbowaniu fotonu przez fotoreceptor) jest wypadkową reakcją na wszystkie bodźce działające na daną komórkę w danym momencie, niezależnie od tego w jakim miejscu/kompartmencie komórki dany sygnał był „realizowany”. Przykładem dobrze ilustrującym skompartmentalizowaną odpowiedź biologiczną może być fotoaktywacja pigmentu wzrokowego (np. rodopsyny) w komórce fotoreceptorowej siatkówki, której przebieg, wraz z zachowaniem optymalnej funkcji barwnika, uzależniony jest właśnie od obecności DHA.

Ujmując rzecz bardziej ogólnie można powiedzieć, że wywołane przez DHA zmiany błonowe w różnych komórkach organizmu mają znaczenie fundamentalne dla funkcji błonowych receptorów, kanałów jonowych i białek transporterowych, a także dla uwalniania z błony związków lipidowych, będących prekursorami dla molekuł sygnałowych. Wszystkie te procesy/zjawiska decydują o poziomie pobudliwości komórki na bodźce zewnętrzne i gotowości danej komórki do interakcji międzykomórkowych.

Ad 2. Będąc substratem dla lipooksygenazy (LOX), DHA ulega przemianom do związków dokozatrienowych o silnym działaniu neuroprotekcyjnym. Takim związkiem powstałym z DHA w wyniku działania 15-LOX i następującej 16/17-epoksydacji jest kwas 10*R*,17*S*-dihydroksy-dokoza-4*Z*,7*Z*,11*E*,13*E*,15*Z*,19*Z*-heksaenowy, określany również jako 10,17*S*-doko-

¹ O cholesterolu – lipidzie z grupy steroidów – mówi się wiele, zwłaszcza w odniesieniu do jego niekorzystnych aspektów nawiązujących do hipercholesterolemii, jako czynnika ryzyka wystąpienia miażdżycy i chorób sercowo-naczyniowych (stężenia prawidłowe tego sterolu w osoczu to: < 200 mg/dl albo < 5,2 mmol/l; o umiarkowanej hipercholesterolemii mówimy przy stężeniach 200–250 mg/dl, 5,1–6,5 mmol/l; natomiast stężenia > 250 mg/dl, a więc > 6,5 mmol/l, wskazują na znacznie podwyższony poziom cholesterolu). Oprócz ujemnych relacji cholesterolu z układem krążenia, lipid ten stanowi główny składnik kamieni żółciowych. Mówiąc o cholesterolu często jednak zapominamy o jego niezbędności w organizmie zwierząt i człowieka. Cholesterol i jego pochodne są fizjologicznymi składnikami błon biologicznych (z wyjątkiem błon mitochondrialnych) wszystkich komórek zwierząt i człowieka – mózg należy do narządów najbogatszych w te sterole; dużo cholesterolu stwierdza się w nadnerczach i osłonce mielinowej nerwów (gdzie funkcjonuje jako izolator). Cholesterol działa stabilizująco na błony biologiczne i decyduje o wielu ich właściwościach. W warunkach fizjologii wątroba syntetyzuje *de novo* ok. 1 g cholesterolu dziennie. Jest on prekursorem w syntezie kwasów żółciowych, przekształcanych następnie w sole żółciowe, magazynowane i zagęszczane w pęcherzyku żółciowym. Sole żółciowe stanowią główną postać wydzielania cholesterolu. Powstające na bazie cholesterolu sole żółciowe są niezbędne do emulgacji tłuszczów i absorbowania w jelicie witamin rozpuszczalnych w tłuszczach (A, D, E, K). Ponadto, cholesterol jest substratem do syntezy witaminy D i hormonów steroidowych: cholesterol (C27) → pregnenolon (C21) → progestageny (C21) → [glikokortykoidy (C21), mineralokortykoidy (C21), androgeny (C19), estrogeny (C18)].

² Błonowe tratwy, zwane również tratwami lipidowymi (*lipid rafts*), albo raftami lipidowymi, są małymi (10–200 nm), heterogennymi domenami w błonie komórkowej, które kompartmentalizują różnorodne procesy komórkowe. Są wzbogacone w sterole (m.in. cholesterol), sfingolipidy i bogate w DHA fosfolipidy; charakteryzują się dużą dynamiką molekularno-funkcjonalną. Rafty mogą obejmować nawet 30–40% powierzchni błony komórkowej. Eliminacja komórkowego cholesterolu przez DHA przyczynia się do zwiększenia rozmiaru raftów. Przypuszcza się, że działania „dobroczynne” DHA o szerokim zasięgu mogą być przypisane koegzystencji błonowych domen bogatych w DHA i raftów lipidowych oraz oddziaływaniom DHA na rafty, co przyczynia się do zwiększenia aktywności białek sygnałowych i, w konsekwencji, do poprawy funkcji komórek.

zatrien i znany pod nazwą neuroprotektyna D1 (NPD1; D od DHA). NPD1 jest tworzona zarówno w fotoreceptorach (segmenty wewnętrzne) jak i w komórkach RPE i najprawdopodobniej w komórkach mózgu. Oddziałując na swoiste receptory, NPD1 uruchamia mechanizmy prowadzące do licznych prożyciowych efektów, m.in. hamowania ekspresji i aktywności czynników prozapalnych, hamowania proapoptotycznej kaspazy-3 czy stymulacji czynników antyapoptotycznych (np. białek rodziny Bcl-2).

Oprócz NPD1, z DHA (a także z EPA) powstają związki o potencjale przeciwzapalnym – rezolwiny (*resolvins* – endogenne związki czynnie „wygaszające” proces zapalny). Sekwencyjne działanie 15-LOX i 5-LOX (połączone z dodatkowymi reakcjami) powoduje konwersję DHA do 17SHpDHA w pierwszym etapie, z następującym powstaniem czterech rezolwin serii D (od DHA), nazywanych skrótowo RvD1, RvD2, RvD3 i RvD4; najnowsze dane mówią już o 6 typach rezolwin, tj. RvD1–RvD4 oraz RvD5 i RvD6.

DHA jest także substratem dla cyklooksygenazy-2 (COX-2). Reakcja zachodząca przy udziale acetylowanego COX-2 (ASA:COX-2; acetylacja następuje w obecności kwasu acetylosalicylowego, ASA – *acetylsalicylic acid*; popularnej aspiryny/polopiryny) skutkuje powstaniem 17RHpDHA, który za sprawą 5-LOX podlega dalszym przemianom do rezolwin RvD1–RvD6. Dla podkreślenia roli ASA w inicjacji tej ścieżki przemian DHA, powstające rezolwiny poprzedzane są adnotacją „zależne od aspiryny” (*aspirin-triggered resolvins*, ATRvDs; AT-RvD1–AT-RvD6). Reakcje konwersji DHA do 17RHpDHA może także katalizować monooksygenaza z grupy cytochromu P450.

Podobnie jak w przypadku DHA, EPA również podlega sekwencyjnym przemianom przy udziale 15-LOX/5-LOX oraz ASA:COX-2/5-LOX. W pierwszym etapie powstaje 18R-hydroperoksy-EPE (18R-HpEPE lub 18R-HEPE; HpEPE lub EPE = kwas hydroperoksyekozapentaenowy), przetwarzany następnie do 5S-hydroperoksy-18R-hydroksy-EPE i dalej – w wyniku enzymatycznej epoksydacji połączonej z hydrolizą lub redukcji – do dwóch rezolwin serii E (od EPA), tj. odpowiednio rezolwiny E1 (RvE1) i rezolwiny E2 (RvE2). EPA może także podlegać przemianom do rezolwin serii E szlakiem zależnym od ASA:COX-2 i 5-LOX.

Ostatnie dane wskazują na istnienie kolejnej ścieżki możliwych przemian DHA do jakościowo nowych związków o właściwościach przeciwzapalnych – tzw. marezyn. Obecnie scharakteryzowano jeden związek tej serii, któremu nadano nazwę skrótową MaR1. Oryginalny (angielski) termin *maresin* (marezyna)

pochodzi od połączenia dwóch-trzech pierwszych liter trzech wyrazów angielskich: **m**acrophage, **r**esolution i **i**nnflammation, określających miejsce i cel powstawania związku/ów. W przemianach DHA do marezyny mają uczestniczyć kolejno: 12-LOX (DHA → 14-hydroperoksy-DHA lub 14HpDHA) i dalej albo enzymatyczna redukcja do 14S-HDHA, albo podwójna dioksygenacja (np. sekwencyjne działanie 12-LOX i 5-LOX) do produktu końcowego, mianowicie 7S,14S-dihydroksy-DHA (7S,14S-diHDHA).

Tak więc marezyny stanowią trzeci typ (obok rezolwin i protektyn) związków o wysokiej aktywności biologicznej, które powstają z DHA wskazując, iż ten długołańcuchowy najbardziej nienasycony kwas tłuszczowy jest związkiem o niebywałych możliwościach zarówno przemian strukturalnych, jak i wywierania różnorodnych, bezpośrednich i pośrednich, efektów w organizmie zwierząt i człowieka.

DHA – czy tylko zalety, czy też są i wady?

Posiadając 6 wiązań podwójnych, DHA jest kwasem najbardziej nienasyconym i w konsekwencji najbardziej wrażliwym na utlenianie. Oznacza to, że w wyniku jego peroksydacji powstają nadtlenki, a struktura ulega rozbiciu do mniejszych fragmentów, przyczyniając się do tworzenia najpierw siedmiowęglowych struktur, a następnie – po przyłączeniu cząsteczki białka (np. albuminy) – koniugatów, nazywanych również adduktami. Takim związkiem 7-węglowym jest kwas 4-hydroksy-7-oksohept-5-enowy (HOHA), który następnie ulega cyklizacji do 2-(ω-karboksyetylo)pirolu (CEP) w wyniku koniugacji z cząsteczką białka (addukt CEP-białko). Związki te posiadają potencjał patogenny, m.in. promujący reakcje prowadzące do zmian degeneracyjnych. Jednym z przykładów sekwencji procesów przynajmniej w części zależnych od powstającego adduktu CEP-białko jest zwyrodnienie plamki związane z wiekiem (AMD – *age-related macular degeneration*), choroby okulistycznej prowadzącej początkowo do deformacji i ubytków widzenia centralnego, a później częściowej bądź całkowitej ślepoty. Można przypuszczać, że zmiany destabilizujące homeostazę czynnościową i fizjologię będą również zachodzić w obrębie mózgu. Taki ciąg reakcji może być niekorzystny dla sąsiadujących komórek/tkanek, ponieważ „nakręca” spiralę stresu oksydacyjnego. Jaki będzie dalszy skutek takich przemian (bo nie musi być obligatoryjnie niekorzystny) zależy jednak od lokalnych możliwości neutralizowania powstających wolnych rodników przez systemy obrony antyoksydacyjnej. Gorzej rokuje powstawanie adduktów białkowych, ponieważ

te są na ogół immunogenne i właśnie immunogenność, przyczyniająca się do mobilizacji układu odpornościowego i generacji reakcji autoagresji, może przekładać się na groźną w skutkach patologię – np. wspomniane wcześniej AMD.

Scenariusz: „DHA + peroksydacja → HOHA → CEP/CEP-białko” może budzić obawy tych wszystkich, którzy intensywnie suplementują WNKT serii omega-3. Obawy mogą być tym większe, że peroksydacyjna fragmentacja i tworzenie związków karboksyalkilopirolowych nie ogranicza się do DHA, ale dotyczy najprawdopodobniej wielu innych (np. EPA, kwas linolowy), bądź nawet wszystkich WNKT, które są dostarczane z pokarmem lub przyjmowane jako suplementy diety.

Czy jest zatem problem z suplementacją WNKT omega-3, czy też go nie ma? Analizując całokształt aktywności biologicznej DHA w kategoriach wad i zalet wydaje się, że wadą – być może jedyną – tej cząsteczki może być to, iż łatwo ulega utlenianiu. Ale z drugiej strony, właśnie dzięki swojej strukturze, DHA jest elementem niezbędnym do prawidłowego funkcjonowania komórek w organizmie, zwłaszcza w ośrodkowym układzie nerwowym, gdzie pełni wiele ról bardzo ważnych dla funkcji neuronów – i ten aspekt należy postrzegać w kategorii niewątpliwych zalet. Podkreślenia wymaga fakt, że stężenia DHA w mózgu, należą do najwyższych w organizmie człowieka – plasują się zaraz za kompleksem: fotoreceptory-RPE w siatkówce, a mechanizmy odpowiedzialne za dostarczenie tego kwasu do tkanek mózgu i oka, oraz utrzymanie właściwego wysokiego poziomu – jak opisano wcześniej – mają znamiona procesów specyficznych i wysoce wyspecjalizowanych.

„Niezbędne” kwasy tłuszczowe i ich występowanie w pokarmie i suplementach diety

WNKT serii omega-3 i omega-6 nazywane są także niezbędnymi wielonienasyconymi kwasami tłuszczowymi (NWNKT; EFAs – *essential fatty acids*) dla podkreślenia ich znaczenia w funkcjonowaniu każdej komórki oraz konieczności dostarczania organizmowi z zewnątrz.

Kwasy te są niezbędne do prawidłowego wzrostu,

rozwoju i właściwego funkcjonowania wszystkich narządów, a zwłaszcza siatkówki, mózgu i serca. Prac na temat zalet WNKT szeregu omega-3 w kontekście szeroko pojętej profilaktyki różnorodnych dysfunkcji poszczególnych narządów i organizmu jako całości, a niekiedy działań terapeutycznych, np. w kardiologii³, a także w okulistyce, psychiatrii i innych schorzeniach, jest bardzo dużo i wiele z nich reprezentuje dobrze udokumentowany materiał. Uwzględniając zalety WNKT serii omega-3, suplementowanie tymi kwasami znajduje powszechną akceptację klinicystów, a do wszystkich potrzebujących kierowana jest szeroka oferta najprzeróżniejszych preparatów, o różnej zawartości poszczególnych kwasów. Są również preparaty o większej zawartości DHA i te są adresowane specjalnie do pacjentów okulistycznych; pacjenci ze schorzeniami mózgu powinni również preferować preparaty o wyższej zawartości DHA, natomiast pacjenci „kardiologiczni” – niekoniecznie, ważne są wszystkie kwasy omega-3.

W oparciu o liczne badania kliniczne, zasadność suplementowania kwasami omega-3 u pacjentów z dolegliwościami ze strony serca nie podlega dyskusji. Problem nie jest tak oczywisty – zapewne z powodu braku jednoznacznych i przekonujących danych – w przypadku innych dolegliwości czy chorób. Przywołując pytanie często zadawane przez lekarzy okulistów, psychiatrów i neurologów, a także lekarzy pierwszego kontaktu: czy pacjenci np. z AMD, a także schorzeniami psychiatryczno-neurologicznymi, powinni suplementować WNKT serii omega-3 preparatami bogatymi w DHA i EPA? – odpowiedź brzmi „tak”, zwłaszcza jeśli suplementacja obejmuje jednocześnie stosowanie preparatów przeciwutleniających (w przypadku chorób degeneracyjnych siatkówki – luteina, zeaksantyna, mezozeaksantyna i inne, w przypadku chorób mózgu – witamina E, C, luteina, oraz zestawy antyoksydacyjnych mikroelementów typu cynk, selen, mangan), albowiem kalkulacja możliwych zysków i strat zdecydowanie jest po stronie tych pierwszych.

Z kolei pytania często zadawane przez pacjentów dotyczą głównie dwóch aspektów: 1. sposobu suplementacji – czy spożywać odpowiednie pokarmy bogate w kwasy omega-3, czy też stosować suplementację

³ Suplementacja wielonienasyconymi kwasami tłuszczowymi – WNKT serii omega-3 (głównie EPA i DHA) – w formie gotowych preparatów uzyskiwanych z ekstraktów wątroby ryb morskich, lub znaczącego zwiększenia spożycia ryb, jest szeroko rekomendowanym rodzajem terapii prewencyjnej lub wspomagającej w wielu dysfunkcjach i chorobach organizmu, choćby wspomnieć zaburzenia/choroby układu sercowo-naczyniowego, choroby ośrodkowego układu nerwowego (neurologiczno-psychiatryczne), dermatologiczne, choroby o podłożu zapalnym, a nawet onkologiczne. Zalecane dawkowanie bywa bardzo różne – w tym aspekcie zwraca jednak uwagę stanowisko Europejskiego i Amerykańskiego Towarzystwa Kardiologicznego (EHA, AHA), które zdecydowanie i w oparciu o liczne badania kliniczne zaleca suplementację WNKT omega-3 w dawce 1 g na dobę u wszystkich chorych po zawale serca oraz u pacjentów ze stabilną chorobą wieńcową. Ciekawostką jest to, że wg najnowszych danych AHA, wraz z suplementacją „omega-3” nie należy rygorystycznie eliminować kwasów serii omega-6 (np. kwasu linolowego, C18:2- ω 6, stanowiącego 85-90% kwasów omega-6 przyjmowanych w diecie), których nasz organizm nie jest w stanie syntetyzować, a które – wg różnych opiniotwórczych źródeł, w tym WHO – powinny stanowić 3-10% zapotrzebowania energetycznego.

odpowiednimi farmaceutykami, tzw. suplementami diety, oraz 2. wielkości/dawkowania suplementacji – a więc jak często i jak obficie stosować specjalną dietę, lub ile kapsułek preparatu suplementacyjnego przyjmować jednorazowo i w ciągu dnia.

Międzynarodowe zalecenia mówią o potrzebie stałego, regularnego przyjmowania przez dorosłych ok. 200 mg DHA/dzień; kobiety ciężarne powinny przyjmować co najmniej 200 mg DHA/dzień. Danych polskich odnośnie przyjmowania DHA (bądź DHA+EPA albo ogólnie kwasów omega-3) przez Polaków jak do tej pory nie ma – są jednakże dla innych krajów. Jak wyliczono, przeciętny Amerykanin spożywa dziennie <100 mg DHA i ok. 130–150 mg DHA+EPA, co stanowi znacznie poniżej zalecanej normy. Dlatego też Amerykańskie Towarzystwo Dietetyczne (ADA – *American Dietetic Association*) rekomenduje – w celu utrzymania dobrego zdrowia – regularne spożywanie różnorodnych pokarmów bogatych w DHA i EPA (z rybami na czele) przynajmniej 2 razy w tygodniu, ale też nie wyklucza stosowania suplementacji środkami farmaceutycznymi zawierającymi takie kwasy.

Najbogatszym źródłem pokarmowego DHA są drapieżne ryby zamieszkujące głębie morze i oceanów. Inne ryby, np. łosoś atlantycki, śledź, sardynki, makrela, tuńczyk, halibut, flądra oraz pstrąg, zawierają nieco mniej kwasów omega-3 (porcja wymienionych ryb dostarczająca 1 g DHA+EPA zawiera się w granicach 43–200 g, w zależności od gatunku). Różnorodne owoce morza i glony także zawierają kwasy omega-3, jednakże za najcenniejszy uznaje się wciąż olej ekstrahowany z wątroby rekina żyjącego w okolicy Nowej Zelandii i Tasmanii, który oprócz kwasów omega-3 zawiera także inne biologicznie aktywne substancje, jak alkiloglicerole i skwaleń o właściwościach immunostymulujących. Ponadto, w niektórych krajach produkuje się żywność wzbogaconą niewielkimi ilościami kwasów tłuszczowych – dotyczy to pieczywa, przetworów mlecznych, margaryny, herbatników, soków.

Trwają poszukiwania alternatywnych źródeł kwasów omega-3, pozyskiwanych m.in. z hodowli mikroalg *Cryptocodinium cohnii*, których olej zawiera 40% DHA (przy znikomej ilości innych nienasyconych kwasów tłuszczowych). Takie źródło DHA nazywa się skrótowo DHASCO, od angielskiej nazwy *DHA Single Cell Oil* (Martek Biosciences Corporation of Columbia, MD, USA). DHASCO (albo DHASCO-T lub DHATM) zyskało pozytywną opinię Amerykańskiej Agencji ds. Żywności i Leków (US FDA) i zostało zakwalifikowane jako produkt klasy GRAS (*Generally Recognized As Safe*), rekomendowany do użycia u niemowląt i małych dzieci, w połączeniu

z kwasem arachidonowym produkowanym przez grzyby *Mortierella alpina* (ARASCO, *ARA Single Cell Oil*). Innym produktem zawierającym DHA jest DHASCO-S (DHA-STM), którego źródłem są mikroalgi *Schizochytrium* sp.; zawiera on 40% DHA i 2,5% EPA oraz dodatkowo ok. 15% kwasu dokozapentaenowego (DPA, C22:5- ω 6), przedstawiciela kwasów szeregu omega-6. Badania przeprowadzone na ludziach wykazały, że biorównoważność i skuteczność suplementacji (wyrażona poziomem DHA w osoczowych fosfolipidach i erytrocytach) jest podobna po spożyciu kapsułek zawierających oleje z obu typów alg (DHASCO-T i DHASCO-S) i nie różni się od ekwiwalentnej (odnośnie zawartości DHA) porcji przygotowanego do spożycia łososia. Zarejestrowano także stosunkowo mały wpływ opisanej suplementacji/diety na stężenia EPA. Wyniki te dowodzą, że precyzyjnie kontrolowana produkcja pochodzącego od alg oleju zawierającego określoną ilość DHA może w przyszłości stanowić główne źródło suplementowanego kwasu.

Prowadzone są również hodowle roślin transgenicznych, które w swych nasionach zawierają kwas stearidonowy (C18:4- ω 3), będący w syntezie kwasów omega-3 metabolicznie bardziej wydajnym pośrednikiem od kwasu α -linolenowego (ALA; C18:3- ω 3).

Suplementacja olejami z nowych źródeł wydaje się szczególnie przekonująca dla osób, które ograniczyły spożycie ryb ze względu na nietolerancję smakową, a zwłaszcza ze względu na obawy i ryzyko ich zanieczyszczenia metalami ciężkimi – rtęcią, czy chlorem organicznym.

Suplementacja – uwagi praktyczne

Lekarz, a zwłaszcza pacjent, powinni być świadomi, że zmiana diety (nierzadko będącej wynikiem upodobań smakowych, a nie wartości odżywczych) na dietę sprofilowaną na osiągnięcie konkretnego celu medycznego, a także przyjmowanie jakichkolwiek suplementów diety, powinno być racjonalnym działaniem opartym na wiedzy i doświadczeniu. Dotyczy to przede wszystkim suplementów diety, które zawierają konkretne substancje i/lub mniej sprecyzowane wyciągi, ekstrakty, itd. – ogólnie mieszaniny rozmaitych związków chemicznych, które są w wolnej sprzedaży i często owiane mitem unikatowości i sukcesu nagłaśnianym przez masmedia.

Jeśli nie ma potrzeby wysokiej podaży kwasów omega-3 (a taka może wynikać z konkretnych wskazań i działań profilaktyczno-terapeutycznych), wówczas najlepiej uzupełniać magazyny takich związków poprzez wprowadzenie diety zawierającej produkty bogate w owe kwasy, np. spożywanie posiłku z tłu-

stej ryby przynajmniej dwa razy w tygodniu, co w przybliżeniu odpowiada podaży 500 mg/dzień EPA+DHA+DPA.

Wiele narodowych i światowych organizacji o profilu medycznym (np. *Australia and New Zealand National Health and Medical Research Council*, *National Heart Foundation of Australia*, *European Society for Cardiology*, *European Heart Association*, *American Heart Association*, *International Society for the Study of Fatty Acids and Lipids*, *U.K. Scientific Advisory Committee on Nutrition*, *World Health Organization*) zaleca regularne spożywanie łączne EPA i DHA w granicach 400–650 mg/dzień. Opublikowane w 2007 r. Rekomendacje (krajowej) Grupy Ekspertów dotyczące spożycia i suplementacji diety kwasami omega-3 w populacji ludzi dorosłych sugerują, iż „w codziennej diecie zdrowego człowieka powinno się znaleźć nie mniej niż od 0,5 do 1,5 g (średnio 1 g/dziennie) kwasów tłuszczowych EPA i DHA”. W przypadku dolegliwości ze strony układu sercowo-naczyniowego, zalecane dawkowanie kwasów omega-3 (EPA+DHA+DPA) może być dwu-, trzy-, a nawet czterokrotnie większe. Warto nadmienić, że w celu obniżenia poziomu trójglicerydów w stanie hipertriglicydemii zalecane dawkowanie kwasów omega-3 (bez lub łącznie ze statyną lub fibratem) może dochodzić nawet do 4 g dziennie (cztery 1-g kapsułki, każda zawierająca kwasy tłuszczowe omega-3 w postaci estrów etylowych, głównie EPA – 465 mg i DHA – 375 mg; kuracja 8-tygodniowa), a u pacjentów z zaburzeniami afektywnymi dwubiegunowymi i zaburzeniami depresyjnymi nawracającymi – do 6 g EPA dziennie, kuracja 4-miesięczna, a nawet 9,6 g kwasów omega-3/dzień przez okres również 4 miesięcy.

Ile zatem można przyjąć kwasów omega-3 w ciągu dnia bez obawy o stan zdrowia? Według danych FDA, spożycie kwasów omega-3 (DHA, EPA, DPA) do 3 g/dzień nie powinno wywołać efektów ubocznych (kwalifikacja GRAS); jednakże dawki wyższe, tj. >3g/dzień, mogą nieść ryzyko możliwych krwotoków u wrażliwych biorców (zwłaszcza tych przyjmujących leki przeciw płytkowe i przeciwzakrzepowe), dlatego intensywne spożywanie kwasów omega-3 powinno odbywać się pod kontrolą lekarza. Tak więc górna granica dobowej dawki kwasów omega-3 nie jest definitywnie określona, jednak wydaje się zasadne, aby przestrzegać wytycznych FDA.

Według opinii autora niniejszego opracowania, który dokonał krytycznej analizy danych na temat dawkowania kwasów omega-3 u ludzi opublikowanych w kilkudziesięciu pracach z ostatniej dekady, preferowana dzienna bezpieczna dawka łączna dla DHA+EPA+DPA powinna zawierać się w granicach

0,5–1 g, czasami do 1,5–2 g – w zależności od celu suplementacji (konkretne wskazania profilaktyczno-terapeutyczne); w sytuacjach wyjątkowych – do 3 g/dzień (wskazania terapeutyczne; kontrola lekarza). Nie ma zgodnej opinii, że dawki >3g/dzień są bardziej skuteczne, dlatego też – nadzieńdzisiejszy – sugerowane powyżej dawkowanie wydaje się racjonalnym wyborem. Warto przypomnieć zasadę dotyczącą generalnie farmakoterapii mówiącą, że jeśli dany lek stosowany w zalecanych dawkach terapeutycznych jest nieskuteczny, to zamiast zwiększania dawki danego leku w dalszej terapii należy pomyśleć o zmianie leku, bądź wprowadzeniu innej strategii terapeutycznej, np. włączeniu kolejnego leku.

Co zatem z pacjentami psychiatrycznymi, neurologicznymi, okulistycznymi, etc.? Opublikowanych prac nt. stosowania strategii polegającej na zwiększaniu podaży kwasów omega-3 (dieta, suplementacja) w terapii różnych schorzeń neurologiczno-psychiatrycznych (głównie: choroby afektywnej, schizofrenii, chorób o podłożu neurodegeneracyjnym – choroba Alzheimera, Parkinsona, Huntingtona, stwardnienie rozsiane), a także zespołu nadpobudliwości psychoruchowej u dzieci (ADHD – *attention-deficit-hyperactivity disorder*), jest bardzo dużo a uzyskiwane wyniki różne – od braku efektu po częściowy, a nawet pełny sukces terapeutyczny. Z w/w chorób, relatywnie najczęściej uwagi poświęcono chorobie Alzheimera i zespołom depresyjnym, ale nawet i w tych schorzeniach, w których wielokrotnie obserwowano efekty pozytywne po suplementacji kwasami omega-3, autorzy podsumowują swoje obserwacje jako wstępne i wymagające potwierdzenia w badaniach obejmujących większą liczbę chorych. O relatywności uzyskiwanych wyników świadczy rozległy zakres stosowanych w poszczególnych badaniach dawek EPA i DHA. Na przykład, dla choroby Alzheimera – DHA: 0,24–4,3 g/dzień, EPA: 0,5–1,1 g/dzień; czasokres kuracji: 3–12 miesięcy; dla depresji – DHA: 0,22–3,4 g/dzień, EPA: 0,33–6 g/dzień; czasokres kuracji: 1–13 miesięcy. Co z tego wynika i czy da się sformułować wiążące przesłanie dla lekarzy praktyków?

Biorąc pod uwagę rolę fizjologiczną jaką pełnią kwasy omega-3, ich występowanie i mechanizm działania – zarówno bezpośredni (efekty błonowe) jak i pośredni (poprzez powstające z DHA i EPA mediatory sygnałowe typu neuroprotektyn, rezolwin i marezyn), należałoby oczekiwać wielu efektów „dobroczynnych”, bardziej ogólnych niż skoncentrowanych na konkretnym układzie neuroprzekaznikowym czy też konkretnej strukturze mózgu. I co najważniejsze – podaż tych kwasów siłą rzeczy nie może skutkować efektem natychmiastowym. Efekty działania takich

kwasów narastają powoli (a więc kuracja musi być długofalowa: miesiące–lata) i w sposób bardzo zindywidualizowany. Tak więc nie można spodziewać się, że pozytywny efekt obserwowany po określonym czasie u jednego pacjenta wystąpi po takiej samej kuracji u innego pacjenta. Niemniej jednak, idąc za przykładem EHA i AHA (patrz przypis dolny nr 3), a także rekomendacjach autora niniejszego opracowania dla pacjentów okulistycznych (Magazyn Lekarza Okulisty, 2009, 3, nr 4), wydaje się, że pacjenci ze schorzeniami psychiatryczno-neurologicznymi, podobnie jak pacjenci „okulistyjni”, powinni również przyjmować kwasy omega-3 w dawkach większych, optymalnie do 1 g dziennie, pamiętając o proporcji: DHA > EPA. Przy dobrej tolerancji i skuteczności terapii kwasami omega-3 – dawkę dzienną można zwiększyć do 1,5, a nawet 2 g, przy czym wskazana jest kontrola lekarza psychiatry/neurologa, oraz opcjonalnie okulisty i kardiologa. Uwaga – pacjenci nie mogą suplementować kwasów omega-3 zalecanych przez np. okulistę, kardiologa, czy psychiatrę, niezależnie! Preparaty suplementacyjne w swoich nazwach mogą nawiązywać do schorzeń/wskazań okulistycznych czy kardiologicznych, czy innych, zawierają jednakże te same kwasy omega-3 (DHA, EPA, DPA i ewentualnie inne) – różnice mogą polegać jedynie na składzie i proporcji oferowanych substancji (dobry preparat powinien posiadać taką specyfikację). Porównując do wskazań kardiologicznych, proponowana optymalna dawka 1 g/dzień dla pacjentów psychiatryczno-neurologiczno-okulistycznych jest relatywnie niska, jednak uwzględniając przewlekły i często postępujący charakter choroby, suplementowanie kwasami omega-3 (łącznie z zestawem odpowiednich antyoksydantów) powinno odbywać się przez cały czas trwania schorzenia. Podaż DHA powinna być priorytetowa, a więc suplementy diety „okulistyczno-psychiatryczno-neurologiczne” powinny zawierać więcej DHA niż EPA. Należy pamiętać, że EPA jest co prawda prekursorem DHA (ryc. 5), ale wydajność konwersji EPA → DHA jest niewielka zarówno w fizjologii, jak i po przyjęciu nawet dużych dawek EPA (tak może być w przypadku suplementacji). Bardziej efektywnym od EPA prekursorem DHA jest DPA szeregu omega-3 (C22:5-ω3).

I na koniec jeszcze jedna uwaga. Choć w obecnej

pracy podkreśla się zalety głównie kwasów omega-3, należy pamiętać, że istnieje konieczność dostarczania w pożywieniu lub suplementowania kwasami zarówno omega-3 jak i omega-6 – wszystkie bowiem są niezbędne do prawidłowego funkcjonowania komórki, tkanki, narządu, a organizm ludzki nie potrafi w dostatecznych ilościach wytworzyć tych cennych związków. Z podażą kwasów omega-6 na ogół nie ma większych problemów, bowiem w codziennej diecie przeciętnego człowieka dominują kwasy tego typu – są one dostarczane z pożywieniem pochodzenia roślinnego. Spożywane oleje zawierają m.in. duże ilości kwasu linołowego (LA, C18:2-ω6; 11–66% w zależności od rodzaju oleju), praktycznie nie zawierają EPA i DHA, zawierają natomiast różne ilości kwasu α-linolenowego (ALA, C18:3-ω3) – relatywnie niewielkie (< 1%) w większości olejów. Jednak olej sojowy i rzepakowy zawierają więcej ALA, odpowiednio 7 i 11%, a olej lniany nieoczyszczony i z pierwszego tłoczenia na zimno – aż 55%. Olej lniany na zimno tłoczony nieoczyszczony i bogaty w kwasy omega-3 nie jest dostępny w sklepach, a ten dostępny jest tzw. „niskolinolenowym”, dzięki czemu jest mniej podatny na utlenianie, a więc jest bardziej trwałym olejem.

Dieta współczesnego człowieka, zwłaszcza tzw. dieta „zachodnia” jest bogata w kwasy z rodziny omega-6, a stosunek tych kwasów do kwasów ω-3 może wynosić ok. 20:1, a nawet 30:1(!). Ten stosunek powinien kształtować się w granicach 4:1, z dążeniem do wyrównywania podaży obu typów kwasów – stąd też naturalna potrzeba uzupełniania kwasów omega-3.

Postscriptum

Będzie zdecydowanie korzystniej, kiedy kwasy omega-3 (zwłaszcza DHA i EPA) zajmą stosowne miejsce w dzisiejszym jadłospisie (dieta, suplementy) i tym samym uzupełnią rezerwuar właściwych lipidów w błonach komórkowych, w których są niezbędnym składnikiem. A na ogół nie lubiany przez dzieci tran⁴, zawierający składniki tłuszczowe wyjątkowo cenne dla człowieka i wszystkich organizmów zwierzęcych (w tym glicerydy kwasów EPA, DPA i DHA), powinien zyskać akceptację naszej „latości” (i nie tylko) i stać się nieodłącznym składnikiem diety w każdej rodzinie.

Praca finansowana przez Uniwersytet Medyczny w Łodzi w ramach działalności statutowej (503-10230-1).

⁴Tran (olej wątluszy) jest ciekłym tłuszczem otrzymywanym ze świeżej wątroby dorsza atlantyckiego (*Gadus morrhua*) lub innych ryb z rodziny dorszowatych (*Gadidae*). Jego skład jest zróżnicowany i zawiera różnorodne kwasy tłuszczowe, głównie nienasycone, w tym znaczne ilości glicerydów kwasów EPA, DPA i DHA, a także witaminy A i D; niektóre preparaty są wzbogacone o witaminę E. Choć posiada charakterystyczną woń i smak – co jest powodem jego nieakceptacji zwłaszcza przez dzieci (ten problem obecnie rozwiązuje dostępność tranu w kapsułkach), produkt ten powinien być regularnie spożywany przez ludzi w każdym wieku, jednak przede wszystkim przez dzieci.

LECZNICZE DZIAŁANIE GRZYBÓW

Grażyna Końska, Halina Komorowska (Kraków)

CZ. II.

GRZYBY WORKOWE I GRZYBY PODSTAWKOWE JAKO ŹRÓDŁO SUBSTANCJI LECZNICZYCH

Olbrzymi i bogaty świat grzybów nieformalnie można podzielić na dwie zróżnicowane grupy: grzyby mikroskopijne - niedostrzegalne gołym okiem, oraz grzyby makroskopijne, wśród których większość to grzyby owocnikowe. Grzyby mikroskopijne nie posiadają zdolności do tworzenia owocników lub w swym cyklu rozwojowym owocniki są zawsze mikroskopijnych rozmiarów (np. część grzybów workowych). Grzyby makroskopijne, do których zaliczamy liczne grzyby podstawkowe (*Basidiomycota*) oraz znaczną część grzybów workowych (*Ascomycota*) mogą nam się kojarzyć - z grzybobraniem.

Początkowo zainteresowanie grzybami jako źródłem substancji leczniczych dotyczyło wyłącznie grzybów mikroskopijnych. To z nich otrzymano pierwsze antybiotyki, a później leki immunosupresyjne lub statyny (o czym była mowa w pierwszej części tego artykułu).

Bioaktywne metabolity grzybów makroskopijnych czyli wielkoowocnikowych stały się przedmiotem systematycznych badań naukowych dopiero w drugiej połowie XX wieku. Przyczyną tego były prawdopodobnie trudności w stałym zdobywaniu odpowiedniej ilości materiału grzybowego (owocniki) i precyzyjnej jego identyfikacji oraz duża zmienność chemiczna w obrębie gatunku. Skutecznym sposobem na zniwelowanie tych kłopotów są prowadzone obecnie w warunkach standaryzowanych hodowle mycelialne grzybów wielkoowocnikowych. Niestety pewną niedogodnością tej metody jest fakt, że produkowane *in vitro* związki mogą nieznacznie różnić się ilościowo i jakościowo w stosunku do metabolitów produkowanych w naturalnych warunkach.

Obecnie intensywnie prowadzone badania pozwoliły na wyizolowanie licznych metabolitów grzybowych o wyraźnym, leczniczym działaniu na organizm ludzki. Wiele z nich znajduje się na etapie badań farmakologicznych lub klinicznych. Są to związki o bardzo różnym charakterze chemicznym: fenolokwasy, seskwiterpeny, flawonoidy, węglowodany. Najwięcej nadziei wiąże się jednak z należącymi do węglowodanów polisacharydami i dlatego ta grupa związków zostanie szerzej omówiona.

Polisacharydy

Polisacharydy są polimerami zbudowanymi z jednostek cukrowych (mono- lub oligosacharydów) o takiej samej strukturze (homopolisacharydy) lub zawierających zespół różnych cukrów (heteropolisacharydy), często dodatkowo związanych z jednostką peptydową (glikopeptydy, peptydoglukany). Są cząsteczkami o bardzo dużej masie (od kilkudziesięciu do kilkuset kDa). W środowisku naturalnym są bardzo rozpowszechnione, stanowią ok. 70% biomasy roślinnej, głównie jako substancje budulcowe ściany komórkowej (celuloza) oraz materiały zapasowe (skrobia, inulina). Odgrywają też ważną rolę w ochronie komórek.

W świecie grzybów, poza podstawowymi polisacharydami strukturalnymi, jakimi jest chityna i błonnik, występują też inne polisacharydy charakteryzujące się różnorodnymi właściwościami biologicznymi. Liczne polisacharydy grzybowe są aktywne farmakologicznie, wykazują działanie przeciwnowotworowe i immunotropowe (szczególnie te o charakterze β -glukanów). Ze względu na właściwości immunostymulujące niektóre z nich działają także antywirusowo (m.in. przeciwko wirusowi HIV, *Herpes simplex*), antybakteryjnie i przeciw pasożytom. Poznano także polisacharydy o działaniu przeciwwzapalnym, naczynioochronnym i hipoglikemicznym. Są stosowane jako leki przeciwnowotworowe, przeciwmiażdżycowe oraz jako suplementy diety pobudzające układ odpornościowy i ogólnie wzmacniające organizm.

Chitosan jest pochodną powstałą przez deacetylację chityny. Chityna, polimer *N*-acetylglukozaminy jest wszechobecnym w świecie grzybów składnikiem ścian komórkowych, występuje również w pancerzach stawonogów. Chityna dla człowieka jest nieprzyswajalna, ale jej pochodna - chitozan posiada wiele interesujących właściwości farmakologicznych. Dzięki doskonałym zdolnościom sorpcyjnym (pochłaniania), pozwala, poprzez oczyszczanie, na regulację procesów przemiany materii. W przewodzie pokarmowym działa jako absorbent, pochłaniając i usuwając substancje toksyczne, takie jak sole metali ciężkich (ołów, rtęć), pestycydy, substancje radioaktywne, toksyczne produkty przemiany materii, które gromadzą się w organizmie i stają się przyczyną licznych dolegliwości. Możliwości wiązania tłuszczu i cholesterolu z po-

żywienia w nierozpuszczalne kompleksy, wydalone następnie z kałem, decyduje o jego właściwościach przeciwniażdżycowych, a dodatkowo wysoka wartość wskaźnika wtórnego pęcznień klasyfikuje go jako bardzo skuteczny preparat odchudzający. Obniża poziom cukru w moczu, przez co może być wykorzystany w profilaktyce przeciwcukrzycowej. Poza tym reguluje poziom cholesterolu we krwi, obniża ciśnienie krwi, likwidując skurcze naczyń włosowatych poprawia mikrocyrkulację krwi w tkankach.

Powszechne jest zastosowanie chitozanu w opatrunkach ułatwiających i przyspieszających zabliznianie trudno gojących się ran, gdyż wykazuje on stymulację produkcji cytokin różnego typu, np. IL-8, która zwiększa migracje neutrofilów w miejscu gojenia i wspomaga waskularyzację i ziarninowanie.

Chitosan wykorzystywany jest także do produkcji otoczek na leki, zawierające składniki, które powinny być chronione przed działaniem czynników zewnętrznych (na przykład wyciąg z czosnku, który dzięki właściwościom polimeru nie wydziela zapachu i nie traci swych własności). Chitozan sprawdził się też w preparatach do oczu, gdyż jest dobrze tolerowany przez rogówkę. Obecnie badany jest również pod kątem hamowania wzrostu komórek nowotworowych. Na rynku znajdują się liczne preparaty, mające charakter głównie suplementów diety, stosowane w leczeniu hipercholesterolemii, nadwagi i otyłości.

Beta-glukany

Szczególną uwagę na te związki zwrócono w latach 50., gdy zauważono, że wodne wyciągi z owocników niektórych grzybów należących do typu (gromady) grzybów podstawkowych *Basidiomycota* posiadają hamujące działanie na rozwój niektórych przeszczepianych nowotworów u zwierząt doświadczalnych. W 1963 β -glukany po raz pierwszy zostały zastosowane w doświadczeniach na komórkach ludzkich do pobudzenia odrzucenia rozrostów nowotworowych na drodze stymulacji układu odpornościowego. Obecnie poznano dokładnie mechanizm takiego działania. Aktywność immunotropowa polisacharydów zależy w dużym stopniu od ich struktury przestrzennej oraz wielkości cząsteczki. β -glukany, szczególnie te, które w części szkieletowej łańcucha posiadają wiązania 1-3, a w bocznych rozgałęzieniach wiązania 1-6, mają dzięki swej strukturze komplementarnej do receptorów CR3 zdolność do stymulowania makrofagów i do wydzielania przez nie cytokin (m.in. IL-1 stymulującej wytwarzanie komórek szpiku). Mogą rów-

nież bezpośrednio aktywować komórki NK odpowiedzialne za rozpoznawanie i niszczenie komórek nowotworowych. Grzybowe polisacharydy są obecnie stosowane jako leki przeciwnowotworowe, a ich działanie terapeutyczne jest szczególnie cenne, ponieważ jednocześnie nie wykazują ubocznego działania toksycznego. Dodatkowo pobudzając szpik kostny do produkcji białych krwinek, łagodzą skutki stosowanej chemio- i radioterapii. Niektóre z nich dopuszczono już do obrotu jako leki wspomagające konwencjonalne leczenie nowotworów (lentinan, krestin). Inne preparaty będące w końcowej fazie badań klinicznych z pewnością niedługo do nich dołączą. Ogólna mobilizacja sił obronnych własnego organizmu jest niezbędna nie tylko w walce z nowotworami, ale także z chorobami infekcyjnymi oraz chorobami związanymi ze spadkiem odporności organizmu (np. AIDS). Reklamowane są na rynku liczne preparaty farmaceutyczne o charakterze suplementów diety, stosowane jako stymulatory układu immunologicznego w różnych chorobach infekcyjnych, przewlekłych chorobach wyczerpujących organizm, przy długotrwałym używaniu antybiotyków, jako adiuwanty wspomagające działanie innych preparatów stosowanych w leczeniu podstawowej choroby oraz jako przeciwtłeniaczy. 1-3/1-6 β -D-glukany mogą być stosowane profilaktycznie przez wszystkie osoby, któ-



Ryc. 1. Twardnik japoński (*Lentinula edodes*) (hodowla owocników w warunkach domowych). Fot. G. Końska

rych zdrowie jest zagrożone ze względu na wiek, niską odporność organizmu, stresujący tryb życia.

Poniżej przedstawiono niektóre ze znanych i stosowanych terapeutycznie polisacharydów grzybowych o charakterze beta-glukanów.

Lentinan polisacharyd otrzymywany z twardnika (twardziaka) japońskiego (*Lentinula edodes*) = *Lentinus edodes*¹, znanego też pod nazwą „grzyba shii-take” (ryc. 1), jest rozgałęzionym 1-3/1-6 β -D-glukanem o masie cząsteczkowej 500 kDa. Po raz pierwszy został wyizolowany w 1970 r. przez Japończyków (Chihara i wsp.). Zarówno lentinan wyizolowany z owocników jak i polisacharyd wyizolowany z kultur mycelialnych o roboczej nazwie **KS-II** (mannan związany z komponentem peptydowym) już w bardzo niewielkich dawkach, w badaniach na zwierzętach, wykazywały hamowanie wzrostu nowotworów po po-

¹ Aktualne nazwy grzybów podano za Index Fungorum <http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp> 2008, a nazwy polskie za W. Wojewodę 2003 – Checklist of Polish larger Basidiomycetes



 woc pandanowca (*Pandanus* sp.). Wyspa Mansinam, Irian Zachodni, Indonezja

Fot. Piotr Jabłoński



Papaja (*Carica papaya*); pochodzi z Ameryki Południowej. Wyspa Maratua, Morze Celebes, Indonezja

Fot. Piotr Jabłoński



Owoce palmy kokosowej (*Cocos nucifera*). Wyspa Sipadan, Morze Celebes, Malezja

Fot. Aleksandra Jabłońska



Czapetka wodnista (*Eugenia aquea*), zwana jabłkiem wodnym. Borneo, Malezja

Fot. Aleksandra Jabłońska

daniu dożołądkowym oraz pozajelitowym. Lentinan pozytywnie przeszedł badania kliniczne i jest wprowadzony do oficjalnej terapii jako lek wspomagający radio- i chemioterapię w przypadku nowotworów złośliwych piersi, płuc, przewodu pokarmowego oraz białaczki. Lentinan wykazuje także działanie immunostymulujące, wspomagające naturalne siły obronne organizmu. Preparaty: Lentinex, Immune Fx (ten ostatni zawiera szereg różnych polisacharydów grzybowych)



Ryc. 2. Wrośniak różnobarwny (*Trametes versicolor*). Fot. D. Karasiński

Coriolan wyizolowany został z owocników nadrzewnego grzyba - wrośniaka różnobarwnego (*Trametes Coriolus versicolor*) (ryc. 2). Coriolan, który jest 1-3 β glukaniem o masie cząsteczkowej 100 kDa, oraz polisacharydopeptyd (heteroglukan związany z częścią peptydową) o nazwie **Krestin (PSK)**, izolowany z grzybni tego gatunku, wykazują wybitne właściwości immunostymulujące i przeciwnowotworowe. Inhibują aktywację metaloproteinazy, enzymu biorącego udział w metastazach (przerzutach nowotworowych). W testach na zwierzętach stwierdzono między innymi istotne zahamowanie rozwoju przeszczepialnych nowotworów: mięsaka - Sarcoma 180 oraz raka Ehrlicha. Obecnie w terapii klinicznej Krestin jest stosowany doustnie w schorzeniach nowotworowych przewodu pokarmowego, płuc i raka piersi. Wykazuje ponadto działanie przeciwwirusowe w stosunku do wirusa cytomegalii (CMV), oraz hamuje replikację wirusa HIV.

Schizofyfan - wyizolowany przez Komatsu w 1969 z owocników oraz kultur mycelialnych nadrzewnego grzyba o nazwie rozszczepka pospolita (*Schizophyllum commune*) (ryc. 3). Schizofyfan jest rozgałęzionym 1-3/1-6 β D glukaniem o masie cząsteczkowej 450 kDa., wykazuje działanie przeciwnowotworowe w stosunku do eksperymentalnych nowotworów zwierzęcych (mysia Sarcoma 180), oraz hamuje przerzuty raka Lewisa do płuc. Jest silnym immunostymulatorem. W badaniach klinicznych jest aktywny w stosunku do guzów płuc, przewodu pokarmowego, sutka i macicy przy zastosowaniu tzw. immunochemioterapii.

Stereoglukan – wyodrębniono go z hodowli *Sclerotium glucanicum*. Wykazuje aktywność przeciwnowotworową w stosunku do kilku nowotworów zwierzęcych (między innymi mięsaka Sarcoma-180 u myszy)

Tylopilan – wyizolowano go w latach 80-tych w Katedrze Botaniki Farmaceutycznej Collegium Medicum UJ w Krakowie z owocników goryczaka żółciowego (*Tylophillus felleus*) (ryc. 4). Ma bardzo podobną strukturę i właściwości do Lentinanu. Zbadano dokładnie jego właściwości przeciwnowotworowe *in vivo* u gryzoni i udowodniono, że działa cytotoksycznie na komórki wielu nowotworów (HeLa i KB, glejak mózgu). Podobnie jak Lentinan wykazuje w 98% zahamowanie wzrostu przeszczepialnego raka Sarcoma 180 u myszy. Jego działanie przeciwnowotworowe jest efektem działania poprzez system immunologiczny gospodarza. Wykazuje ponadto aktywność przeciwzapalną i działanie mitostatyczne.



Ryc. 3. Rozszczepka pospolita (*Schizophyllum commune*). Fot. D. Karasiński

Pleuran – jest aktywnym beta-(1-3/1-6)-D-glukanem o masie cząsteczkowej 762 kDa, izolowanym z owocników bocznika ostrygowatego (*Pleurotus ostreatus*). Bocznika tego można spotkać późną jesienią w naturalnych warunkach na pniach topoli, wierzb, robinii akacjowych, buków, ale jest to również gatunek hodowlany i podobnie jak pieczarka dwuzarodnikowa dostępny w handlu. Pleuran jak większość beta-glukanów grzybowych wykazuje właściwości przeciwnowotworowe i immunomodulujące. Właściwości antyrakowe bocznika ostrygowatego zostały potwierdzone w badaniach na modelowym nowotworze

Sarcomą 180 u myszy, gdzie już przy dawce 0.1 mg/kg w.c. wskaźnik zahamowania rozwoju raka wynosił blisko 80%. Działanie przeciwnowotworowe objawia się wzmożoną aktywnością makrofagów, a wydzielane przez pobudzone makrofagi cytokiny, aktywują również limfocyty Tc i komórki NK. Aktywność immunostymulacyjna wzmacnia naturalne siły obronne organizmu i zwiększa odporność na infekcje. Stwierdzono również, że Pleuran obniża poziom cholesterolu i trójglicerydów, działa przeciwzapalnie i przeciwalergiczne oraz przyspiesza gojenie się ran i owrzodzeń. Preparaty spotykane na rynku to Pleuramax, Pleuranox, Pleurovital, Immunoglukan (przeznaczony zarówno dla dzieci powyżej 3-go roku życia (w formie syropu), jak i dla dorosłych (w postaci kapsułek).



Ryc. 4. Goryczak żółciowy (*Tylopilus felleus*). Fot. D. Karasiński

Zymozan – glukomannan o masie cząsteczkowej 120 kDa, jest nierozpuszczalnym polisacharydem budującym ściany komórkowej drożdży (*Saccharomyces cerevisiae*). Jego działanie ma charakter wybitnie immunomodulujący, w małych dawkach do kilku mg/kg stymuluje system odpornościowy, w wyższych dawkach wykazuje działanie immunosupresyjne. Aktywuje kaskadę układu dopełniacza i aktywność makrofagów, indukuje uwalnianie cytokin. Posiada również właściwości antytumoralne, testowane na nowotworach doświadczalnych u zwierząt, a w licznych w testach biologicznych wykazuje właściwości mitostatyczne i mitodepresyjne. Preparaty: Beta Glukan 1,3/1,6 D, Imunit.

Beta-D-glukan z pieczarki brazylijskiej (*Agaricus blazei*), jadalnego grzyba pochodzącego z Ameryki Środkowej i Południowej. Gatunek ten został wyodrębniony 35 lat temu, a jest obiektem intensywnych badań naukowych już od 25 lat. Frakcja polisacharydowa wyizolowana z tego gatunku w szczególny sposób aktywuje komórki systemu odpornościowego. Ma działanie przeciwnowotworowe, zapobiega tworzeniu się przerzutów (metastaz), jest szczególnie efektywna w zapobieganiu rozwoju raka jajników i macicy. Przeprowadzone w Japonii ba-

dania na świnkach morskich ujawniły, że grzyb ten poprzez ewidentną reakcję stymulacji układu immunologicznego, działa wybiórczo na komórki nowotworowe, zapobiega rozwojowi raka w 99,4% a jego skuteczność w zwalczaniu nowotworów wynosi 90,0%. Polisacharydy tego gatunku były używane także w leczeniu chorób niedoboru immunologicznego (m.in. AIDS). Posiadają również właściwości zmniejszające poziom cukru, cholesterolu i trójglicerydów we krwi oraz redukują ciśnienie krwi.



Ryc. 5. Uszak bżowy (*Auricularia auricula-judae*). Fot. D. Karasiński

Interesujące gatunki grzybów wielkoowocnikowych jako bogate źródło substancji leczniczych

W ostatnich latach wyizolowano z różnych gatunków grzybów liczne polisacharydy oraz substancje o innym charakterze. Ich aktywność biologiczna jest testowana w badaniach farmakologicznych i z pewnością niektóre z nich pojawią się wkrótce na rynku jako nowe preparaty farmaceutyczne. Z długiej listy aktywnych związków przedstawiono poniżej przykłady tych gatunków grzybów, z którymi wiąże się największe nadzieje.

Auricularia auricula-judae – uszak bżowy (ryc. 5). Własności lecznicze tego grzyba wykorzystywane były od wieków w medycynie chińskiej. Badania współczesne pozwoliły na wyizolowanie aktywnej farmakologicznie frakcji polisacharydowej, zawierającej między innymi β -glukan oraz kwaśny heteropolisacharyd (glukuronoksylomannan), wykazującej oprócz własności immunostymulujących i przeciwnowotworowych, także działanie obniżające poziom cukru i cholesterolu we krwi. W testach na zwierzętach udowodniono również pozytywny wpływ na układ sercowo-naczyniowy, w tym ochronne działanie na ściany naczyń krwionośnych.

Agrocybe cylindracea – polówka południowa (wiązkowa). Polisacharydy tego gatunku wykazują aktywność immunomodulacyjną, przeciwnowotwo-

rową, hypoglikemiczną. We frakcji polisacharydowej zidentyfikowano główną substancję o działaniu przeciwnowotworowym – karboksymetylo pochodną 1-3 α D glukan. Związek ten u myszy działa na komórki mięśniaka Sarcoma 180 oraz raka płuc Lewisa, poprzez stymulację odpowiedzi immunologicznej. Stwierdzono ponadto, że pewne białka - lektyny wybiórczo wiążą się na komórkach białaczkowych. Natomiast wodne i metanolowe wyciągi z owocników oraz grzybni wykazują aktywność antyoksydacyjną i antymutageną.



Ryc. 6. Zimówka aksamitnotrzonowa (*Flammulina velutipes*). Fot. D. Karasiński

Flammulina velutipes – płomiennica zimowa = zimówka aksamitnotrzonowa (ryc. 6). Gatunek od wieków hodowany w Chinach dla celów leczniczych. Szczególnie aktywne okazały się frakcje białkowe. Zasadowa proteina o nazwie Flamulina wyizolowana przez Komatsu i wsp. w 1963 wykazuje właściwości immunomodulacyjne i przeciwnowotworowe. Testowana była na modelowych nowotworach zwierzęcych (Sarcoma 180 i rak Ehrlicha). Z kolei białkowa hemaglutynina (lektyna) o nazwie FIP-five inhibuje proliferację mysich komórek białaczkowych (Leukemii L1210), a jednocześnie stymuluje do podziału grasiczne limfocyty. Wśród polisacharydów przeciwnowotworowych najbardziej aktywny jest β 1-3 glukan wyizolowany przez Ikekawę w 1982r.

Fomes fomentarius - hubiak pospolity (ryc. 7). Z kultur *in vitro* tego gatunku japońscy naukowcy (Ito i wsp. 1976) wyizolowali polisacharyd (β glukan) hamujący proliferację ludzkich limfocytów oraz działający przeciwnowotworowo na doświadczalne nowotwory zwierzęce.

Ganoderma applanatum – lakownica spłaszczona (ryc. 8) oraz ***G. pfeifferi*** – lakownica czerwona. Związki terpenowe - kwas lucidenowy, ganodermanodiol, ganodermanotriol, ganoderiol - indukują odporność humoralną. Kw ganodermany B i kw ganolucidowy A oraz lucidumol B z *G. Pfeifferi* wykazują inhibicję proteazy wirusa HIV.

Ganoderma lucidum – lakownica żółtawa =

lśniąca (ryc. 9). Polisacharydy wyizolowane z owocników działają immunotropowo i aktywacyjnie na produkcję cytokin uwalnianych *in vitro* przez makrofagi i limfocyty T. Wyizolowany z hodowli mycelialnej β glukan wykazuje właściwości przeciwnowotworowe. Stwierdzono także obecność kwasu ganodermanowego – triterpenu o właściwościach cytostatycznych

Grifola frondosa – żagwica listkowata. Jej właściwości lecznicze znane były od dawna w medycynie krajów Dalekiego Wschodu. Aktualnie jest przedmiotem intensywnych badań fitochemicznych



Ryc. 7. Hubiak pospolity (*Fomes fomentarius*). Fot. D. Karasiński

(mikochemicznych) i farmakologicznych. Frakcje polisacharydowe wykazują wyraźną aktywność immunostymulacyjną. Z kultur mycelialnych tego gatunku wyizolowano polisacharyd (α , β 1-6, β 1-3 glukan) wykazujący właściwości przeciwnowotworowe w stosunku do modelowych nowotworów doświadczalnych u myszy. Wyizolowane polisacharydy są już na etapie badań przedklinicznych w kierunku ich przydatności w przeciwnowotworowej immunoterapii.

Inonotus obliquus. – błyskoperek podkorowy = włókouszek ukośny (ryc. 10). Formy niedoskonałe tego gatunku tradycyjnie uznawane były w rodzimej medycynie ludowej za środek przeciwnowotworowy. W latach 70 i 80-tych włókouszek ukośny był



Ryc. 8. Lakownica spłaszczona (*Ganoderma applanatum*). Fot. D. Karasiński

przedmiotem licznych badań naukowych, które pozwoliły na wyizolowanie szeregu aktywnych biolo-

gicznie substancji. Udowodniono obecność inotodiolu, kwasu inonotowego, kwasu oblikowego oraz kwasu czekowego wykazujących w badaniach farmakologicznych na zwierzętach działanie antytumoralne, przeciwlukemiczne i mitodepresyjne

Lactarius piperatus - mleczaj biel i ***Lactarius vellereus*** - mleczaj chrząstka (ryc. 11). Zawierają podobne związki terpenowe, między innymi wyizolowany lakton seskwiterpenowy testowany w badaniach przeciwnowotworowych, (przeciwbiałaczkowych).

Lactarius turpis* = *L. necator - mleczaj paskudny zawiera silny mutagen – nekatorynę.

Calvatia gigantea* = *Langermannia gigantea – purchawica olbrzymia. Wyizolowana z owocników oraz kultur mycelialnych mukoproteina – kalwacyna (calvacin), ma działanie antybiotyczne, wykazuje również aktywność antytumoralną testowana w leczeniu mięsaka i białaczki.

Macrocybe gigantea* = *Tricholoma giganteum – gąska olbrzymia. Japońscy naukowcy wyizolowali z owocników kilka różnych frakcji polisacharydowych, które hamowały rozwój przeszczepialnego mięsaka Sarkoma 180 u myszy (Mizuno 1996). Ostatnio Guo i wsp. (2005) wyizolowali również Trichogin substancję białkową o działaniu przeciwrzybiczym i przeciwwirusowym (m.in. HIV-1)



Ryc. 9. Lakownica lśniąca (*Ganoderma lucidum*). Fot. D. Karasiński

Tricholoma saponaceum - gąska mydlana. W owocnikach stwierdzono obecność związków trójterpenowych znanych pod nazwą Saponaceolid A, B, C i D, wykazujących działanie antymitogenne, cytotoksyczne i przeciwnowotworowe. Szczególne wysokie cytotoksyczne działanie wykazywały Saponaceolid B i C. Przeciwnowotworowe właściwości wykazano na liniach ludzkich komórek raka jelita grubego. Saponaceolid B został także znaleziony w owocnikach gąski ziemistoblaszkowej (***Tricholoma terreum***).

Volvariella volvacea – pochwiak wielkopochwowy. Grzybnia tego gatunku zawiera immuno-

modulującą glikoproteinę, która wzmacnia syntezę interleukin IL-2 i IL-4 oraz interferonu.

Przedstawione powyżej, niektóre wybrane przykłady grzybów i ich bioaktywnych metabolitów pozwalają twierdzić, że wiek XX bez wątpienia przyniósł nam zupełnie nową dziedzinę wiedzy, szczególnie intensywnie rozwijającą się w ostatnich



Ryc.10. Włókouszek ukośny (*Inonotus obliquus*) (forma anamorficzna). Fot. D. Karasiński

kilkudziesięciu latach, którą w odróżnieniu od tradycyjnie istniejącej już fitochemii należałoby nazwać mikochemią. Mikochemia z kolei daje podstawy utworzenia nowej dyscypliny medycznej, którą za przykładem fitoterapii można by nazwać mikoterapią. Istnieją wszelkie przesłanki ku temu, by przypuszczać, że w przyszłości mikoterapia będzie miała znaczenie równie ważne jak obecnie fitoterapia.



Ryc.11. Mleczaj chrząstka (*Lactarius vellereus*). Fot. D. Karasiński

Autorki dziękują panu mgr. Dariuszowi Krasieńskiemu za udostępnienie fotografii grzybów.

Ekologiczne Ogrodnictwo Bylinowe Dietera Gaissmayera w Illertissen koło Augsburga

Eugeniusz Kośmicki (Poznań)

Ogródnictwo Bylinowe Gaissmayera (niem. *Staudengärtnerei Gaissmayer*) zostało założone w 1980 roku przez jego obecnego właściciela, Dietera Gaissmayera. Znajduje się ono w miejscowości Illertissen na obszarze przedalpejskim, nazywanym w Niemczech Allgäu, gdzie panują względnie surowe warunki klimatyczne. Ogrodnictwo to znajduje się w pobliżu dwóch dużych miast w południowych Niemczech (Bawaria – historyczna Szwabia) – Augsburga i Ulm. Najlepiej jest dojechać do niego z autostrady A7 Würzburg – Kempten, około 20 km po skrzyżowaniu Ulm/Elchingen - wyjazd z autostrady 124 bezpośrednio do Illertissen. Od 1996 r. Ogrodnictwo Bylinowe zostało przedstawione na metody ekologiczne (organiczno-biologiczne).



Ryc. 1. Symboliczne wejście do Ogrodnictwa. Fot. Elke Borkowski

Ogólna charakterystyka ogrodnictwa Gaissmayera

Ogródnictwo Bylinowe Gaissmayera należy do najbardziej znanych ogrodnictw na obszarze południowych Niemiec. Posiada duży asortyment bylin, liczący ponad 3 000 gatunków i odmian, a także bardzo wszechstronną kwaterę roślin przeznaczonych do rozmnażania. Przedsiębiorstwo zatrudnia łącznie 20 pracowników, a także czterech praktykantów. Położone jest ono 513 m n.p.m., gdzie przeciętna liczba opadów wynosi rocznie 900 mm. Ogrodnictwo wykorzystywana powierzchnia wynosi 2,5 ha upraw bylinowych. Stanowi ono tzw. ogrodnictwo pokazowe w zakresie ogrodnictwa ekologicznego (należy do Stowarzyszenia Bioland).

Właściciel gospodarstwa i jego założyciel Die-



Ryc. 2. Fragmenty Ogrodnictwa ze szklarnią i bylinami. Fot. Elke Borkowski

ter Gaissmayer, chętnie zaprasza do zwiedzania gospodarstwa i organizuje liczne imprezy ogrodnicze, które cieszą się dużym uznaniem zarówno w Niemczech, jak i zagranicą. W Niemczech istnieje 200 wybranych gospodarstw ekologicznych, które są gospodarstwami pokazowymi. Wyboru tych gospodarstw dokonuje Federalne Ministerstwo Wyżywienia, Rolnictwa i Ochrony Konsumenta. Celem pokazowych gospodarstw ekologicznych jest ukazanie jak gospodarstwa ekologiczne funkcjonują w praktyce, m.in. przez zwiedzanie gospodarstw, regularne organizowanie imprez dla rolników i ogrodników, konsumentów, nauczycieli i szkół, dzieci i młodzieży, dziennikarzy, przetwórców, handlowców i hurtowników. Najważniejsze znaczenie posiada tutaj impreza określana jako „Radość ogrodów w Illertissen” (*Illertisser Gartenlust*). W imprezie tej, która odbywa się na zakończenie drugiego tygodnia września, uczestniczy każdego roku szereg ogrodnictw oraz miłośników ogrodów i bylin. Organizatorami są: Ogrodnictwo Bylinowe Gaissmayera, Wspólnota Wspierania Kultury Ogrodniczej (*Interessengemeinschaft zur Förderung*), a także Janus Events w zakresie upraw (*Janus Events im grünen Bereich*). Ogrodnictwo Bylinowe Gaissmayera współpracuje ściśle z kilkoma przedsiębiorstwami, które zajmują się zakładaniem ogrodów i kształtowaniem krajobrazów (*Natur-Werk. Garten- und Landschaftsbau*), wydobywaniem kamieni do ogrodów (*Rössle Bau- Natursteine AG*), transportem materiałów do budowy ogrodów (*G. Obermüller-Kel-Imünz*). Dzięki współpracy wymienionych organizacji i przedsiębiorstw możliwe stało się duże upowszechnienie uprawy bylin na obszarach zieleni miejskiej, w ogrodach przydomowych, a także popularnych

– również w Niemczech – ogródkach działkowych (rodzinne ogrody działkowe).



Ryc. 3. Rośliny macierzyste służące rozmnażaniu. Fot. Elke Borkowski

Byliny mogą być stosowane w wielu różnych zakresach. W swoim „Głównym katalogu” wskazuje D. Gaissmayer na podstawowe możliwości zastosowania bylin w ogrodach i w parkach: pod drzewami, najczęściej obszary cieniste z bogatymi w próchnicę glebami; na brzegach zadrzewień (przy tym mogą to być – w zależności od położenia – obszary pozbawione słońca i chłodne albo też słoneczne i ciepłe); obszary otwarte (zwykle obszary otwarte, obszary otwarte o charakterze wrzosowiskowym i otwarte obszary o charakterze stepowym); rabaty; założenia o charakterze ogrodu skalnego (wyróżnia się tutaj stępy skalne, maty skalne, korony murków skalnych); alpinaria; brzegi wód i obszary wód. Najważniejsze zakresy działalności Ogrodnictwa Bylinowego obejmują następujące rośliny i dziedziny:

- zioła przyprawowe i rośliny do herbat ziołowych;
- bardzo duży asortyment mięt (pięćdziesiąt sześć gatunków i odmian);
- rośliny lecznicze i tzw. rośliny czarodziejskie;
- byliny pachnące i aromatyczne;
- rośliny tradycyjnych ogrodów chłopskich;
- floksy, czyli płomyki (podstawowe gatunki i odmiany);
- pakiety roślin (bylin) dla różnorodnych stanowisk w ogrodach;
- wszechstronne i kompetentne doradztwo w zakresie roślin i tworzenia ogrodów, połączone z osobistymi przeżyciami w ogrodzie;
- dni ogrodu, seminaria i zwiedzanie ogrodu bylinowego.

Odwiedziny w Ogrodzie Bylinowym Gaissmayera, w okresie od maja do października, wywołują silne emocje nie tylko wizualne, ale również zapachowe.

Ogrodnictwo Bylinowe Gaissmayera otwarte jest dla zwiedzających i kupujących od marca do listopada (w godzinach 8⁰⁰ do 12⁰⁰ i 13⁰⁰ do 18⁰⁰ od poniedziałku

do piątku), natomiast krócej w sobotę (od 8⁰⁰ – 12⁰⁰, a od kwietnia do października do 14⁰⁰). Bardzo dużo ludzi odwiedza Ogrodnictwo po południu, a także w sobotę przed południem. Spokojne zapoznanie się z Ogrodnictwem i jego roślinami możliwe jest przed południem (od poniedziałku do czwartku). Z Ogrodnictwem Gaissmayera wiąże się kolekcja starych sprzętów ogrodniczych (tzw. *GartenArsenal*), a także mała kawiarnia z możliwością odpoczynku po udanych zakupach roślin.

Ogrodnictwo Bylinowe Gaissmayera opublikowało szereg interesujących katalogów i list roślin: „Główny katalog” (wszechstronny wykaz roślin, w krótkiej, ale bardzo przejrzystej formie); „Rośliny lecznicze”; „Katalog mięt” (56 gatunków i odmian); „Zioła do kuchni”; „Zioła do herbat”; „Rośliny jadalne”; „Rośliny czarodziejskie, nie tylko dla czarownic”; „Materiały o fiołku – historia fiołków i recepty kuchenne”; „Rośliny do farbowania”; „Czar malw”; „Nowości i szczególne rośliny”; „Materiały o floksach”; „Specjalny zeszyt o floksach”; „Materiały o bylinach”; „Byliny jako kwiaty cięte dla ogrodnictw komercyjnych”; „Rośliny pachnące i aromatyczne” (180 gatunków), „New-eden” (materiały o określonych pakietach roślin dla różnych warunków ogrodniczych), a także „Nasz program imprez”.

Charakterystyczne rośliny Ogrodnictwa

Do interesujących roślin należą te przeznaczone na otwarte przestrzenie i rabaty. Można tutaj wymienić: krwawniki *Achillea*, tojad *Aconitum*, kłosowiec *Agastache*, czosnki *Allium*, zawilce *Anemone*, bylice *Artemisia*, parzydła leśne *Aruncus*, astry *Aster*, tawułki *Astilbe*, jarzmianki *Astrantia*, bergenie *Bergenia*, dzwonki *Campanula*, nachyłki *Coreopsis*, ostróżki *Delphinium*, serduszki *Dicentra*, wilczomlecze *Euphorbia*, wiązówki *Filipendulina*, dzielniki *Helenium*, irysy *Iris*, pysznogłówki *Monarda*, wiesiolki *Oenothera*, piwonie *Paeonia*, maki *Papaver*, floksy *Phlox*, rodgersje *Rodgersia*, rudbekie *Rudbeckia*, szalwie *Salvia*, nawłocie *Solidago*, przetaczniki *Veronica*. Nie sposób wymienić tutaj wszystkich najciekawszych bylin. Zwrócę więc tylko uwagę na niektóre odmiany i gatunki.

Krwawniki mają wszechstronne zastosowanie na obszarach słonecznych. Należą tutaj nowe interesujące mieszańce krwawnika wiązówkowatego (*A. filipendulina* ‘Credo’, ‘Feuerland’, ‘Hella Glashoff’) czy krwawnika pospolitego (np. *A. millefolium* ‘Petrar’). Do pięknych długowiecznych bylin należą tojad, które są od wielu lat w uprawie. Obok znanych gatunków wymienić trzeba nowsze mieszańce ogrodowe *A. cammarum* ‘Bicolor’, ‘Franz Marc’, ‘Leo-

nora'. Do mało jeszcze znanych pachnących bylin należą kłosowce, pochodzące z Ameryki Północnej i Środkowej, oraz Azji Wschodniej. Na wyróżnienie zasługują nowe odmiany *Agastache* 'Ayala', *A. rugosa* 'Blue Fortune'. Ozdobne czosnki cieszą się coraz większym zainteresowaniem miłośników roślin. Niektóre z nich to nie tylko ciekawe rośliny ozdobne, ale również cenione rośliny jadalne (*A. schoenoprasum* 'Forescate', *A. tuberosum* 'Kobold').

We współczesnym ogrodzie bylinowym nie może zabraknąć zawilców. Rozróżniamy zawilce wiosenne, letnie, a przede wszystkim jesienne. Te ostatnie należą do najpiękniejszych bylin kwitnących jesienią (zwłaszcza mieszańce *A. japonica* m.in. 'Honorine Jobert', 'Pamina', 'Rosenschale'). Do ciekawych roślin ozdobnych zaliczamy mało jeszcze znane w Polsce bylice, które obejmują także rośliny lecznicze, aromatyczne oraz rośliny ozdobne (m.in. *A. arborescens* 'Powis Castle', *A. lactiflora* 'Guizho' czy 'Weisser Riese', itp.). Atrakcyjnymi roślinami cieniolubnymi są parzydła leśne. Najbardziej znane jest rodzime parzydło leśne (*A. dioicus*). Ostatnio bardzo są znane atrakcyjne mieszańce *A. aethusifolius* 'Horatio', czy 'Johannisfest', a także *A. sinensis* 'Zweiweltenkind'. Szerokie zastosowanie w ogrodzie znajdują także astry. Wyróżnia się tutaj astry wiosenne (*A. alpinus* czy *A. tongolensis*), a także astry letnie i astry jesienne. Bardzo znane są astry nowobelgijskie i nowoangielskie, czy astry wrzosolistne i astry krzaczaste (*A. dumosus*). Na uwagę zasługuje także wiele mniej znanych odmian i gatunków m.in. *A. turbinellus*, *A. cordifolius* 'Little Carlow', *A. laevis* 'Caliope'. W ogrodach cienistych i dostatecznie wilgotnych mogą być uprawiane tawułki (wiele odmian z kwiatami o różnych barwach, a także jarzmianki). Nie może także zabraknąć bergenii (nie tylko ciekawe kwiaty, ale także barwne liście, zwłaszcza zimą), dzwonników (m.in. wysokie mieszańce *C. punctata* 'Elisabeth' i 'Sarastro'), nacylków (najczęściej z kwiatami o żółtej barwie), a także najczęściej niebieskich ostróżek (wiele ciekawych odmian grupy 'Belladonna', 'Elatum', 'Pacific'), czy pięknych serduszek. Do charakterystycznych bylin ogrodów ozdobnych należą wilczomlecze, które mają duże zastosowanie. W ostatnich latach wprowadzono do uprawy wiele pięknych gatunków i odmian, m.in. *E. cornigera* 'Goldener Turm', wilczomlecz stepowy *E. seguieriana* ssp. *niciana*, czy himalajski *E. wallichii*. Do pięknych bylin letnich trzeba zaliczyć też wiaźówki, dzielżany, słoneczniki i słoneczniczki, pysznogłówki, floksy, rodgersje, wiesiolki, rudbekie i szalwie.

Ogrodnictwo Bylinowe Gaissmayera specjalizuje się w uprawie floksów, inaczej płomyków.

Najważniejsze znaczenie posiadają odmiany floksa wiechowatego *P. paniculata*, a także floksa wiel-



Ryc. 4. Kwitnące floksy. Fot. Elke Borkowski

koliściowego *P. amplifolia* oraz floksa plamistego *P. maculata*. Duże znaczenie posiadają niskie gatunki floksów, m.in. floks leśny (*P. divaricata*) i floksy poduszkowe. Do ciekawych gatunków należy niewątpliwie kwitnący na początku lata *P. glaberrima* ssp. *triflora* 'Bill Baker'. Do roślin cieniolubnych zalicza się wschodnioazjatyckie rodgersje. Do najpiękniejszych należą *R. henrici* 'Die Schöne' oraz *R. sambucifolia* 'Rothaut'. Do bylin późnego lata należą rudbekie. Do nowych gatunków uprawianych w ogrodzie zalicza się rudbekię *R. maxima*, z dużymi niebieskimi liśćmi. W ogrodach pięknie udają się także szalwie, m.in. szalwia omszona *S. nemorosa* z wieloma pięknymi odmianami, a także szalwia lekarska. W tym samym okresie kwitną charakterystyczne słoneczniki i słoneczniczki. Ostatnio wprowadzono wiele nowych ich odmian, m.in. *H. decapetalus* 'Triomphe de Gand' czy *H. microcephalus* 'Lemon Queen'. W okresie jesiennym kwitną pięknie mieszańce nawłoci *S. hybrida* m.in. 'Goldenmosa', 'Ledsham', 'Strahlenkrone'. Znanie są nowe gatunki i odmiany, m.in. *S. rugosa* 'Firework', *S. sphacelata* 'Golden Fleece'. Do pięknych roślin, z wieloma możliwościami, zaliczamy przetaczniki (m.in. *Veronica longifolia*) i przetaczniki wirginijskie (*Veronicastrum virginica* z nowymi odmianami).

W Ogrodnictwie Gaissmayera jest bardzo duży wybór pięknych roślin kwitnących późną wiosną i wczesnym latem: liliowców *Hemerocallis*, irysów, a także piwonii. Bogactwo ich odmian jest zdumiewające. Przykładowo D. Gaissmayer uprawia wiele odmian piwonii chińskiej, lekarskiej, a także rzadko spotykaną *P. peregrina* 'Otto Froebel'.

Rośliny cieniolubne, bodziszki i skalne

Współcześnie dużym zainteresowaniem cieszą się rośliny cieniolubne, które ożywiają stanowiska

cieniste, zwłaszcza pod drzewami. Możemy tu zaliczyć: nowe odmiany kaukaskiej niezapominajki (*Brunnera macrophylla* z licznymi odmianami – barwne liście), porastające cieniste zakątki, wysokie *Cimicifuga* – świecznice, bardzo kolorową japońską pietruszkę *Cryptotaenia japonica* 'Purpurascens', popularne epimedia (zwłaszcza *Epimedium grandiflorum* z ciekawymi odmianami), wcześniej kwitnące ciemierniki (*Helleborus*), bardzo popularne żurawki i żuraweczki (*Heuchera* i *Heucherella* z kolorowymi liśćmi), hosty *Hosta*, ze wspaniałymi liśćmi w różnych kolorach, m.in. żółtymi i niebieskimi, jasnoty (zwłaszcza jasnota plamiasta *Lamium maculatum* z licznymi odmianami i mało znana *L. orvala*), niebiesko kwitnące mertensje, ułudki *Omphalodes*, kokoryczki *Polygonatum*, a także miodunki *Pulmonaria*, żywokosty (zwłaszcza piękne odmiany *Symphytum grandiflorum*) i fiołki.

Istotne znaczenie posiadają współcześnie bodziszk *Geranium*, których uprawia się ponad 100 odmian i gatunków. Można tutaj wymienić bodziszek popielaty *G. cinereum* (z wieloma odmianami), bodziszek dalmatyński, bodziszek pirenejski *G. endressii*, bodziszek korzeniasty *B. macrorrhizum* (z wieloma odmianami), bodziszek Renarda (z kilkoma nowymi odmianami). Do dużych bodziszek zalicza się: bodziszek himalajski, iberyjski, wielopłatkowy, a także rodzimy bodziszek łąkowy, bodziszek armeński *G. psilostemon*, bodziszek czerwony (z wieloma odmianami), bodziszek leśny i bodziszek syberyjski (*G. wlassovianum*). Do najpiękniejszych bodziszek należą długokwitnące mieszańce: *G. gracile* 'Sirak', *G. pratense* 'Brookside' czy *G. psilostemon* 'Ann Folkard', 'Patricia' czy 'Ivan'. Na uwagę zasługują bodziszki z kolorowymi liśćmi, które cieszą się dużym zainteresowaniem miłośników roślin. Należą tutaj bodziszek żałobny 'Samobor' (*Geranium phaeum* 'Samobor'), z ciemnymi plamami na liściach, *G. maculatum* 'Espresso', z kawowobrazowymi liśćmi, *G. pratense* 'Hocus Pocus', z brązowymi liśćmi i wiele innych. Do poszukiwanych bodziszek należą bodziszki posiadające pełne kwiaty (m.in. *G. himalayense* 'Birch Double', czy *G. pratense* 'Summer Skies').

Ogrodnictwo Bylinowe Gaissmayera posiada wiele gatunków i odmian roślin skalnych i alpejskich. Można wymienić tutaj m.in.: karłowe krwawniki, ceniolubne dąbrówki *Ajuga*, smagliczki *Alyssum*, naradki *Androsace*, astry alpejskie, obrecje *Aubrieta* z licznymi odmianami, liczne gatunki karłowatych dzwonek i goździków, fiołków alpejskich, kuklików *Geum*, miniaturowych host, poduszkowych floksów (zwłaszcza *P. douglasii*, *P. stolonifera*, *P. subo-*

lata z wieloma odmianami, pierwiosnki *Primula*, skalic *Saxifraga*, rozchodników (są także wyższe gatunki) i rojników (*Sedum* i *Sempervivum*), karłowatych przetaczników, barwinków *Vinca*, pragny *Waldsteinia*. Do ciekawych gatunków roślin skalnych należą m.in. smagliczki *A. montanum* 'Berggold', *A. wulfenianum*, karłowate bylice (*A. schmidtiana* 'Nana', *A. stelleriana* 'Mori'), obrecja *A. hybrida* 'Blaumeise', 'Joy', 'Royal Red', karłowate dzwonki *C. carpatica*, *C. garganica*, *C. x pullloides* 'G.F. Wilson', goździki, zwłaszcza *Dianthus gratianopolitanus*, m.in. Badenia', 'Whatfield Gem', niskie gipsówki *Gypsophilla repens* z pięknymi odmianami ('Knud-del', 'Rosea'), pięciorniki, m.in. *Potentilla crantzii* 'Goldrausch', *P. nepalensis* 'Shogran', *P. neumanniana* 'Nana', skalnice (bardzo dużo gatunków i odmian), fiołki m.in. *Viola cornuta* 'Baby Franjo', 'Molly Sanderson', *V. jooi* (symbol Rumunii), liczne odmiany fiołka pachnącego.

Trawy, paprocie, rośliny błotne i wodne

Duże znaczenie w Ogrodnictwie Bylinowym Gaissmayera posiadają ozdobne trawy, coraz bardziej poszukiwane przez miłośników roślin. Należą do nich wysokie trawy, jak: trzcinniki *Calamagrostis*, śmiałki *Deschampsia*, miskanty *Miscanthus*, proso *Panicum*, trawa pampasowa *Cortaderia*, rozplenice *Pennisetum*, ostnice *Stipa*, a także spokrewnione z trawami turzyce *Carex* i sity *Juncus*. Współcześnie bardzo są modne w Niemczech – ze względu na piękny ogólny pokrój i ciekawe kwiaty – miskanty i rozplenice. Niektóre miskanty sięgają nawet do 3 – 4 m *Miscanthus x giganteus*, chociaż najbardziej są poszukiwane karłowe odmiany, które mogą być sadzone także w mniejszych ogródkach (m.in. *M. sinensis* 'Adagio', 'Kleine Fontäne', 'Morning Light', 'Yakushima Dwarf'). Bardzo piękne są kwitnące jesienią rozplenice *P. alopecuroides* 'Hameln', 'Compressum'. Do pięknych traw można zaliczyć także trzcinnik piaskowy m.in. *C. x acutiflora* 'Karl Foerster', 'Overdam', 'Waldenbuch', przebarwiające się jesienią proso różgowe (*P. virgatum* z pięknymi odmianami 'Heavy Metal', 'Rehbraun'), a także trześlicę, zwłaszcza modrą *M. caerulea* 'Moorhexe' i 'Variegata'.

Obok dużych traw znane są liczne mniejsze i karłowe gatunki traw. Można tutaj zaliczyć kosmatkę *Luzula*, zwłaszcza kosmatkę leśną *L. sylvatica* 'Wintergold', czy japońską żółto błyszczącą *Hokonechloa macra* 'Aureola', a także kostrzewy m.in. *Festuca cinerea* 'Elijah Blue'. Do pięknych „traw” należą także turzyce, m.in. *Carex hochijoensis* 'Evergold'

czy *C. morrowii* 'Aureovariegata', 'Silver Sceptre'.

We współczesnych ogrodach nie może także zabraknąć paproci. Są to zazwyczaj rośliny cieniolubne, chociaż nie brakuje paproci rosnących w miejscach słonecznych, a także na obszarach skalnych. Istnieją nawet paprocie posiadające kolorowe liście. Do najpiękniejszych paproci zalicza się wietlice *Athyrium*, adiantum *Adiantum*, narecznice *Dryopteris*, paprotniki *Polystichum*. Wietlica iseńska *A. niponium* 'Metallium' posiada srebrzysto-czerwone liście. Ubarwienie czerwone posiada natomiast narecznica *D. erythrosora*. Znanych jest kilka pięknych odmian narecznicy samczej *D. filix-mas* (m.in. odmiany 'Crispatissima', 'Barnesii'). Wiele pięknych odmian posiada paprotnik szczecinkozębny (*Polystichum setiferum* 'Congestum', 'Plumosum Densum', 'Proliferum'). W większych ogrodach można uprawiać duże paprocie m.in. pióropusznik strusi i wschodni (*Matteucia struthiopteris*, *M. orientalis*), a także długosz królewski *Osmunda regalis* i inne pokrewne gatunki.

W wielu współczesnych ogrodach występują stawy i zbiorniki wodne. Stąd też potrzebne są liczne rośliny wodne i rosnące na obszarach wilgotnych (rośliny bagienne). Ogrodnictwo Bylinowe Gaissmayera dysponuje dużą liczbą gatunków roślin wodnych i bagiennych. Można tutaj wymienić: tatarak zwyczajny *Acorus calamus* 'Variegatum', żabieniec babkę wodną *Alisma plantago-aquatica*, czermień błotną *Calla palustris*, jaskier wodny *Ranunculus aquatilis*, strzałkę wodną *Sagittaria sagittifolia*, pełnik europejski *Trollius europeus*. Podobne stanowiska zasiedla także kmięć błotna *Caltha palustris*. Popularne kaczence należą (zwłaszcza odmiany 'Multiplex' i var. *alba*, do najpiękniejszych roślin bagiennych. Duże jest bogactwo grzebieni wodnych *Nymphaea*, gdyż znanych jest wiele kolorowych mieszańców ogrodowych (o różnych wielkościach m.in. karłowe mieszańce 'Froebeli' i bardzo duże mieszańce 'Gladstoniana'). Znanych jest także wiele irysów bagiennych (*I. kaempferi*, *I. pseudoacorus*, *I. laevigata*), a także pałki *Typha* i trzcin. Nie brakuje również bagiennych turzyc i sitów. Do typowych roślin wodnych zaliczyć można grążel żółty *Nuphar lutea*, grzybieńczyk tarczowaty *Nymphoides peltata*, osokę aloesowatą *Stratiotes aloides*, kotewkę orzech wodny *Trapa natans*, pistię *Pistia stratiotes* i inne.

Zioła kuchenne i rośliny lecznicze

Ogrodnictwo Bylinowe Gaissmayera uprawia także wiele ziół wykorzystywanych w kuchni i używanych jako rośliny lecznicze. Znaczenie w kuchni

posiadają: krwawnik muszkatołowy (*Achillea decolorans*), kłosowiec *Agastache*, liczne gatunki i odmiany czosnków i cebuli jadalnej *Allium*, seler cięty (*Apium graveolens* var. *secalinum* 'Parcell'), kilka gatunków bylic w tym *Artemisia abrotanum*, *A. drancunculus* i mało znana jeszcze *A. procera*, czyścica *Calamintha* 'Hadrianminze', kapusta morska (*Crambe maritima*), pietruszka japońska (*Cryptotaenia japonica* 'Purpurascens'), rukola bylinowa (*Diplotaxis tenuifolia*), marchewnik anyżkowy (*Myrrhis odorata*), kocimiętka (*Nepeta cataria*), rabarbar *Rheum*, kilka gatunków szczawiu, pokojowy czosnek (*Tulbaghia violacea*). Stosunkowo nowe są w Europie kłosowce, które dostarczają smacznej herbaty. Podobnie mało znana jest nadal bylica (*Artemisia procera*) dostarczająca smacznej herbaty, a także czyścica Hadriana – ulubiona przyprawa kuchenna we Włoszech. W ogrodach uprawia się wiele roślin przyprawowych, m.in. chrzan (*Armoraria rusticana*), elszolcję Stautona (*Elsholtzia stautonii*), dostarczającej smacznej herbaty i przypraw, a także śródziemnomorskie przyprawy jak: hyzop, lawenda, melisa, pysznogłówka *Monarda*, lebiodka (kilka mało znanych gatunków i odmian), amerykańską miętę górską *Pycnanthemum*, rozmaryn, szalwię (wiele odmian i gatunków), grecką herbatę górską (*Sideris syriaca*), cząber górski, tymianek zwyczajny i liczne gatunki i odmiany macierzanek *Thymus*, czy wreszcie obecnie mało znany niepokalanek, używany jako przyprawa, chociaż w średniowieczu służył zakonnikom do osłabienia popędu płciowego.

Jako rośliny typowo lecznicze można określić arnikę (*Arnica chamissonis* ssp. *foliosa*), malwę, szlak lekarski (*Althaea officinalis*), rumianek szlachetny (*Chamaemelum nobile*), serdecznik (*Leonurus cardiaca*), mandragorę (*Mandragora automalis* i *officinarum*), które w średniowieczu uchodziły także za rośliny czarodziejskie, werbenę lekarską (*Verbena officinalis*).

Niektóre zioła uprawiane mogą być w pojemnikach przenoszonych zimą do pomieszczeń ogrzewanych. Należy do nich: lippia trójlistna (*Aloysia triphylla*), bazylika (*Ocimum kilimand. x basil. Purp.* 'African Blue'), czy też dostarczająca słodkich liści stewia (*Stevia rebaudiana*).

Ogrodnictwo Bylinowe Gaissmayera specjalizuje się także uprawie mięt. Uprawianych jest obecnie 56 odmian i gatunków mięt. Charakteryzują się one odmiennym smakiem i zawartością substancji chemicznych. Należą do nich m.in. mięta nadwodna (*Mentha aquatica*, nie posiadająca mentolu, a więc można ją pić bez ograniczeń), mięta japońska (*Mentha arvensis* ssp. *haplocalax* dostarcza cenionego olejku tygrysiego), mięta imbirowa (*Mentha x gentilis* 'Variegata' z charakterystycznymi barwnymi liśćmi), mię-

ta srebrzysta (*Mentha longifolia* 'Buddleia'), bardzo ozdobna z zapachem owocowym, ogromna wprost ilość odmian należących do grupy *Mentha x piperita*, a więc mięty pieprzowej (m.in. bardzo popularna *Mentha x piperita* var. *piperita* 'Mitcham'; mięta pieprzowa 'Nana'; mięta czekoladowa; mięta wody kolońskiej – *M. x piperita* var. *citrata*; mięta pomarańczowa; mięta cytrynowa), mięta raripila z czerwonymi łodygami i intensywnym zapachem owocowym (*Mentha x smithiana* 'Rubra'), mięta słodkiej limonki *Mentha* sp. 'Hillary's Sweet Lemon', mięta Hemingwaya – *Mentha* sp. 'Nemorosa', mięta tajlandzka, znakomita do potraw grilowanych *Mentha* sp. 'Thai Bai Saranae', sławna angielska zielona mięta (*Mentha spicata*)

– używana, m.in. do pieczenia jagnięciny, czy też mięta marokańska (*M. spicata* var. *crispa* 'Marokko'), ceniona jako herbata ziołowa, a także dodawana do herbaty zwykłej.

Ogrodnictwo Bylinowe Gaissmayera stanowi dobry przykład ogrodnictwa opartego na stosowaniu metod ekologicznych. Uwzględnia się całościowy wymiar życia roślin dbając o ich warunki glebowe, a także nie stosuje się nawozów sztucznych, regulatorów wzrostu czy pestycydów. Jednocześnie odrzuca się stosowanie inżynierii genetycznej w uprawie bylin i ziół. Rośliny uprawiane w Ogrodnictwie Bylinowym Gaissmayera są zdrowe i rosną dobrze w różnych warunkach siedliskowych.

Eugeniusz Kośmicki jest profesorem Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. E-mail: e.h.kosm@gmail.com

PROGRAM NATURA 2000 – ZRÓWNOWAŻONY ROZWÓJ W PRAKTYCE

Małgorzata Grodzińska-Jurczak, Agata Pietrzyk (Kraków)

NATURA 2000 to forma ochrony przyrody wprowadzana na terenach wszystkich krajów Unii Europejskiej. Głównym celem programu NATURA 2000 jest utrzymanie i rozwój europejskiego dziedzictwa przyrodniczego, a także powstrzymanie wymierania gatunków roślin i zwierząt, poprzez stworzenie sieci cennych przyrodniczo obszarów chronionych na terenie Unii Europejskiej. Początki tej formy ochrony przyrody sięgają 1992 roku, gdy została uchwalona tzw. Dyrektywa Siedliskowa (Dyrektywa 92/43/EWG w sprawie ochrony siedlisk naturalnych oraz dzikiej fauny i flory). Dyrektywa ta, wraz z tzw. Dyrektywą Ptasią (Dyrektywa 79/409/EWG w sprawie ochrony dzikich ptaków) stanowią podstawę funkcjonowania Europejskiej Sieci Ekologicznej NATURA 2000.

Obszary NATURA 2000 mają docelowo stworzyć spójną sieć pozwalającą na utrzymanie cennych siedlisk przyrodniczych wraz z gatunkami, które na nich bytują. Wdrażanie programu pokazuje zmianę w podejściu do ochrony przyrody, jaka dokonała się pod koniec XX wieku – przejście od ochrony *stricte* konserwatorskiej do ochrony różnorodności przyrodniczej na wielu poziomach i w możliwie jak najszerzej skali. Dostrzeżona została potrzeba ochrony nie tylko samych gatunków, ale także ich siedlisk.

Utworzenie spójnej, ogólnoeuropejskiej sieci obszarów chronionych uznane zostało za najbardziej optymalne rozwiązanie problemu zmniejszającej się bioróżnorodności i zanikania wielu siedlisk przyrod-

niczych. Zważywszy na transgraniczny charakter wielu zagrożeń i zmian zachodzących w środowisku naturalnym, powstanie takiej sieci wydaje się celowe i wpisuje się w ideę zrównoważonego rozwoju.

Cele i realizacja programu

Program NATURA 2000 z jednej strony chroni endemiczne, rzadkie lub zagrożone czy podatne na zagrożenia gatunki, z drugiej - obejmuje ochroną zagrożone lub posiadające niewielki zasięg siedliska przyrodnicze oraz takie siedliska, które stanowią wybitny przykład typowych cech jednego z regionów biogeograficznych. Na terenach krajów UE wyznaczono 9 regionów biogeograficznych (borealny, kontynentalny, atlantycki, alpejski, śródziemnomorski, makaronezyjski, pannoński, stepowy i czarnomorski), w obrębie których dokonywany jest wybór chronionych w NATURZE 2000 elementów przyrody. Takie podejście do ochrony przyrody sprawia, że istnieje szansa nie tylko na uratowanie gatunków już zagrożonych wyginięciem, ale również możliwe jest zapewnienie stabilnego trwania pozostałym. Można zatem powiedzieć, że w swych założeniach program NATURA 2000 nie tylko doraźnie hamuje zanik bioróżnorodności, ale także zapobiega możliwym niekorzystnym zmianom w przyszłości.

Program NATURA 2000 jest wprowadzany na terenie każdego z państw członkowskich Unii Europejskiej. Swoistym *novum* jest fakt, że w przeciwieństwie do innych dotychczasowych umów i po-

rozumień międzynarodowych dotyczących ochrony przyrody, wdrożenie NATURY 2000 jest obowiązkiem każdego z państw członkowskich. Obligatoryjność programu znacznie zwiększa jego skuteczność, a także daje narzędzia do kontroli realizacji programu w poszczególnych krajach (np. kary finansowe nakładane na państwo przez Komisję Europejską w razie niewypełnienia wymogów przewidzianych Dyrektywą Ptasiej i Dyrektywą Siedliskową). Dyrektywy określają ogólne warunki powstawania obszarów naturalnych. Sposób realizacji, jak też obowiązek utworzenia odpowiednich obszarów chronionych i utrzymania ich we „właściwym stanie ochrony”, pozostaje w gestii poszczególnych krajów.

Na sieć NATURA 2000 składają się dwa typy obszarów: Obszary Specjalnej Ochrony (tzw. obszary ptasie, OSO, wyznaczone na podstawie Dyrektywy Ptasiej) oraz Specjalne Obszary Ochrony (tzw. obszary siedliskowe, SOO, wyznaczone na podstawie Dyrektywy Siedliskowej). Obszary te wyznaczone są oddzielnie, jednak w praktyce często na siebie nachodzą lub całkowicie się pokrywają. Przyczyna szczególnej uwagi poświęcanej ptakom tkwi przede wszystkim w ich biologii, zwłaszcza w kontekście rozwiniętej migracyjności. Aby skutecznie chronić ptaki, potrzebna jest nie tylko ochrona w okresie lęgowym, ale również podczas ich wędrówek czy zimą. Konieczność współpracy międzynarodowej w tym względzie zauważono dość wcześnie, stąd obecnie istnieją już bogate bazy danych dotyczące gatunków i ich ostoi, dlatego podjęto decyzję, że ptaki nadal traktowane będą osobno.

Program NATURA 2000 nie jest wprowadzany zamiast dotychczas funkcjonujących form ochrony przyrody, lecz jako ich uzupełnienie. W Polsce w wielu przypadkach obszary naturalne pokrywają się z już istniejącymi obszarami chronionymi polskim prawem – np. wszystkie parki narodowe, wiele parków krajobrazowych i rezerwatów jest w Polsce częścią sieci NATURA 2000. Jest to wbrew pozorom dobre rozwiązanie, ponieważ obszary naturalne mają znacznie większy zasięg niż dotychczasowe krajowe formy ochrony i są (lub wkrótce zostaną) połączone tzw. korytarzami ekologicznymi, które spełniają rolę ciągów migracyjnych i umożliwiają wymianę genów pomiędzy małymi, lokalnymi populacjami danego gatunku. Ponadto NATURA 2000 istotnie różni się od pozostałych polskich form ochrony przyrody. Na obszarach objętych programem, w przeciwieństwie do miejsc objętych innymi formami ochrony przyrody, nie ma odgórnego zakazu wstępu czy zakazu gospo-

darowania, niejednokrotnie wręcz wymagana jest specyficzna aktywność ludzka, zwłaszcza na chronionych siedliskach półnaturalnych.

Wdrażanie programu NATURA 2000 w Polsce

W związku z przystąpieniem do Unii Europejskiej, Polska została zobligowana do wprowadzenia sieci obszarów chronionych NATURA 2000. Terytorium Polski obejmuje dwa regiony biogeograficzne: kontynentalny (96% powierzchni kraju) i alpejski (4% powierzchni kraju). Prace nad wyznaczeniem terenów naturalnych rozpoczęły się w Polsce w 2000 roku i prowadzone były głównie przez naukowców specjalizujących się w dziedzinie ochrony przyrody. W wyznaczanie obszarów sieci zaangażowanych było wiele osób pracujących w regionalnych grupach roboczych, pod koordynacją Instytutu Ochrony Przyrody PAN w Krakowie. Wyznaczanie obszarów spełniających kryteria obu dyrektyw opierano m.in. na istniejących danych (jak np. baza CORINE) oraz na nowych badaniach terenowych i analizach. W 2003 roku powstała pierwsza lista obszarów, które odpowiadały wymogom Dyrektywy Ptasiej i Dyrektywy Siedliskowej i proponowane były do sieci NATURA 2000. Listę przekazano do Ministerstwa Środowiska, gdzie została zweryfikowana i okrojona, ostatecznie obejmując 10,3% terytorium kraju (w tym 7,8% obszarów ptasich i 3,7% obszarów siedliskowych). W kwietniu 2004 polski rząd przekazał listę proponowanych obszarów naturalnych Komisji Europejskiej. Organizacje pozarządowe¹, które brały udział w tworzeniu pierwszej listy, zdecydowanie nie zaakceptowały wprowadzonych przez Ministerstwo Środowiska zmian i utworzyły alternatywną do rządowej listę, tzw. *Shadow List*. Lista ta (obejmująca 20,54% terytorium lądowego Polski, z czego 9,4% obszarów siedliskowych) również została przekazana Komisji Europejskiej. Do czasu zatwierdzenia przez Komisję ostatecznej wersji sieci obszarów chronionych w Polsce, wszystkie proponowane obszary pozostają pod ochroną (tzn. nie należy tam podejmować działań, które przyczynić się mogą do pogorszenia stanu siedlisk przyrodniczych i gatunków występujących w ich granicach). Utworzenie i wysłanie do Komisji Europejskiej dwóch list wywołało znaczne emocje w środowiskach związanych z ochroną przyrody i napięcia pomiędzy przyrodnikami a przedstawicielami Ministerstwa Środowiska.

Zgodnie z danymi Komisji Europejskiej, jeszcze

¹ przede wszystkim: WWF Polska, OTOP (Ogólnopolskie Towarzystwo Ochrony Ptaków), KP (Klub Przyrodników), PTO „Salamandra” (Polskie Towarzystwo Ochrony Przyrody „Salamandra”)

w 2008 roku Polska chroniła programem NATURA 2000 jedynie 17% tego, co zgodnie z Dyrektywą Siedliskową chronić powinna, i był to najniższy współczynnik spośród wszystkich 27 krajów UE². Obecnie prace nad ustanowieniem obszarów naturalnych w Polsce zostały zakończone. W październiku 2009 oficjalnie zatwierdzone zostało 817 obszarów siedliskowych oraz 142 obszary ptasie, obejmujących w sumie 21% powierzchni Polski. Kształt polskiej sieci NATURA 2000 będzie teraz weryfikowany przez Komisję Europejską.

Prócz napięć pomiędzy przyrodnikami, przedstawicielami organizacji pozarządowych a Ministerstwem Środowiska, wdrażaniu NATURY 2000 towarzyszyło i nadal towarzyszy wiele kontrowersji na poziomie lokalnym. Gminy, na terenach których znajdują się lub są projektowane obszary naturalne, zgodnie z wytycznymi Komisji Europejskiej, miały zaopiniować proponowane granice projektowanych obszarów. Znakomita większość opinii gmin była nieprzychylnych programowi NATURA 2000 - 27 gmin (70%) regionu alpejskiego i 127 (56%) regionu kontynentalnego wyraziło negatywną opinię na temat stworzenia obszarów naturalnych na ich terenie. Argumenty motywujące negatywną ocenę wyboru obszarów, to najczęściej brak zgodności z planem zagospodarowania przestrzennego gminy, zahamowanie rozwoju infrastruktury i ogólnego rozwoju gminy. Wprowadzenie NATURY 2000 w opinii wielu gmin mogło lub może spowodować konflikty wśród lokalnej ludności, w tym głównie rolników, właścicieli lasów, przedstawicieli różnych sektorów gospodarki (drogowego, wodnego i in.). Przyczyn niechęci względem programu należy szukać w sposobie jego wprowadzania na terenie Polski. Mimo założeń, że NATURA 2000 uwzględnia rozwój lokalny i lokalne potrzeby działalności gospodarczej, w Polsce aspekt społeczny programu został mocno zredukowany, a nawet zupełnie pominięty. Wiele osób dowiadywało się o programie dopiero po fakcie, np. przy odmowie inwestycji na chronionym terenie. Taki stan rzeczy, przy jednoczesnym braku wiedzy na temat przyczyn ochrony przyrody na danym obszarze, generalnie wyzwała negatywne skojarzenia z NATURĄ 2000 i ogólną niechęć względem programu. Dostęp do rzetelnej, obiektywnej informacji o programie był i nadal jest ograniczony i wymaga dużej aktywności ze strony zainteresowanych. Do przeciętnego obywatela docierają głównie wypowiedzi skrajne i wyjęte z kontekstu (tak jak np. te dotyczące konfliktu

wokół obwodnicy Augustowa i Doliny Rospudy). Wprowadzenie programu NATURA 2000 w życie wymaga zmiany systemu i metod zarządzania zasobami przyrody w Polsce, a przede wszystkim uwzględniania potrzeb i możliwości rozwoju społeczności lokalnych.

NATURA 2000 jako szansa na zrównoważony rozwój

Utworzenie obszaru NATURA 2000 niewątpliwie pociąga za sobą przymus zmian w gospodarowaniu terenem, jednak niekoniecznie zmiany te muszą być niekorzystne z punktu widzenia zarówno właściciela terenu, jak i całej społeczności lokalnej. Zgodnie z polskim prawem³, na terenie naturalnym nie można podejmować działań, które w znaczący sposób pogorszyłyby stan siedliska lub zagroziły chronionemu gatunkowi - zazwyczaj inwestycje na obszarze NATURA 2000 muszą być poprzedzone procedurą oceny oddziaływania na środowisko. Nie znaczy to jednak, że gospodarowanie na obszarze jest niemożliwe i że zostanie tam zahamowany rozwój. W zależności od typu terenu i celu ochrony na danym obszarze, mogą być na nim zabronione takie działania jak zabudowa brzegów jezior dla celów rekreacyjnych, regulacja koryt rzecznych czy pozostawianie zbutwiałych drzew w lasach na terenach szczególnie cennych przyrodniczo. Pewne zakazy nie oznaczają jednak, że okoliczne obszary przestaną się rozwijać, bowiem wraz z ochroną w ramach programu NATURA 2000 promowane i wręcz wymagane są przyjazne przyrodzie aktywności ludzkie.

NATURA 2000 daje szansę rolnikom, którzy chcą stosować tradycyjne, przyjazne środowisku metody gospodarowania. Dzięki programom rolno-środowiskowym mają oni możliwość otrzymywania dotacji, w zamian za odpowiednie dla ich terenu postępowanie (np.: opóźnianie prac polowych, zwłaszcza pokosu, ograniczanie stosowania nawozów sztucznych i chemicznych środków ochrony roślin, zachowanie oczek wodnych i mokradeł śródpolnych i in.). W zamian za realizację proponowanego programu otrzymuje się określone dotacje. Do programu rolnośrodowiskowego, który nie może trwać krócej niż 5 lat, może przystąpić każdy rolnik posiadający minimum 1 ha użytków rolnych.

Inne korzyści z włączenia obszaru w sieć naturalną, to możliwość zrównoważonego rozwoju, poprzez rozwój tzw. ekoturystyki (agroturystyka, ścieżki przyrodnicze, usługi przewodnickie, produkty

²<http://epp.eurostat.ec.europa.eu>

http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/barometer/index_en.htm#newstat

³ Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody – Art. 34

lokalne, rękodzieło). Obszar NATURY 2000 na terenie gminy stanowić może jej dodatkowy, bardzo ważny atut i przyciągać turystów zainteresowanych przyrodą, których zdaje się być coraz więcej.

Umiejętność wykorzystania obszarów chronionych NATURA 2000 dla rozwoju regionu, wymaga przede wszystkim zmiany nastawienia i wy-

obrażeń na temat tego, co rozumiemy pod pojęciem rozwój. Jeśli wśród społeczności lokalnych zostanie dostrzeżona możliwość rozwoju zrównoważonego, opartego na lokalnych producentach i zasobach oraz uwzględniającego potrzebę ochrony różnorodności biologicznej, istnieje szansa na akceptację programu w wielu regionach Polski.

Mgr Agata Pietrzyk jest doktorantką w Instytucie Nauk o Środowisku UJ w Zespole Ochrony Przyrody, Badań Łowieckich i Edukacji Środowiskowej. Zajmuje się badaniem społecznych aspektów ochrony przyrody, w szczególności Natury 2000, a także edukacją ekologiczną i środowiskową. E-mail: pietrzyk.agata@gmail.com

Dr hab. Małgorzata Grodzińska-Jurczak jest adiunktem w Instytucie Nauk o Środowisku Uniwersytetu Jagiellońskiego, specjalizuje się w edukacji ekologicznej i środowiskowej. W ramach działalności Zespołu Ochrony Przyrody, Badań Łowieckich i Edukacji Środowiskowej koordynuje i współwykonuje krajowe i międzynarodowe projekty badawcze i edukacyjne. Jest autorem prac naukowych i popularnonaukowych z zakresu edukacji ekologicznej. Prowadzi i współtworzy kurs "Edukacja Ekologiczna" dla studentów biologii i ochrony środowiska na UJ.

Nietypowe zimowisko śmiertelną pułapką dla płazów

Płazy to zwierzęta zmiennocieplne prowadzące ziemno-wodny tryb życia. Ponieważ temperatura ich ciała dostosowuje się do temperatury otoczenia, w naszej strefie klimatycznej ich życie w ciągu roku dzieli się na wyraźne dwie fazy. Okres życia aktywnego, przypadający na ciepłe miesiące roku i okres snu zimowego trwający od końca jesieni do wczesnej wiosny. W czasie snu zimowego, płazy nie odżywiają się, tempo ich metabolizmu i funkcje

strumienie i ciekły wodne, ale także większe zbiorniki wody stojącej, bowiem nie zamarzają one całkowicie i zawierają wystarczającą ilość tlenu. Ciekawostką jest to, że tak zimujące osobniki nie oddychają powietrzem atmosferycznym, a wymiana gazowa zachodzi wyłącznie przez skórę. Z naszych płazów tak zimuje żaba trawna, żaba śmieszka, częściowo żaba wodna, a poza tym nieliczne młodociane osobniki ropuchy szarej.



Ryc. 1. Przy ścianie studzienki jest tłoczno. Sorkwity 17 stycznia 2009. Fot. Maria Olszowska

życiowe ulegają wyraźnemu spowolnieniu, a zimujące zwierzęta bardzo słabo reagują na bodźce zewnętrzne. Takie niskie tempo metabolizmu i znikoma aktywność pozwala płazom na przetrwanie snu zimowego, trwającego nawet ok. 6 miesięcy.

Większość naszych gatunków płazów zimuje na lądzie (traszki, salamandra, kumaki, rzekotki, większość ropuch i żab). Na miejsce zimowania wybierają różne szczeliny pod korzeniami drzew i krzewów, wykroty, nory gryzoni, sterty chrustu itp. Bardzo często zimują gromadnie nawet do kilkudziesięciu osobników jednego gatunku. Zdarza się, że zimują wspólnie różne gatunki. Mniej liczna grupa spędza okres zimy w wodzie, preferując wolno płynące



Ryc. 2. Studzienka w podłodze kotłowni. Sorkwity 17 stycznia 2009. Fot. Maria Olszowska

Po zakończeniu życia aktywnego płazy odbywają wędrówki w poszukiwaniu dogodnych miejsc do zimowania. Czasem trafiają przez otwarte okienka do nieogrzewanych piwnic, gdzie rolnicy przechowują różne warzywa i owoce, a czasem w inne zimne, ale wilgotne miejsca i pozostają w nich przez okres zimy. Znane są przypadki uwalniania wiosną takich nieproszonych, uwięzionych gości. Niekiedy trafiają jednak w miejsca, które stają się dla nich śmiertelną pułapką.

Taki właśnie przypadek miał miejsce w Sorkwytach, niewielkiej miejscowości na Mazurach, oddalonej ok. 12 km od miasta Mrągowa. Tam, w podłodze kotłowni jednego z bloków mieszkalnych znajduje się studzienka wypełniona wodą, w której

zimują płazy. Po uzyskaniu tych informacji, odwiedziłam to miejsce 17 stycznia 2009 r.

Studzienka to betonowy krąg o średnicy ok. 1 metra i głębokości ok. pół metra. Wypełniony jest wodą do



Ryc. 3. W wodzie traszka grzebieniasta (*Triturus cristatus*). Na ścianie kręgu traszka zwyczajna (*Triturus vulgaris*). Sorkwity 17 stycznia 2009. Fot. Maria Olszowska

głębokości ok. 20 cm i wyposażony w górny przelew prowadzący do kanalizacji budynku. Dno studzienki przykryte jest warstwą osadu o grubości ok. 5 cm.

W czasie mojego tam pobytu temperatura powietrza w kotłowni wynosiła + 12°C, natomiast temperatura wody w studzience +10°C. Temperatura na zewnątrz wynosiła – 6°C i leżał śnieg.

Po zdjęciu kratki zabezpieczającej studzienkę, naliczyłam 25 osobników różnych gatunków płazów.



Ryc. 4. Traszka zwyczajna (*Triturus vulgaris*) i żaba trawna (*Rana temporaria*). Sorkwity 17 stycznia 2009. Fot. Anna Kossakowska

Najwięcej było osobników żaby trawnej (*Rana temporaria*) i żaby moczarowej (*Rana arvalis*). Ponadto przebywał tam jeden osobnik żaby wodnej (*Rana esculenta*), jeden traszki grzebieniastej (*Triturus cristatus*) i jeden traszki zwyczajnej (*Triturus vulgaris*). Prawie wszystkie zaobserwowane płazy były wyraźnie wychudzone.

Wśród stwierdzonych tam płazów najwięcej było form młodocianych. Większość z nich była częściowo zakopana w mule tuż przy ścianie betonowego kręgu. Te były wyraźnie odrętwiałe. Część wykazywała znaczną ruchliwość. Dwie dorosłe żaby trawne były normalnej wielkości, bardzo ruchliwe i szybko

pływające. Żaba zielona wykazywała małą ruchliwość, natomiast traszki grzebieniasta i zwyczajna były bardzo aktywne.

Z uzyskanych informacji wynika, że płazy widziane były w tej studzience już zimą ubiegłego



Ryc. 5. Żaba trawna (*Rana temporaria*) i żaba moczarowa (*Rana arvalis*). Sorkwity 17 stycznia 2009. Fot. Anna Kossakowska

roku. Prawdopodobnie wchodzi tu jesienią przez uchylone okienko i wpadają do studzienki. Studzienka staje się dla nich pułapką antropogeniczną, z której już wyjść nie mogą. W kotłowni przez czas jesieni i zimy funkcjonuje piec centralnego ogrzewania. Dlatego utrzymuje się tu wysoka, jak na miejsce zimowego pobytu, temperatura wody oraz powietrza. To powoduje, że płazy nie zapadają w stan typowego odrętwienia, lecz są dość aktywne. Wyższe niż normalnie w okresie zimy tempo metabolizmu, przy równoczesnym braku pożywienia, powoduje, że wszystkie one są wyraźnie zagłodzone i wychudzone. Najprawdopodobniej padną z braku pożywienia i nie-stety nie doczekają wiosny.

Czy zatem jest ratunek dla tych i potencjalnie podobnie zimujących innych płazów?

Ratunkiem dla płazów przebywających w takich jak ta pułapkach, jest wyniesienie ich z nadejściem wiosny do najbliższego niezamarzniętego ciekut wodnego lub zbiornika. Warunkiem przeżycia na wolności jest stopniowe przystosowanie ich do temperatury wody na zewnątrz kotłowni.

Płazy wyjęte ze studzienki należałoby stopniowo adaptować do temperatury zewnętrznej wystawiając je w wiadrze z wodą najpierw do pomieszczenia o niższej temperaturze i dopiero później przenieść do warunków naturalnych. Na przyszłość należy kontrolować studzienkę jesienią, a stwierdzone tam płazy wynosić od razu do naturalnego zbiornika lub ciekut wodnego. To zależy już tylko od dobrej woli człowieka.

Maria Olszowska (Mrągowo)



WSZECHŚWIAT PRZED 100 LATY



Prastare przesady meteorologiczne

Meteorologia jako nauka jest młoda, natomiast bardzo stara, tak stara zapewne jak ludzkość, jako gałąź wiedzy ludzkiej. W istocie, po datę narodzin meteorologii należy sięgnąć do zarania kultury ludzkiej. W owych czasach odległych człowiek - myśliwy albo rolnik spędzał znaczną część swego życia wśród przyrody, zatem zależał od pogody bardziej niż my i z konieczności często zwracał uwagę na zjawiska atmosferyczne. Naturalnie nie czynił tego ze względu na rzecz samą, nie szło mu bynajmniej o poznanie praw, rządzących atmosferą, lecz jedynie o osiągnięcie korzyści. Chciał posiadać środki ochrony przed wyrykami niepogody, umiejętność wypatrzenia pory odpowiedniej dla swych przedsięwzięć oraz wykryć najdogodniejsze we względzie klimatycznym miejsca pod uprawę roślin jadalnych.

Doświadczenia w tym kierunku zdobyte, wciąż pomnażane, przechodziły z pokolenia na pokolenie, i już wcześniej stanowiły trwały dorobek ludzkości. Są to t. zw. „mądrości” ludu, dotyczące pogody, przetrwały one do dnia dzisiejszego i istnieć chyba będą po wsze czasy. „Mądrości” te ubierane były i są dziś jeszcze w szatę krótkich sentencji lub kategorycznych orzeknięć, gdyż wrażliwość na ten sposób lepiej w pamięć. Wprawdzie wielka część tych reguł pogodowych opierała się na obserwowaniu w przyrodzie rozmaitych zjawisk, jak wiatrów, obłoków oraz objawów świetlnych na niebie, jednakże często była wynikiem błędnych wnioskowań i asocjacji myślowych z domieszką przesądnych wyobrażeń, odpowiadających niskiemu poziomowi wykształcenia ludu.

Nie należy zatem sądzić, że prawidła, przewidujące pogodę, tak częste np. w biblii, w księdze Hioba, u Homera i Hezyoda, a więc w utworach, pochodzących z 8-ego wieku przed Chr., powstały dopiero w tym czasie w Palestynie lub Grecji. Szerokie rozpowszechnienie tych prawideł wśród ludów, częste ich przytaczanie przez pisarzy wskazują raczej, że trzeba je uważać za prastarą część kultury ówczesnej. Co więcej, mamy poważne powody do przypuszczenia, że część „mądrości” o pogodzie oraz przesądów w tej dziedzinie, dziś jeszcze kultywowanych przez ludy, pochodzi z pierwotnej ojczyzny indogermańskiej.

W dwu przypadkach udało mi się mianowicie niezbicie dowieść, że wierzenia europejskie, dotyczące pogody, są pochodzenia niezmiernie dawnego; rzecz przy tem znamienita, że w obu razach idzie o zabobon, dotyczący pogody - nic bowiem nie tkwi tak głęboko w wyobrażeniach ludowych, jak właśnie zabobon.

Wiadomo, że w całej Europie przypisuje się osobliwą wartość prognostyczną dwunastu nocom, t. zw. „dwunastce”, albo dwunastu dniom, które początkowo liczone od początku roku, później zaś - pod wpływem kościoła chrześcijańskiego od święta Boż. Nar. Stan pogody w ciągu owych 12 nocy lub dni ma mianowicie być wizerunkiem stanu pogody 12 miesięcy w roku następnym. Zabobon ten, który i dzisiaj jeszcze błąka się wśród ludów, można prześledzić w literaturze wstecz aż do XV-ego stulecia; wcześniej jeszcze spotykamy się z nim w licznych rękopisach, aż nawet w IX-ym wieku. Nie był również obcy uczonemu Kościoła, Szkotowi Bedzie Czcigodnemu, żyjącemu w VIII-ym wieku, a bizantyjsko-greckie dzieło o budowie ziemi, „Geoponika”, pochodzące z VI-ego stulecia poucza nas, że już Demokryt, żyjący w V-ym stuleciu przed Chr., znał ten zabobon w nieco odmiennej postaci. Jeśli wreszcie uwzględnimy, że, według znawców sanskrytu, teksty weddyjskie również wzmiankują o „dwunastu nocach” i uważają je za obraz następnego roku, to bardzo prawdopodobnym się wyda, że ten przesąd pogodowy jest prastarem pochodzenia indogermańskiego. Ludy europejskie zabrały go z sobą ze wspólnej prastarej ojczyzny. Przytem rozprzestrzenił się on z Indyi, niefylko na zachód i wśród Indogerman i tu zachował, lecz powodował również na wschód; jeszcze bowiem dzisiaj istnieje w Chinach pewien obyczaj, praktykowany w noc noworoczną, a odpowiadający doskonale wyobrażeniu indogermańskiemu o znaczeniu początku roku dla przepowiedni pogody w tymże roku.

Kolebkę innego zabobonu znajdujemy aż w Starym Babilonie. W wielu dawniejszych księgach ludowych w Europie oraz w książce odpustowej „Sibyllae Prophetia”, dziś jeszcze

w Szwecji wychodzącej, czytamy o przepowiedniach, dotyczących pogody i urodzajności w przeciągu całego roku, a opartych na grzmotach w oddzielnych miesiącach. Z temi „signa tonitrus” spotkać się można w rękopisach we wszystkich językach europejskich aż głęboko wstecz do czasów średniowiecznych; znaki te oparte są z pewnością na bogatej literaturze kalendarzy pogodowych albo brontologii, których ułożeniem w IV-ym i V-ym stul. zajmowali się między innymi nawet cesarze bizantyjscy i których rozpowszechnienie musiało być olbrzymie. W jednym z rozdziałów wspomnianej „Geoponika” teoryę, o której mowa, jest przypisywana Zoroastrowi. Jeśli zresztą ten ostatni nie był prawdopodobnie sam twórcą tej teoryi, to jednakże imię jego wskazuje przybliżenie środowisko duchowe, w którym ona powstała, mianowicie — stary Wschód.

G. Hellman. Początki meteorologii. Wszechświat 1909, 28, 244 (18 IV)

Hodowle pasożytów

W № 5-ym „Comptes rendus de la société de biologie” p. A. le Dantec podaje następujące wskazówki co do sposobów przygotowywania nieczystych hodowli ameb i węgorzków, które mogą być potrzebne do badań laboratoryjnych nad dysenterją ameboidalną i chroniczną dyaryją krajów gorących.

1. Sposób otrzymywania hodowli ameb. Należy wyrwać trochę mchu ziemnego z chwytnikami, gdyż ameba przebywają na ich poziomiu, poczem wrzucamy mech do naczynia szklanego, wypełnionego wodą, lub umieszczamy na powierzchni pływającego na niej kawałka drzewa lub korka. Następnie umieszczamy naczynie w termostacie w temp. 35°. Po upływie 3 - 4 dni mamy na powierzchni wody gotową kulturę ameb i bakterij. Hodowla przybiera postać błonki, wyglądającej jak tłusta powierzchnia oziębionego bulionu. Drobna cząsteczka tej powłoki, rozpatrywana pod mikroskopem, zawiera poruszające się wolno pomiędzy bakteriami ameba. Zbadawszy po upływie kilku dni powłokę hodowli, nie dostrzeżemy już ameb ruchomych, lecz ciała kuliste, które są otorbionymi amebami. W ten sposób poznajemy dwa charakterystyczne stany ameb: postać pelzakowatą i postać otorbioną.

2. Sposób otrzymywania hodowli węgorzków. Wypełniamy 3/4 jakiegoś naczynia wodą, wrzucamy doń ekskrementy świnki morskiej lub mieszaninę ekskrementów świnki i królika; umieszczone w termostacie w 35° tworzą po upływie 8 - 10 dni na powierzchni wody skorupkę. Zdrapawszy za pomocą mocnej skrobaczki platynowej cokolwiek tej skórki, rozszczepiamy ją na szkiełku przedmiotowym w małej ilości wody, wziętej z tego samego naczynia. Już pod słabym powiększeniem można dostrzedz z łatwością poruszające się żywo i skręcające się węgorzki. Po upływie 10 — 15 minut ruchy słabną - i wówczas można badać budowę anatomiczną węgorzków, znajdujących się na różnych stadiach rozwoju.

N. M. (Miłkowska). Sposób otrzymywania ameb i węgorzków do zajęć praktycznych nad pasożytnictwem. Wszechświat 1909, 28, 287 (2 V)

Jak szybko latają jaskółki?

Znane jest doświadczenie nad szybkością jaskółki, która została przewieziona wraz z gołębiami pocztowymi z Antwerpii, gdzie miała gniazdo do Compiègne, odległego stamtąd o 230 km. Na drugi dzień wypuszczono ją z powrotem o godzinie 7 1/4 rano. Jaskółka bez żadnych orientacyjnych ruchów, które wykonywają w takich razach gołębie, poleciała z błyskawiczną szybkością w kierunku prostym do Antwerpii i pomimo niepomyślnego wiatru, przybyła do swego gniazda w przeciągu godziny i 8 minut, to jest z szybkością 57,8 m na sekundę. Jeżeli zwrócimy uwagę na wiatr północny, z którym musiała walczyć, to można oceniać jej szybkość samą przez się na 65 m, a nawet i więcej. Jest to liczba niezwykła: gołębie, wypuszczone jednocześnie z nią, robiły zaledwie 15,8 m na sekundę.

Nadlesny Kurt Loos z Libochu nad Łabą (w Czechach), nic mogąc się zgodzić z możliwością takiej szybkości, przypuszczał tu jakieś nieścisłości doświadczenia i postanowił

wykonać nowe próby, któreby mogły potwierdzić lub obalić wyniki tamtego. W tym celu polapał jaskółki, mające młode w gniazdach, przewoził je do mniej lub więcej oddalonych miejscowości i wypuścił je następnego ranka. Otóż wszystkie one latały najpierw w najrozmaitszych kierunkach po liniach zygawkowatych i krzywych, zanim trafiły na właściwy. Następnie zużyły na podróż: jedna na 32 km — 3 godz. 15 m. 30 s., druga na tę drogę 2 godz., 31 m. 45 s., trzecia i czwarta 6 do 8 godz. na 36 km, piąta 3¼ godz. na 9 km, szósta 4 godz. na 8,2 km i siódma 2 godz. na 18 km. Dla żadnej nie udało się stwierdzić takiej szybkości, jaką okazała jaskółka z Compiègne, wszystkie potrzebowały znacznie więcej czasu na drogę, a niektóre musiały nawet dużo kołować i błądzić, jak np. ta, która zużyła 3¼ godz. na 9 km i przyleciała ogromnie zmęczona.

Na zasadzie swoich doświadczeń, jak również z porównania lotu jaskółki i jazdy pociągu, Loos oblicza średnią szybkość tego ptaka 25 m na sekundę, co i tak jest dość znaczne. Wysoką zaś liczbę, otrzymaną w doświadczeniu w Compiègne, tłumaczy błędem obserwacji, mianowicie tem, że wypuszczona jaskółka nie wróciła wcale do gniazda, a na jej miejsce przyleciała tam jakaś inna w tym właśnie czasie i dała powód do myślnego obliczenia. Zdarza się to nieraz u jaskółek, a między innymi przytrafiło się parę razy i samemu Loosowi, chociaż jego doświadczenia obejmowały znacznie mniejszą przestrzeń, niż w Compiègne.

B. D. (Dyakowski). Szybkość lotu jaskółek. Wszechświat 1909, 28, 382 (13 VI)

Neptuniści i plutoniści

Poglądy na powstawanie minerałów, wyrobione przez dokładne badanie natury i kombinowanie rozmaitych jej przejawów, datują się zaledwie od początku przeszłego wieku, gdy poprzednie panowały w tej dziedzinie niepodzielnie fantastyczne często teorie filozofów greckich i rzymskich.

Jak dla wielu imnych gałęzi przyrodoznawstwa, tak również i dla rozwoju mineralogii wiek XIX okazał się, wyjątkowo urodzajnym. Na samym jego początku powstał zacięty spór, dotyczący zasadniczej kwestii geologii i mineralogii: z jednej strony stają plutoniści, według których wszystkie minerały okazują się rezultatem zastępowania pierwotnej ciągłej masy o konsystencji ciasta (magma), gdy, wbrew temu, neptuniści wierzą jedynie w powstawanie minerałów drogą wodną. Nawet Goethe zajmuje zupełnie zdecydowane stanowisko neptunisty, wobec czego, jako zwolennik teorii ewolucyjnej, nie przypuszcza możliwości gwałtownych przewrotów w naturze, jaką uznają plutoniści. Pogląd na tę sprawę wypowiada w drugiej części „Fausta”, w rozmowie Anaksagoras z Talesem o naturze, w następujących słowach:

„Przyroda, prawidłowo kształt wywodząc z kształtu, Nawet w wielkościach nie dopuszcza gwałtu”.

Dzisiaj spór, o którym mowa, wydalby nam się jedynie stratą czasu, gdyż obecnie wszak każdy geolog obowiązkowo musi być jednocześnie i plutonistą i neptunistą. Nauczyliśmy się w taki, mianowicie, sposób pojmować kwestię, że ze stygnącej powoli ognisto-płynnej magmy tworzyły się twarde masy; następnie, z wnętrza owej magmy wytryskały gorące roztwory, które wskutek stopniowego opadania temperatury wydzielają osady rozmaitych minerałów; wreszcie pod wpływem wody utworzone już poprzednio skryształizowane masy glazów zmieniały często swój kształt pierwotny. Ileż to powodów może się przyczynić do takiej ciągłej zmiany kształtów! Równowaga chemiczna, w której znajdowały się ciała mineralne w pewnej określonej wysokości temperaturze, znikła po jej opadnięciu, szczególnie zaś pod wpływem czynników atmosferycznych tak, iż z tego już powodu mogły nastąpić różnorodne przeobrażenia. Jeszcze przedtem w skutkach okazuje się tutaj działanie wysokiej temperatury, powodujące rozsądzanie kamieni, związane z wybuchami zawartych w nich gazów. Wskazanym przeobrażeniami zawdzięczamy powstanie najcenniejszych minerałów, jak np. granatów, topazów i wielu innych. Obok pomienionych czynników, powodujących przekształcenie minerałów, nie należy pominąć milczącego działania wysokiego ciśnienia masy skalistej; czynnik to mało dotychczas zbadany,

zwykle przeceniany, chwilami jednak może i niedoceniany. E. H. Boeck. O powstawaniu minerałów. Wszechświat 1909, 28, 232 (11 IV)

Prawdziwe wojowniczeki

Badanie życia mrówek dostarcza biologii bogatego materiału dla poznania wysoko rozwiniętych a zadziwiających instynktów, związanych z życiem gromadzkim tych zwierząt. Znany z badań tego rodzaju Forel podaje w jednym z numerów „Biologisches Centralblatt” z r. 1908 ciekawe spostrzeżenia nad walką dwu gatunków mrówek: *Formica sanguinea* i *Polyergus rufescens*; obadwa gatunki wymienione mają, jako niewolników, gatunek *Formica fusca*. Razu pewnego Forel obserwował w swej willi koło Genewy, jak spora gromada mrówek z gatunku *F. sanguinea* opuściła mrowisko i wędrowała w kierunku, gdzie, jak przypuszczał, musiało znajdować się mrowisko gatunku niewolniczego - *F. fusca*; spostrzegł jednak w pewnym oddaleniu mrowisko gat. *Polyergus rufescens*, świeżo założone. Chcąc przyspieszyć przypuszczalną walkę, Forel umieścił kilkunastu niewolników z dwoma osobnikami z gatunku *Polyergus rufescens* i kilkoma poczwarkami na drodze pochodzącej *F. sanguinea*. Ostatnie, swoim zwyczajem, odstąpiły nieco w tył, zostały jednak gwałtownie schwytane przez dwu osobników g. *Polyergus r.*, które, jak prawdziwi japończycy w walce Jui-Jitsu, napadły na swych przeciwników”. Wtedy Forel z położonego nieco dalej mrowiska *Formica fusca* przyniósł woreczek mrówek z ich poczwarkami i położył je w niewielkiej odległości od mrowiska gat. *Polyergus ruf.* a przed forpocztami g. *Form. sanguinea*, mając zamiar, przez wspólną dla obudwu gatunków zdobycz, wciągnąć je do walki ze sobą. Podczas gdy to czynił, *F. sang.*, będące w przeważającej liczbie, zwyciężyły owych dwu osobników gat. *Polyergus ruf.* i rzuciły się na przyniesioną zdobycz. Wtedy poczęły wylazić z gniazda, również przez przewidywaną zdobycz pobudzając, *Polyergus ruf.* i ich niewolnicy trzymali już kilka osobników *F. sang.*, z przednich szeregów; wtedy i *F. sang.*, otrzymały liczniejsze posiłki, i wszczęła się zacięta walka; przypuszczalnie *F. sanguinea*, „miały zamiar” rozpocząć zwykłą walkę z *F. fusca* i po zwycięstwie unieść łup do swego mrowiska; tu jednak spotkały się z rywalem, godnym współzawodnictwa. Wsunęło się naprzód do 30 *Polyergus ruf.* i zażarcie napadły na *F. sang.*, walcząc „metodą Jui-Jitsu” i tnąc przeciwnika swemi zagiętymi szczękami w głowy, co czyniło go odrazu niezdolnym do dalszej walki; pomimo energicznego oporu *F. sang.*, zostały zwyciężone, gdyż każdy osobnik g. *Polyergus ruf.* w jednakowych okresach czasu napadał na 5-ciu do 7-iu osobników *F. sang.*, i powalał ich; już po upływie ½ godz. *F. sang.*, były zwyciężone i biegly w kierunku swego mrowiska, ścigane przez zwycięzców czas jakiś. Dnia następnego *F. sang.*, walki nie wznowiały zupełnie, choć to był stały okres ich walk (czerwiec), gdy g. *Polyergus ruf.* prowadzi je w lipcu.

Forel wywoływał walkę tych samych gatunków mrówek w mrowiskach sztucznych; *Polyergus ruf.* po zwycięstwie wypędził zwalczonych *F. sang.*, z ich mrowiska. I w danym razie, jak Forel przypuszcza, nastąpiłoby to samo, gdyby *Polyergus ruf.* kontynuowały swój pościg aż do mrowiska; ta jednak zachodzi różnica, że tutaj walka zawiązała się żywiołowo i przypadkowo, gdyż urządzające wyprawę *Form. Sang.*, nie widziały i nie „zwęszyły” swych przeciwników.

O męstwie i zawziętości *Polyergus ruf.* świadczy ten fakt, że są one znacznie mniejsze od *Form. sang.*, ale napadły na nie w przeważającej liczbie.

Powyższe obserwacje mogą przyczynić się jak mniejsza Forel, do stwierdzenia u mrówek pamięci i kojarzeń engramicznych (Semona). *Form. sang.*, zostały nauczone i nie odnowiają już swego napadu. Gdyby zaś były wciągnięte do walki tylko skutkiem „ślepego tropizmu” lub nieznanego „siły”, to, nienauczone doświadczeniem, musiałyby napad ponowić. St. M. (W. Majewski). Walki mrówek. Wszechświat 1909, 28, 303 (9 V)

Apel o stworzenie funduszu imienia Augusta Witkowskiego

Od długich lat profesor August Witkowski służy Nauce i społeczeństwu swemu. Służy im wiernie, jako profesor Szkoły Jagiellońskiej, ucząc pokolenia uczniów, prowadząc ich wy-

trwale ku pojmowaniu Natury, ku poszanowaniu Nauki. Służył im, jako kierownik Zakładu Fizycznego, gdzie pierwsze kroki stawiają ci, którzy pragną zrozumieć istotę badania przyrodniczego. Służył im wreszcie jako uczony, jako badacz, jako pisarz polski. Uczony i badacz ofiarował Nauce szereg prac związanych jedną myślą, idących wspólnie ku jednemu celowi: szereg prac tak ścisłych i zbudowanych tak mocno, że tworzą już dzisiaj trwały pomnik pracy polskiej w Rocznikach nauki, a tak mozolnych i trudnych, że rzadko kto w Europie odważa się podejmować podobne. Pisarz jasny, prosty, dokładny, wytworny, profesor Witkowski wzbogacił kulturę polską o dzieło pierwszorzędnej wartości, o „Zasady Fizyki”.

W roku ubiegłym, 1908, jedno z pomiędzy dążeń profesora Witkowskiego poczęło się iść. Rozpoczęto w Krakowie roboty około dźwignięcia nowego gmachu Zakładu Fizycznego Uniwersytetu Jagiellońskiego.

Zbliżył się ku nam cel gorących, wieloletnich zabiegów profesora. Niedaleka jest chwila, gdy w godnych siebie, w godnych Uniwersytetu i Nauki ramach profesor Witkowski rozpocznie nową epokę pracy i badania.

Koleczy, przyjaciele, starsi lub młodszy współpracownicy, dawniejsi i obecni uczniowie profesora Witkowskiego, a wszyscy bez wyjątku Jego wielbiciele, wszyscy wdzięczni Mu głęboko za wysokość poziomu moralnego i umysłowego, ku któremu wiódł ich zawsze, postanowili objawić swe przywiązanie, swą cześć dla Jego dzieł i Jego życia.

W dniu, w którym profesor Witkowski wygłosi pierwszy wykład w nowym gmachu, pragniemy złożyć Mu w ofierze fundusz stypendyjny Jego imienia, przeznaczony dla ucznia Uniwersytetu Jagiellońskiego, poświęcającego się specjalnie studiom w zakresie Nauki Fizyki.

Zwracamy się o pomoc do inteligentnego ogółu polskiego. Zwracamy się do tych, którzy cenią badanie zjawisk w otaczającym nas świecie, którzy rozumieją, jaki przemożny wpływ na kulturę duchową człowieka wywiera poszukiwanie wiecznej prawdy w Naturze. Zwracamy się do tych, którzy widzą naszą przyszłość w pracy około podstaw naszej kultury. Zwracamy się do uczniów profesora Witkowskiego, do czytelników Jego dzieł, do słuchaczy Jego odczytów; zdają oni sobie sprawę z pewnością z długu wdzięczności, który zaciągnęli względem Niego. Zwracamy się do przyjaciół Uniwersytetu Jagiellońskiego i młodzieży, zjeżdżającej się ze wszech stron Polski, ażeby uczyć się w Krakowie. Zwracamy się do nich wszystkich z serdeczną prośbą o poparcie naszego przedsięwzięcia.

(Następuje szereg podpisów, obejmujący około stu dwudziestu imion kolegów, uczniów i wielbicieli profesora Augusta Witkowskiego, poczem, jako adres, pod którym można nadsyłać składki na rachunek bieżący fundacji, jest wskazany Bank hipoteczny w Krakowie i Dom bankowy F. Wawelberga w Warszawie).

Redakcja „Wszechświata” najgoręcej popiera treść powyższej odezwy, widząc w niej jeden z tak rzadkich u nas objawów uznania prawdziwej i doniosłej zasługi. Oby społeczeństwo nasze jaknajwięcej mieć mogło wśród siebie mężów tak bardzo godnych uczczenia, aby nauczyło się podobne do zamierzonego tutaj sposoby przyjąć za hold dla nich najwłaściwszy.

Odezwa. Wszechświat 1909, 28, 301 (9 V)

Jak jadają wielkie węże?

Doświadczenia nad odżywianiem się węzów olbrzymich były dokonane w r. 1906 w zwierzyńcu Hagenbecha w Stellingen. Wyniki ich podał dr. Aleksander Sokolowski w „Zoolog. Anzeiger”.

Dawniej sądzono, że węże te jadają wyłącznie zwierzęta, które same zabijają. Z doświadczeń jednak w tym zwierzyńcu przekonano się, że można je przyzwyczaić do karmienia się martwymi zwierzętami. Olbrzymi dusiciel (Python reticulatus) z Borneo, długi na 7 metrów, karmiony był prawie wyłącznie nieżywymi kozami, którym uprzednio odpilowywano rogi. Karmienie odbywało się w sposób następujący: skoro tylko uważano potrzebę pokarmu, wyrażającą się w niespokojnym zachowaniu się węża, wrzucano mu do klatki zabity koź. Wąż niespokojnym ruchem zbliżał się do ofiary, rzucał się potem na nią gwałtownie, wpijał jej zęby z błyskawiczną szybkością w głowę, owijał ją zazwyczaj dwu skrętami ciała i zaczynał proces połykania, w czasie którego paszcza jego rozszerzała się niekiedy do jednego metra szerokości. Szczeka dolna zwieszała się przytem pionowo, a obie jej połówki były nadzwyczajnie rozciągnięte i oddalone od siebie.

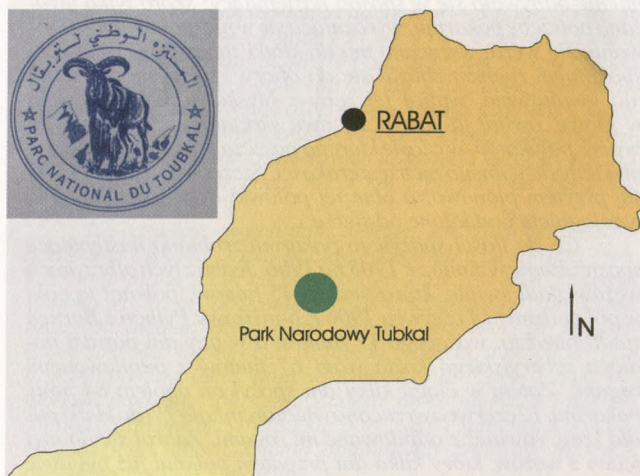
Co do ilości spożytego pokarmu zrobiono następujące spostrzeżenie wzmiankowane z r. 1905 na 1906. Jeden z tych olbrzymich węzów zjadł świnię, która ważyła 45 funtów; połknął ją całą w pół godziny. 14 czerwca 1906 r. 6-metrowy Python z Borneo zjadł łabędzia, ważącego 17 funtów, a w trzy dni później padłego syberyjskiego kozła wagi 67 funtów z odpilowanymi rogami. Zatem w ciągu kilku dni spożył on ogółem 84 funty pokarmu. 12 czerwca wrzucono wieczorem koło 7½ do klatki padłą koź, również z odpilowanymi rogami. Zabrał się do niej jeden z węzów, który kilka dni przedtem połknął już był dwie kozy, jedne 28, drugą 39 funtów wagi. Zaczął połykać nową ofiarę, przyczem można było doskonale obserwować, jak ciało kozy wydłużało się pod wpływem ucisku potężnych mięśni i jak wskutek tego połykanie stawało się łatwiejsze. Od czasu do czasu wąż wydawał stękające, gardlane dźwięki. Połykanie trwało tym razem długo i około pół do 10-ej było już prawie na ukończeniu, gdy wykonano nagle próbę odfotografowania węża przy świetle magnezowem. Zrobiło to na nim tak wstrząsające wrażenie, że w ciągu pół minuty zymiotował całą koź. Gdyby nie ten wypadek, byłby on w ciągu 9 dni spożył ogółem 138 funtów. Sekcja zymiotowanej kozy wykazała, że kark jej był złamany i kręgi wyrwane ze stawów; podobnież wysadzone ze stawów były łopatki, wszystkie żebra i uda.

Prowadzono w dalszym ciągu podobne doświadczenia. Największa z kóz, połkniętych przez dusiciela, ważyła 84 funty. Można jednak przypuścić, że wąż mógłby podolać nawet zwierzęciu 100-funtowemu. Trawienie odbywa się stosunkowo bardzo szybko. Dr. S. zauważył, że jeden z węzów strawił 2 kozy w ciągu 9 dni, gdyż już w tym czasie zaczął wydzielać pierwszy kał. Strawienie 47 funtowej świni trwało znacznie dłużej; kał ukazał się poraz pierwszy po 19 dniach, drugie wypróżnienie nastąpiło dopiero po 28 dniach.

We wszystkich przypadkach można było zauważyć, że po skończeniu połykania wąż możliwie szybko dążył do wody, zanurzał się w niej i leżał w zbiorniku całymi dniami nieruchomo, wystawiwszy jedynie z wody nozdrza dla oddychania. W dniu następnym po połknięciu ciała węża było zawsze ogromnie wzdęte w okolicy żołądka, co było niewątpliwie skutkiem obfitego wytwarzania się gazów z połykanego zwierzęcia. Wzdęcie to ustępowało w ciągu kilku dni. Godnem jest uwagi, jak często węże, które już połknęły jedno zwierzę, w krótkim czasie zabierały się do drugiego. Gdy zestawimy to z ich zdumiewającą zdolnością do obchodzenia się długi czas bez pokarmu, musimy dojść do wniosku, że takie wtórne połykanie jest żywieniem się na zapas, spożywaniem pokarmu w nadmiarze, jako zapasu na przyszłość.

B. D. (Dyakowski). Doświadczenia nad odżywianiem się węzów olbrzymich. Wszechświat 1909, 28, 158 (7 III)

PARK NARODOWY TUBKAL - KORONA PÓŁNOCNEJ AFRYKI



Ryc. 1. Lokalizacja i symbol Parku

Park Narodowy Tubkal (franc. *Parc National de Toubkal*), jest najstarszym spośród 12 parków narodowych Maroka, ustanowiono go 19 stycznia 1942 roku. Obejmuje on fragment gór Atlasu Wysokiego, wraz z najwyższym szczytem tego kraju i zarazem Afryki północnej - Dżabal Tubkal o wysokości 4167 m n.p.m. Pasma to rozciąga się równoleżnikowo na przestrzeni prawie 1000 km od atlantyckiego wybrzeża w pobliżu Agadiru, aż po granicę z Algierią. Jest największym i najwyższym łańcuchem górskim Afryki północnej z ok. 400 szczytami wznoszącymi się ponad 3000 m. Pierwsze odnotowane, zagraniczne wejście na Tubkal odbyło się 12 czerwca 1923 r. dokonało tego troje Francuzów: Marquis de Segonzac, Vincent Berger i Hubert Dolbeau. Na obszarze 38 tys. ha możemy obserwować mozaikę, poszarpanych ośnieżonych szczytów, oraz zielonych dolin. Lasy zajmują niewielką powierzchnię, gdyż tylko 15% powierzchni Parku. W dolinach utworzone są pastwiska, zasilane przez dużą liczbę strumieni i niewielkich rzek. Masyw zbudowany jest głównie z wulkanicznych skał wylewnych – andezytów i ryolitów.

Ze względu na duże wysokości klimat tego obszaru jest surowy. Od października do marca występują obfite opady śniegu. Jego lita pokrywa sięga do 1400 m n.p.m. Do czerwca zasięg pokrywy śnieżnej przesuwają się powyżej 3000 m, aby całkowicie ulec rozpuczeniu w sierpniu. Letnie upały znacząco utrudniają wędrówki w tym rejonie osiągając ponad 40°C w ciągu dnia. Temperatury w nocy wynoszą nie więcej niż 15°C powyżej 3000 m, granica 3600 m n.p.m. determinuje możliwość przymrozków niezależnie od temperatury w niższych partiach.

Świat flory i fauny

Park Narodowy Tubkal z uwagi na znaczne różnice wysokości charakteryzuje się dużym bogactwem fauny i flory, z czego wiele gatunków jest tutejszymi endemitami. W niższych partiach parku drzewostan zbudowany jest z dębów ostrolistnych (*Quercus ilex rotundifolia*) i korkowych (*Quercus suber*) ze znacznym udziałem sosny alpejskiej (*Pinus halepensis*), i cedru atlaskiego (*Cedrus atlantica*). W miarę zwiększania się wysokości drzewa ustępują roślinom zielnym i porostom, a lasy zamieniają się w łąki alpejskie i wysokogórskie pastwiska, w najwyższych partiach w skaliste piargi. Spośród kilkuset gatunków roślin stwierdzonych na tym obszarze, na szczególną uwagę zasługują te, których zasięg ogranicza się do pasma Atlasu Wysokiego, lub wręcz wyłącznie obszaru Parku. Warto wspomnieć, m.in. szczodrzeńca (*Cytisus balansae*), smagliczkę *Alyssum spinosum*, tragankę (*Astragalus ibrahimianus*), czy komonice (*Lotus* spp.). Do nierzadkich należą również mikołajek (*Eryngium variifolium*), barszcz (*Heracleum sphondylium*), iglica pospolita (*Erodium cicutarium*), czy *Roemeria hybrida*.



Ryc. 2. Dolina Mizun - początek drogi „przez mękę”, do szczytu jeszcze ponad 2500 metrów w górę... Fot. R. Jaskuła

Równie interesujący jest tu świat zwierząt. Dużą atrakcją są oryginalnie endemiczne dla Afryki północno-zachodniej owce grzywiaste (*Ammotragus lervia*). Gatunek ten jest zresztą symbolem parku Tubkal. Przy dużym szczęściu można spotkać tu także gazyle Cuviera, zwane także gazelami edmi (*Gazella cuvieri*). Stwierdzano tu także obecność hieny przegowanej (*Hyaena hyaena*). Znacznie częstsze są mniejsze ssaki, takie jak naziemne wiewiórki – przegowce berberskie (*Atlantoxerus getulus*), oraz przeróżne gady i płazy. Warto wymienić tu choćby endemiczne

dla Marokaienne gekony (*Quedenfeldtia trachyblepharus*), oraz liczne inne jaszczurki, m.in. gekona murowego (*Tarentola mauritanica*), piaskarkę algierską (*Psammotriton algirus*), murówkę hiszpańską (*Podarcis hispanica vaucheri*), *Scelarcis perspicillata chabanaudi*. Na niższych wysokościach można w Parku spotkać żółwie śródziemnomorskie (*Testudo graeca*), a w licznych tu strumieniach żaby (*Pelophylax saharica*).



Ryc. 3. Zagubiona w górach wioska. Fot. R. Jaskuła

Interesująca jest tu także awifauna parku. Do ornitologicznych „rarytasów” należy jerzyk widłosterzny (*Apus caffer*), który w parku ma jedno z zaledwie dwóch miejsc gniazdowania w całym Maroku, czy orłosep brodaty (*Gypaetus barbatus*). Typowymi ptakami tego obszaru są także górniczki (*Eremophila alpestris*), góropatwy berberyjskie (*Alectoris barbara*), pokrzewki aksamitne (*Sylvia melanocephala*), gile różowoskrzydłe (*Rhodopechys sanguinea*), czy białozętki: żałobna (*Oenanthe leucura*) i śródziemnomorska (*Oenanthe hispanica*). W okolicach schroniska pod Tubkałem bardzo częste są wronczyki (*Pyrrhocorax pyrrhocorax*).



Ryc. 4. Jeden z licznych straganów w drodze do schroniska. Fot. R. Jaskuła

Najlicniejszą grupą zwierząt są jednak bezkręgowce, przy czym stan poznania poszczególnych gromad i rzędów jest bardzo różny, w wielu grupach ciągle odkrywano nowe dla nauki gatunki (np.

endemiczny dla podnóża Dżabal Tubkal ocznik (*Eucyclops speratus*). Dość dobrze poznane są owady, w tym motyle. Licznie tu występują papie (*Papilionidae*), bielinki (*Pieridae*, m.in. endemit północnoafrykański zorzynek tunezyjski *Anthocharis belia belia*), modraszki (*Lycaenidae*, np. *Cigaritis monticola* i *Leptotes pirithous*) czy rusalki (*Nymphalidae*). Część z tych gatunków, m.in. rusalka osetnik (*Vanessa cardui*) podczas przelotów migracyjnych przekracza wysokość 3000 m n.p.m., często latając nad ośnieżonymi górskimi zboczami Parku.

Berberowie, czyli „ludzie wolni”

Każdy turysta czy wędrowiec odwiedzający Park Narodowy Tubkal spotyka się nie tylko z fantastyczną przyrodą i pięknymi widokami. Ma okazję stanąć oko w oko z egzotyczną kulturą, jaką tworzą zamieszkujące te tereny ludzie, rdzenni mieszkańcy północnej Afryki – Berberowie. Nazwa Berber pochodzi od łacińskiego słowa *barbarus* czyli barbarzyńca. Berberowie sami nazywają siebie jednak *Amazigh*, co oznacza „ludzie wolni”.



Ryc. 5. Górskie łąki porastają m.in. komonice (*Lotus* sp.)... Fot. R. Jaskuła

Ci niezależni, żyjący z własnej pracy ludzie zamieszkują góry Atlasu już od ponad 3 tysięcy lat. Uważa się, że starożytni Grecy i Kartagińczycy, kolonizujący południowe wybrzeża Morza Śródziemnego już wtedy mieli styczność z ludami berberyjskimi. Berberowie stanowią jakby oddzielną jednostkę w Maroku, są tak jak mówią o sobie – ludźmi wolnymi. Do dziś nie płacą podatków, jak również nie dostają żadnej pomocy ze strony rządu. Z pokolenia na pokolenie przekazują sobie wiedzę i umiejętności pozwalające przetrwać im w surowych i trudnych warunkach w jakich przyszło

im żyć. Dzięki długowiecznej tradycji świetnie radzą sobie na górskich bezdrożach.



Ryc. 6....i iglice (*Erodium* sp.). Fot. R. Jaskuła

Po przybyciu do berberyjskiej wioski od razu rzuca się w oczy jej odmienny charakter. Klimat i ukształtowanie terenu wpłynęły na specyficzną architekturę wiosek. Do budowy swoich domów Berberowie używają materiałów, których mają w nadmiarze i znajdujących się w okolicy. W Atlasie Wysokim są to najczęściej skały krystaliczne. Wykorzystanie tego rodzaju materiału sprawia, że styl budowania jest bardzo surowy. Kamienne ściany niosą dwojakie korzyści. Latem, kiedy temperatury są wysokie, utrzymują wewnątrz pomieszczenia przyjemny chłód. Zimą natomiast wolniej oddają nagromadzone ciepło. Niemal każde górskie miasteczko otoczone jest murem budowanym z podobnego co domy materiału. Chroni on budynki przed śniegiem, który może osuwać się z wyżej położonych miejsc. Berberyjskie osiedla są świetnie wkomponowane w górski krajobraz. Schowane niejako pod górkim stoki, niejednokrotnie są trudno dostrzegalne dla zwykłego turysty.



Ryc. 7. Widok na schronisko Refuge Neltner. Fot. J. Hiksiz

Zalegający na dużych wysokościach śnieg nie ułatwia mieszkańcom życia. Bytujący tutaj ludzie utrzymują się głównie z wypasu zwierząt, przystosowanych do trudnych warunków (głównie kozy i owce), a także z uprawy niewielkich, górskich, tarasowych poletek. Każde w miarę płaskie miejsce

jest tutaj skrzętnie wykorzystywane, jakby było na wagę złota. Coraz częściej jednak spotkać można sady owocowe (głównie jabłonie i czereśnie). Za drzewa najcenniejsze uznaje się jednak orzechy włoskie. Liście zawierają garbniki i olejki eteryczne używane w medycynie a owoce używane są do barwienia ubrań.

Przemierzając górskie szlaki Atlasu Wysokiego bardzo często napotkać można tutejszą ludność podróżującą na osle lub mule. To właśnie te zwierzęta są tutaj najczęściej wykorzystywane do podróżowania, wożenia towarów sklepowych, czy zebranych plonów. Zwierzęta te najlepiej sprawdzają się na krętych, stromych górskich ścieżkach. Są silne i wytrzymałe. Każdy turysta będąc w drodze na Tubkal na pewno nie raz spotkał na swojej drodze osła wiozącego różnego rodzaju towary lub chociażby bagaże innym odwiedzającym ten Park Narodowy.



Ryc. 8. Marokański endemit - gekon (*Quedenfeldtia trachyblepharus*). Fot. R. Jaskuła

Berberowie to ludzie znani ze wspaniałego wyrobu różnego rodzaju tkanin. Z ciepłej wełny i sierści owiec potrafią własnoręcznie stworzyć przepięknie zdobioną odzież, kilimy czy dywany. Te ostatnie zasługują na szczególną uwagę ze względu na swoją niepowtarzalność wzorów i barw. Odwiedzając Tubkal każdy ma okazję zobaczyć te piękne rzeczy, a nawet zakupić jedną z nich po uprzednim dobieciu odpowiedniego targu ze sprzedawcą. Podczas robienia zakupów zwrócić należy uwagę na jedną rzecz. Berberowie to lud, który uważa, że podczas handlu, wraz ze sprzedawanym towarem oddają wraz z nim część swej duszy. Nie sprzedadzą niczego jeżeli cena nie usatysfakcjonuje obu stron. Targowanie się uważają za nieodzowny element towarzyszący sprzedaży własnych, lokalnych wyrobów. Jeżeli już zdecydujemy się na zakup jakiejś pamiątki, warto poświęcić chwilę i dobić odpowiedniego targu z berberyjskim handlarzem.

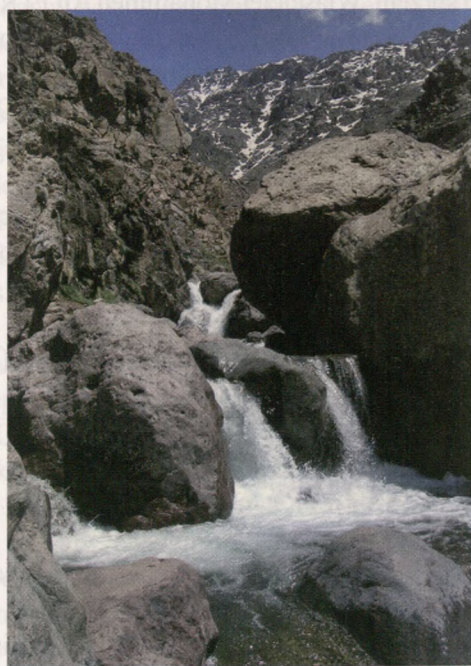
Opuszczając berberyjską wioskę i podróżując po górach, co pewien czas napotkać można na jedną z najbardziej charakterystycznych budowli Atlasu. Są to marabuty – niewielkie, skromne, pomalowane na białą budynki. Zbudowane najczęściej z gliny lub

ziemi. Stanowią one miejsca spoczynku islamskich świętych. Miejsca te są niezwykle ważne dla lokalnych mieszkańców, stanowią bowiem cel corocznych pielgrzymek.



Ryc. 9. Panorama na ośnieżony Park. Fot. R. Jaskuła

Niezależnie w jakiej części gór Atlasu się znajdziemy możemy liczyć na styczność z odmienną kulturą jaką prezentują żyjący tutaj Berberowie. W wioskach można zgłębić ich kulturę i poznać życie ludzi niemalże od środka, a na otwartych terenach górskich można oprócz podziwiania wspaniałych krajobrazów zwrócić uwagę na stojące samotnie grobowce świętych.

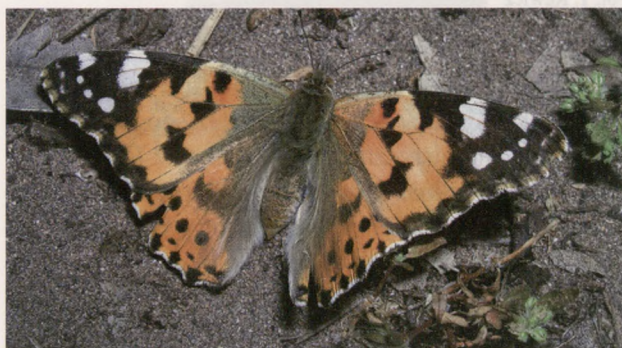


Ryc. 10. Jeden z licznych strumieni. Fot. R. Jaskuła

Dojazd i zakwaterowanie w drodze na szczyt

Park Narodowy Tubkal położony jest zaledwie 63 km na południe od Marakeszu. Obecność międzynarodowego lotniska w tym mieście i era tanich połączeń lotniczych sprawiają, że to miejsce stało się oblegane turystycznie. Obecnie Park odwiedzany jest przez ok. 40 tys. turystów rocznie. Głównym celem są

wyprawy na szczyt Dżabal Tubkal, oraz inne okoliczne góry. Rozwijającym się sektorem jest również narciarstwo skitourowe, uprawiane wiosną w wysokich rejonach Parku. Najszybszym i najtańszym sposobem dostania się do parku jest wynajęcie „grande taxi” i ok. godzinna podróż starym mercedesem typu „beczka”. Samochody te w Maroku przeżywają swoją drugą młodość. Styl jazdy taksówkarzy i uroki tamtejszego ruchu ulicznego dostarczają wiele emocji. Podróż najczęściej kończy się w Asni, gdzie musimy znaleźć kolejne taxi, bądź busa do Imlilu (1730 m n.p.m.). Miejscowość ta jest główną bazą przed wyruszeniem w góry. Można odpocząć w jednym z licznych miejsc noclegowych różnej klasy. Bez problemu kupimy tutaj potrzebny prowiant, ekwipunek, oraz setki mniej lub bardziej potrzebnych rzeczy, o czym na pewno



Ryc. 11. Rusalka osetnik (*Vanessa cardui*) - na przelotach dociera nawet powyżej 3000 m n.p.m. Fot. R. Jaskuła

poinformują nas miejscowi sprzedawcy. Dostępne są również mapy, bądź za mniejszą opłatą ich kserokopie. Nadmierny bagaż, niepotrzebny w czasie wędrówki na szczyt można za niewielką opłatą pozostawić w Imlilu. Ułatwieniem w marszu są również muły, które można wraz z przewodnikiem bez problemu wynająć w tej wiosce. Trasa na szczyt nie jest trudna technicznie, jednak z uwagi na znaczne deniwelacje, dość wyczerpująca. Zaczyna się w wiosce wśród sadów orzechowych, wiodąc szeroką drogą aż do Armound. Jest to niewielka osada i ostatnie miejsce na uzupełnienie zapasów, oraz ewentualnie inne zakupy. Szlak wchodzi dalej w szeroką kamienistą dolinę Mizun, gdzie kwitnące wiosną sady jabłoni pięknie prezentują się w cieniu wysokich szczytów. Pokonując dolinę wkraczamy na ścieżkę, która zakosami pnie się w górę. Często zobaczymy na niej muły z bagażami i innym ekwipunkiem. Około 3 km od doliny naszym oczom po pokonaniu betonowego mostu ukaże się Sidi Szamharusz. Kilka zabudowań, gdzie małe sklepiki obsługują zarówno turystów, jak i pielgrzymów udających się do grobowca marabuta. Widocznym skutkiem globalizacji na trasie są jednoosobowe ruchome sklepiki oferujące chłodzoną w potokach Coca-Colę. Na wysokości 3207 m n.p.m. znajdują się dwa schro-

niska. Niewielkie, powstałe w 1938 r. schronisko „Refuge Neltner” oferuje 29 miejsc noclegowych w dwóch dużych pokojach. W kuchni za niewielką opłatą do-



Ryc. 12. Górskie zbocza to miejsce, gdzie często pasą się kozy.
Fot. T. Rewicz

stępny wrzątek oraz możliwość podgrzania własnego jedzenia. Drugim obiektem jest „Refuge du Toubkal” wybudowane w 2000 r. Obecnie należy do Francuskiego Klubu Alpinistycznego z siedzibą w Casablance. Położone jest kilka metrów poniżej starego schroniska. W piętrowym budynku mamy do dyspozycji 86



Ryc. 13. Muły – tradycyjny i niezawodny środek transportu w Atlasie Wysokim. Fot. R. Jaskuła



Ryc. 14. Murówka hiszpańska (*Podarcis hispanica vaucheri*).
Fot. R. Jaskuła

miejsc noclegowych, łazienki z ciepłym prysznicem, kuchnię. Jest możliwość kupienia ciepłych posiłków przygotowywanych przez pracowników, jak również wynajęcie przewodnika, oraz wypożyczenia raków i innego sprzętu. Właściciel Mohammed Aït El Kadi na pewno udzieli rad w kwestii warunków pogodowych. Ze schroniska wiedzie 4 godzinny szlak na szczyt Dżabel Tubkal, oraz na znajdujący się w okolicy Ouano-ukrim 4089 m n.p.m. Kolejna trasa prowadzi przez przełęcz Tizi n'Ouanoumss nad jezioro D'Ifni. Przed wchodzeniem na szczyt warto spędzić noc w schronisku dla aklimatyzacji, gdyż mogą się pojawić objawy choroby wysokościowej.

Radomir Jaskuła, Tomasz Rewicz, Jacek Hikisz (Łódź)

GROZA WULKANÓW

Groza wulkanów

Dwie głośne katastrofy, które w ciągu kilku lat ostatnich zdarzyły się na Antylach i we Włoszech, zwróciły uwagę powszechną na wielkie zjawiska wulkaniczne, wprowadziły na porządek dzienny kilka nowych zagadnień, pozwoliły zbliżyć się do rozwiązania wielu innych kwestyj spornych od dawna. Ożywiły ponadto sprawę, zajmującą w równej prawie mierze historyków, archeologów i artystów, jak i geologów – mówię o zniszczeniu Herkulanum i Pompeji.

Badałem na miejscu w ciągu wielu miesięcy ostatnie wybuchy Góry Pelée i Wezuwiusza, i postanowiłem

rozpatrzyć, w jakim stopniu mogą one rzucić światło na historię ostatnich dni miast umarłych Kampanii.

Wybuch wulkanu polega na wydzielaniu, zazwyczaj gwałtownym, gazu, pary wodnej i materii w stanie płynnym, które wydobywają się z głębi przez szczelinę otwartą w ziemi, wraz z jej odłami uniesionymi nazewnątrz.

Wybuch Wezuwiusza w roku 1906 dał nam ciekawy przykład, łącząc w sobie zjawiska niszczycielskie, towarzyszące zazwyczaj wybuchom i będące skutkiem wylewu lawy, ze zjawiskami, które są rezultatem gwałtownych eksplozji gazów.

Dnia 7 kwietnia, pod wieczór, rozwarła się szcze-

lina u podstawy stożka, otwierając ujście wielkiemu potokowi lawy. Potok ten szybko spłynął po obnażonych stokach wulkanu, wpadł na pola uprawne, przeniknął do miasteczka Boscotrecaze, burząc lub wdzierając się do domów i w ciągu kilku godzin zamienił zieloną i ludną dotychczas okolicę w pustynię czarną, pokrytą żużlami. Prawie wszyscy mieszkańcy mieli czas ratować się ucieczką.

Tegoż wieczoru po gwałtownych grzmotach wzniosły się pociski z rozpalonych do czerwoności materij z ponad krateru w tak krótkich po sobie następujących odstępach czasu, że wydawały się ciągłymi, tworząc olbrzymie fontanny ogniste. Cały szczyt góry był w ogniu. Około godziny 11-ej wulkan ucichł na kilka minut, ale wkrótce zaczynają się nowe wybuchy, a gwałtowność ich wciąż wzrasta. Obraz zmienił się zupełnie: zamiast świecącej fontanny wznosi się ogromny słup ciemnych wolut, przerywanych olbrzymimi błyskawicami. Po północy wstrząśnienie ziemi daje się odczuć we wszystkich gminach, otaczających górę. Od kilku godzin lapilli padają bez ustanku na północne i północno-wschodnie stoki wulkanu, zagrażając miasteczkom Ottajano i San-Giuseppe. Ten deszcz kamieni staje się coraz bardziej silny. Nieszczęśliwi mieszkańcy wpadają w szal; w noc ciemną, oświetlaną jedynie błyskawicami, najroztropniejsi opuszczają swoje domostwa, pod gradem pocisków szukają i znajdują ratunek w ucieczce; wahający się, bojaźliwi, chorzy zamykają się w domach; inni, wreszcie, jeszcze mniej świadomi, spieszą się ukryć w kościołach.

Pod uderzeniem lapilli pękają szyby w oknach; pod ciężarem bezustannie gromadzących się mas poddają się i zapadają dachy, pociągając za sobą niższe piętra lub całe kawały murów, i zasypują gruzami 200 nieszczęśliwych. W jednym tylko kościele San-Giuseppe zginęło zgniecionych 94 osób.

O świecie lapilli zastępuje pył, który pada bezustanku w ciągu wielu dni jeszcze. W czasie wybuchu grunt został pokryty warstwą małych czarnych żużli, grubą na cały metr prawie; chaotyczny ich układ pozostaje w rażącej sprzeczności z prawidłowym uwarstwieniem drobnego popiołu, który je przykrywa. Wulkan wyrzucił 150 metrów swego szczytu; ściany jego zapadły się w przepaść szeroką i głęboką. Drobnny popiół jest właśnie pyłem, powstałym ze ścian wulkanu na skutek następujących po sobie wybuchów.

Do roku 1902 zdawało się, że obawiać się należy objawów zniszczenia tylko tego typu wywołanych wybuchami wulkanów. W tym czasie Góra Pelée w sposób brutalny pokazała nauce nowe, straszniejsze jeszcze niebezpieczeństwo, grożące ludzkości.

Góra ta uchodziła za wulkan prawie że wygasły. U stóp jej w precudnym położeniu powstało miasto han-

dlowe, pełne uciech, St. Pierre, o którym z zachwytem i wzruszeniem opowiadają ci wszyscy, którzy kiedykolwiek zwiedzali ten piękny kraj, jakim jest Martynika.

W początkach kwietnia dają się zauważyć zwiastuny przebudzenia się działalności wulkanu w starym kraterze wyschłego jeziora (Etang Sec). Natychmiastowo rozpoczyna się wyrzucanie drobnego popiołu, które wkrótce staje się coraz obfitsze. Z przedmiotu ciekawości, jakim było na razie obudzenie się wulkanu, staje się ono przedmiotem ogólnego zaniepokojenia; objawy jeszcze poważniejsze piętrzą się z szybkością przerażającą. Jesteśmy w przededniu katastrofy.



Ryc. 1. Erupcja wulkanu Mt. Pelée w 1902 roku; wg www.filmweb.pl/f445179/Circular+Panoramic+View+of+St.+Pierre+from+the+Lighthouse,...Mt.+Pelee...

Wieczorem 8-go maja jakiś dziwny statek wszedł do portu Ś-tej Łucyi, wysepki, leżącej na południe od Martyniki. Żelazny kadłub, pozbawiony masztów, dymił ze wszystkich stron, a wydawał się pokrytym całunem śniegu. Po pokładzie, zasypanym szczątkami, wlokło się z trudem kilka strasznych o ludzkiej postaci.

„Ktoście wy i skąd przybywacie?” – wołano z tłumu, przerażonego gromadzącego się u przystani.

„Nie poznajecie nas?” – odpowiedział głos drżący, wznoszący się z tego okrętu-widma, – „Przybywamy od bram piekielnych. Telegrafujcie po świecie, że St. Pierre przestało istnieć”.

To nie opowieść Edgara Poe, lecz historia jaknajprawdziwsza, historia kapitana statku Roddam, który przywiózł z portu St. Pierre ze swej załogi kilku zaledwiedogorywających, ostatnich świadków dramatycznie prawdopodobnego, a jednak prawdziwego.

Tegoż właśnie dnia koło 8-ej zrana, kiedy wysoki słup pary i popiołu wznosił się ku czystemu niebu, nagle dał się słyszeć grzmot przerażający i olbrzymia, szara, kłębiąca się masa, przerywana błyskawicami, wyleciała z krateru, kierując się ku równinie. Padła na miasto. Pod jej uderzeniem wszystkie statki, stojące w przystani, poszły na dno lub pochyliły się na bok. Potem nastąpiła dusząca ciemność. Ten dziwny obłok ogarnął miasto swym płomiennym oddechem i zatrzymał się o kilka kilometrów dalej, odrzucony przez gwałtowny wiatr wsteczny.

Mówiono później, że pewien majtek, rzuciwszy się do morza, kilkakrotnie dawał nurka, aby się uchronić przed żarem popiołów, a kiedy przyszedł do siebie, ze zdumieniem stwierdził, że miasta już nie było.

Opowiadanie to bodaj czy jest przesadzone.

Wystarczyło jednej minuty, aby obłok ten odbył swą drogę i dokonał zniszczenia. Większa część miasta, ta od strony wulkanu, znikła całkowicie i przetworzyła się w falistą równinę, pokrytą bryłami, pochodzącymi z wulkanu. Reszta St. Pierre leżała w gruzach i tworzyła jedno olbrzymie palenisko.

28 000 trupów, czyli cała ludność bez wyjątku, leżała pod gruzami lub dogorywała na powierzchni. Działanie obłoku niszczycielskiego było tak ściśle ograniczone w przestrzeni, uścisk jego tak śmiertelny, że zaledwie 160 rannych zebrano na granicy jego, i 2 zaledwie w samym mieście.

Obłok pozostawił ślad po sobie w ruinach, oszczędził jednak częściowo mury równoległe do swej



Ryc. 2. Gorąca chmura staczająca się z wulkanu Mt. Pelée na miasto St Pierre w 1902 roku; wg www.geology.sdsu.edu/how_volcanoes_work/Pele.html - 20k

drogi. Kto uniknął zgruchotania lub okaleczenia, ten udusił się natychmiastowo parą i palącym popiołem.

To przerażające zjawisko, nowe dla nauki o wulkanach, lub raczej poraż pierwszy stwierdzone, miało pozostać niewyjaśnionem aż do czasu, kiedy w kilka miesięcy później powtórzyło się i pozwoliło mi dokonać dokładne badania.

Dzisiaj, po sześciu latach nie mogę bez wzruszenia wspominać pewnego epizodu, jednego z wielu, z tej wyprawy, tak obfitującej w sceny tragiczne i potężne wrażenia. Było to o zmierzchu pewnego styczniowego wieczora. Kopuła lawy, powoli wznosząca się z krateru, dawała znaki wzmożonej działalności. Jej rosnąca w oczach, wysoka igła, przypominająca dzwonnice katedry, poczyniała czerwienieć, przeistaczając się niby w latarnię morską, olbrzymich rozmiarów. Staliśmy – pani Lacroix, mój współpracownik, kapitan Perney i ja – na dachu lochu fortecznego, który miał nam służyć za schronienie w razie niebezpieczeństwa, i uważnie baczylismy na wszystko, co się działo w wulkanie. Naraz, z dobrze znanego nam wszystkim punktu kopuły, wyskoczyła kłębiąca się szarawa kula i pomknęła po stokach z niebywałą szybkością. Zrazu ściśła, zdawałoby się, jak skała, poczęła się wkrótce rozdymać; składające ją,

zbite kłęby wolut, tocząc się jedne za drugimi na powierzchni ziemi, rozszerzały się we wszystkich kierunkach. Nie upłynęło minuty – a malutka kula zamieniła się na ścianę, mknącą z szybkością pośpiesznego pociągu, ścianę, mającą przeszło 3 000 metrów wysokości, która wciąż rosła wzdłuż i wzwyż, przybierając w zapadającej ciemności kontury fantastyczne, aż wreszcie, dosięgłszy morza, w odległości 7 kilometrów od miejsca wyjścia, została rozbita przez wiatr, powoli rozdzielając się i zamieniając na niewyraźny deszcz popiołów, który wkrótce zmieszał się z mrokami nocy.

Był to jeden z tych palających obłoków, któreśmy znali dobrze, gdyż widzieliśmy już ich wówczas wiele i częstokroć bardzo blisko. Wiedzieliśmy, co zawiera w sobie jego wnętrze: parę wodną, gazy, popiół, drobne kamyki i głązy cyklopowe. Wiedzieliśmy, jaka była wysokość jego temperatury, jaka była jego potęga mechaniczna, i wymierziliśmy szybkość jego biegu. Byliśmy zbyt daleko, aby obłok mógł nas dosięgnąć, a jednak, jak gdyby wszystko to było dla nas czymś nowym, pod jednym i tem samym wrażeniem, bezgłosu, staliśmy w milczeniu, które nas otaczało, w milczeniu przezywanem jedynie przez dochodzące z oddali wycia przerażonych murzynów, którzy w niewielkiej ilości powrócili do opustoszałej okolicy. Nie byliśmy w stanie oderwać wzroku i myśli od szarej równiny St. Pierre, rozścielającej się u naszych stóp i od owego obłoku, który w swym majestatycznym pochodzie wyobrażał dla nas bezlitosną śmierć, a zarazem niósł ostateczne rozwiązanie trudnej zagadki, dla której zbadań przybyłem na Martynikę.

Oto charakterystyka dwu form, jakie posiadać może niszczycielska działalność wybuchów wulkanicznych. Której z nich przypisać należy zasypanie Pompeji? To pytanie mam zamiar tutaj rozstrząsnąć.

Na kwestię tę światło rzucić mogą obserwacje geologiczne i dokument współczesny, owe dwa słynne listy Pliniusza do Tacyta.

5 kwietnia r. 63 naszej ery gwałtowne trzęsienie ziemi nawiedziło Kampanię, zniszczyło w znacznym stopniu Hekulanum i prawie całkowicie Pompeji. W 79 r. wybuch Wezuwiusza, pierwszy za czasów historycznych, przerwał roboty nad odbudowaniem tych dwu miast.

Pompeji leżały u stóp wulkanu w położeniu prawie jednakowym z tem, jakie zajmowało St. Pierre w stosunku do Góry Pelée. Skutkiem wybuchu ziemia została zasypana na grubość prawie 3 metrów małymi kawałkami białego pumeksu, które ze swej strony przykryte zostały szeregiem następujących po sobie cienkich, prawidłowych warstewek na przemian popiołu i lapilli. Jest to układ materyałów, wyrzuconych na Ottajano; pumeksy odpowiadają żużłom nocy z 7 na 8 kwietnia r. 1906; ich nagromadzenie przedstawia taką

samą chaotyczną budowę. Warstewki popiołu i lapilli odpowiadają drobnemu popiołowi, spadłemu podczas następujących po sobie eksplozji z tegoż wybuchu. Nie może być wątpliwości, że sposób powstania osadów w obu wypadkach jest jednakowy.

W ruinach Pompeji, również jak w Ottajano, niepodobniestwem jest dopatrzeć się jakiegokolwiek symetrii w dziele zniszczenia; zawalenie się z góry na dół widoczne jest wszędzie, gdzie nie może być mowy o wpływie trzęsienia ziemi. Jak i w Ottajano, niema na ogół śladów działania ognia; w kilku zaledwie miejscach znaleziono ślady pożarów bardzo słabych, mimo obfitość materyałów łatwo palnych, lub mogących ulec przemianie pod wpływem ognia. Niema więc wątpliwości, że produkty wulkaniczne w chwili spadania były zimne lub conajwyżej posiadały bardzo niewysoką temperaturę.

Wszystkie te spostrzeżenia dowodzą równoległości w skutkach obu wybuchów z roku 79 i roku 1906 i, co za tem idzie, tożsamości ich przyczyn. Badania zwłok ludzkich, znalezionych w Pompeji potwierdzają ten wniosek. Można je liczyć na jakieś 2 000; jest to dziesiąta część całej ludności; większość jej miała czas uratować się ucieczką.

Szkielety odgrzebane z pumeksów należą do ludzi, którzy zostali zgniecieni w ten sam sposób, jak w Ottajano. Porównania niemożna rozciągnąć na tych, których znaleziono w warstwach popiołu, gdyż w r. 1906 nie stwierdzono ani jednego wypadku śmierci podczas ostatniej fazy wybuchu. Mnóstwo odlewów, znajdujących się w muzeum pompejańskim, oddaje z zaskakującą dokładnością kształt a nawet wyraz twarzy ofiar i świadczy o ich uduszeniu, spowodowanem prawdopodobnie przez wdychanie drobnego pyłu.

Co zaś dotyczy gwałtownych pozycji, widocznych na kilku innych, na których widok doznają wzruszenia ludzie czułego serca, to, zarówno jak u wielu ofiar z St. Pierre, nie mają one tragicznego znaczenia, jakie im zazwyczaj przypisują: powodem ich są skurcze post mortem.

Przysłuchajmy się teraz opisowi świadka nie byle jakiego. W pierwszym swoim liście Pliniusz młodszy opowiada śmierć swego stryja, słynnego przyrodnika, Pliniusza starszego. Oto treść tego opisu, wyłożona w świetle wyżej przytoczonych spostrzeżeń geologicznych.

Dnia 24 sierpnia około godziny 1 m. 15 popołudniu słup pary i popiołu niezwyklej wysokości i kształtu wznosił się z wulkanu. Pliniusz opisuje go w sposób bardzo obrazowy; jego udatne porównanie do pinii włoskiej zostało ogólnie przyjęte i dotychczas jeszcze pióropusz unoszący się podczas wybuchów ponad Wezuwiuszem Neapolitańczycy nazywają „il pino”.

Pliniusz starszy chce zbadać to zjawisko zbliska.

Opuszcza Misenum i płynie w kierunku wulkanu; nie może jednak przybić do brzegu. Odrzucony przez wiatr północny, kieruje się ku Stabiom i tam wysiada na ląd. Wieczorem lapilli padają w tak wielkiej ilości, że grożą mieszkańcom zatarasowaniem w domach. Ten grad małych kamyczków trwa bez ustanku aż do rana 25 sierpnia. Pliniusz udaje się wówczas na brzeg z zamiarem ucieczki drogą morską, ale wciąż wieje wiatr wsteczny; kładzie się więc na ziemi, ażeby trochę odpocząć. Siła wybuchu wzmacnia się i słudzy Pliniusza z wyjątkiem dwu – uciekają. Z pomocą tych ostatnich starzec podnosi się, lecz natychmiastowo pada bez życia. Ciało jego, znalezione w trzy dni później, miało



Ryc. 3. Pozostałości miasta St Pierre zniszczonego w 1902 roku przez gorącą chmurę, która stoczyła się z wulkanu Mt. Pelée; wg www.filmweb.pl/f/445179/Circular+Panoramic+View+of+St.+Pierre+from+the+Lighthouse,...Mt.+Pelee...

pozę i wyraz człowieka śpiącego, zjawisko, rzucające się w oczy na wielu odlewach pompejańskich.

Prawdopodobnie tragiczna jego śmierć nastąpiła podczas takiego paroksyzmu eksplozji, jak ten, po którym 8 kwietnia 1906 r. popiół zastąpił lapilli. W samej rzeczy zgadza się ona w czasie z pojawieniem się wielkiej czarnej chmury, przerzynanej przez błyskawice, która otoczyła Misenum i którą Pliniusz opisuje w drugim swoim liście. Niektórzy geolodzy dopatrywali się tu obłoku palącego, ale nie trudno poznać w niej zwykły tuman popiołu, wzniesiony ku górze i opadający w postaci pyłu na pewnej dopiero odległości od wulkanu.

Ten krótki rozbiór dowodzi na podstawie licznych argumentów, że Pompeji nie uległy zniszczeniu piorunującym, jak to się stało z St. Pierre, pod oddechem płomiennym obłoku. Odtwarzając trzy lata temu jedną kartę ze swych dawnych dziejów, Wezuwiusz potwierdził w sposób doświadczalny słuszność naszych dedukcji, które mieliśmy prawo wyprowadzić zarówno z badań geologicznych ruin, jak i z opisów Pliniusza. Śmierć Pompeji następowała powoli, spowodowana przez zasypywa-

nie stopniowe miasta materyami wyrzuconemi przez wulkan i spadającymi na ziemię w postaci gradu lub deszczu.

Z jednej zatem strony zniszczenie prawie natychmiastowe pod uderzeniem materij palących, gwałtowne działanie mechaniczne po linii prawie poziomej, bez żadnego poruszenia się gruntu, z drugiej zaś gnienie, przyduszanie powolne pod parciem materij o niskiej, lub, w każdym razie, bardzo niewysokiej temperaturze, działanie mechaniczne po linii z góry na dół, z towarzyszącym jednocześnie trzęsieniem ziemi, – oto dwie formuły, w jakich wyrazić można działanie niszczycielskie dwu głównych typów wybuchów wulkanicznych, obu, niestety, zilustrowanych na kataklizmach najśmiertelniejszych, jakie zanotowała historia fizyczna naszej planety.



Ryc. 4. Andezytowa protruzja o wysokości ponad 300 m na wierzchołku wulkanu Mt. Pelée wyciągnięta z jego przewodu wulkanicznego; www.filmweb.pl/f445179/Circular+Panoramic+View+of+St.+Pierre+from+the+Lighthouse,...Mt.+Pelee...

Mechanizm zniszczenia, dokonanego przez Wezuwiusz był zupełnie odmienny od takiegoż działania Góry Pelée, a jednak, z punktu widzenia czysto ludzkiego, dają się zauważyć uderzające analogie w obu tych tragicznych zdarzeniach. W listach swych Pliniusz okazał się równie bystrym obserwatorem ludzi, jak i rzeczy. Gdy czytam opis ucieczki z Misenum, stają przedemną godziny, które sam przeżyłem. Zdaje mi się, że widzę, jak w ciemności, spowodowanej przez gęsty spadek popiołu, w ciemności, którą zaledwie nieco rozświetla zaćmione słońce, poruszają się przede mną cienie, widziane już na Antylach lub na stokach Wezuwiusza. Zdaje mi się, że poznaję krzyki trwogi śmiertelnej lub rozpacz, modlitwy i klątwy już raz słyszane. Na przestrzeni ośmnastu wieków dusza ludzka wobec tych samych niebezpieczeństw pozostaje bez zmiany, podczas gdy zmieniło się tyle rzeczy naokoło. Przerazenie tak samo wstrząsa nią, a w jego obliczu człowiek nie znajduje innych dźwięków na wyrażenie swego uczucia.

Wniosków, któreśmy sformułowali z powodu Pompeji, nie można zastosować do Herculanium. Ru-

iny jego są zasypane w odległości kilku kilometrów, w miejscu, na którym obecnie zabudowała się Resina. Starożytne Herculanium leżało u stóp Wezuwiusza od strony zachodniej, tuż przy morzu na pochyłości przerywanej wąwozami.

Żaden współczesny dokument historyczny nie może być użyty do badania, którym się zajmujemy. Zaledwie można się domyslać aluzji w jednym zdaniu z pierwszego listu Pliniusza.

Przez długi czas istniało przeświadczenie, że Herculanium zostało zatopione w strumieniu lawy, zdanie, które pomijało dane geologiczne. Powierzchnia gruntu w Rezinie składa się rzeczywiście ze strumieni skał masowych, które jednak pochodzą z wybuchów z r. 1631 i 1792, i znajdują się mniej więcej o 30 metrów ponad ruinami. Z drugiej strony ukształtowanie materiałów, które otaczają te ostatnie z niemniejszą pewnością zmusza nas do pominięcia hipotezy o zasypaniu miasta materiami, przyniesionymi w jakikolwiekbyś sposób drogą powietrzną. Nie może być mowy o żadnym z bezpośrednich sposobów zniszczenia i trzeba szukać wyjaśnienia w wulkanicznych zjawiskach wtórnych, w strumieniach błota.

Pochodzenie ich bywa w ogóle bądź kraterowe, bądź peryferyczne; ale zawsze źródła wody szukać należy w atmosferze powietrznej, a nie w głębi ziemi.

W pierwszym razie woda gromadzi się przed wybuchem w starym kraterze, pierwsze eksplozje wyrzucają tę wodę deszczową, która stała się już błotem skutkiem zmieszania ze szczątkami dawnego gruntu i świeżym popiołem. Szczęśliwy przypadek pozwolił mi przyjrzeć się zbliska zjawisku takiemu, które poprzedziło wielki wybuch wulkanu Soufriere de St. Vincent. Stałem wówczas na samej krawędzi krateru, na którego dnie utworzyło się jezioro. W krótszym czasie, niż to się da opowiedzieć, jezioro przez nagłą i potężną eksplozję zostało podniesione i całkowicie wyrzucone. Słup błota, nasycony parą, wysoki przeszło na 1 000 metrów, który przesunął się wówczas przed memi oczyma, stanowił widok, którego niech mi zazdroszczą wielbiciele wzruszeń silnych a rzadkich.

W istocie to wyrzucanie błota z samego krateru wymaga warunków bardzo specjalnych i urzeczywistniających się bardzo rzadko. Po większej części strumienie błota są skutkiem innych przyczyn.

Najczęstszą przyczyną, jedyną, która się stosuje do Wezuwiusza, jest bezpośrednie działanie deszczów ulewnych, tak częstych w czasie wybuchów, na olbrzymią masę niespojonych materii, które, skutkiem wielkich eksplozji gromadzą się na stokach wulkanu.

Bez względu na pochodzenie zjawiska, prowadzi ono do utworzenia się strumienia gęstego błota, które jest w stanie toczyć olbrzymie złomy skalne; złomy

te zdają się płynąć po jego powierzchni. Materye, w ten sposób przeniesione, rozpościerają się i gromadzą u stóp góry, tworząc, zależnie od swych rozmiarów, zlepieńce lub tufy o chaotycznym układzie.

Herkulanum zostało zasypane właśnie przez tego rodzaju osady, t. j. tufy, utworzone przede wszystkim z drobnych okruchów pumeksu, z odłamków skał zwartych lub krystalicznych i z miążkiego pyłu. Miejscami, jak na przykład w teatrze, materye te tworzą jedną doskonale spoiłą masę, podczas gdy gdzieindziej prawie zupełnie nie trzymają się siebie. Obok tych tufów o układzie chaotycznym spotykamy prawidłowe uwarstwienia, pozostałe po falach bardziej rzadkiego błota, które czasami następują po błocie gestem i toczą się po nim.

Potoki błota jeden po drugim wdzierały się do miasta i wypełniały te gmachy i domy prywatne, które ostały się po ich pierwszym nacisku, i wszystko, co się w nich znajdowało, zostało bądź na miejscu zatopione, bądź też wyniesione na zewnątrz. Skład mineralogiczny tufu nie pozostawia żadnej wątpliwości co do sposobu jego powstania, i, co za tem idzie, stanowczo wskazuje sposób, w jaki miasto uległo zniszczenia. Podczas wybuchu Góry Pelée zachodziły podobne wypadki, które można było badać krok za krokiem.

Na podstawie tych danych możemy spróbować pójść dalej, możemy zastanowić się nad pochodzeniem tych strumieni błota i szukać związku w czasie pomiędzy ich powstaniem a zagrzebaniem Pompeji.

Można podać dwie hipotezy i obie zresztą mogą znaleźć zastosowanie w danym wypadku. Wybuch nastąpił po trwającym wieki odpoczynku wulkanu. Bardzo być może zatem, że woda deszczowa nagromadziła się początkowo na dnie starożytnego krateru i została stamtąd wypędzona na początku paroksyzmu. Jedno zdanie z pierwszego listu Pliniusza zdaje się popierać to tłumaczenie. Kiedy stryj jego zbliżał się do brzegu, wybuch trwał dopiero kilka godzin.

„Już dno morza, które się nagle podniosło, znajdowało się w tej pozycji, a góra, rozlatując się, czyniła brzeg morski niedostępnym dla wylądowania” – pisze Pliniusz młodszy.

Zapytać się możemy, czy wówczas nie zaszedł fakt podobny do tego, który został stwierdzony na początku wybuchu Góry Pelée? 5-go maja 1902 r. wybuch gwałtowny wyrzucił z Wysokiego Jeziora (Estang Sec) falę błota, która zniszczyła fabryki, położone u wylotu doliny rzeki Białej a zatem leżące pod względem topograficznym podobnie do Herkulanum. Z błota utworzył się w tem miejscu pokład zlepieńca, gruby na kilka metrów, i pozwolił brzegowi posunąć się o jakieś trzydzieści metrów dalej w morze.

Podobne tłumaczenie samo nie wystarczy, czegoś więcej trzeba jeszcze: strumieni błota pochodzenia

peryferycznego. Zresztą obfitość i wielkie rozmiary odlewów kropli deszczowych, które znajdują się w popiołach pompejańskich, świadczą o wielkich opadach atmosferycznych, jakie powstały podczas wybuchu.

Pumeksy Pompeji zostały pokryte warstwami popiołów i lapilli, odpowiadające mi popiołom z paroksyzmu roku 1906, i które znów były skutkiem uszkodzenia szczytu stożka przez wielkie eksplozje. Słusznym jest zatem wniosek, że podobny objaw towarzyszył wybuchowi, o którym mówi Pliniusz. Dla nas jest rzeczą małej wagi wypowiedzenie się w dyskusji, ciągle jeszcze otwartej, nad kształtem, jaki przedstawiał szczyt wulkanu za czasów Strabona. Być może, wielka kaldera Sommy o kształcie rozwartej paszczy datuje



Ryc. 5. Mapa z 1904 roku z zaznaczeniem strefy zasięgu gorącej chmury wyrzuconej z wulkanu Mt. Pelée w 1902 roku; wg www.filmweb.pl/f445179/Circular+Panoramic+View+of+St.+Pierre+from+the+Lighthouse,...Mt.+Pelée...

od tej pory, być może, jest znacznie dawniejsza; w każdym razie pewne jest to, że w roku 79 Somma uległa silnemu uszkodzeniu, gdyż ona właśnie dostarczyła większej części, jeżeli nie całego materiału, z którego się składają tufy herkulańskie.

Strumienie błota potworzyły się z okruchów starego gruntu; z konieczności zatem powstanie ich jest późniejsze od ostatecznego zasypania Pompeji. Wybuchy lat ostatnich dowiodły, że podobne strumienie mogą czynić spustoszenia jeszcze przez czas długi po ustaniu paroksyzmów. Wybuch z roku 79 był wyjątkowo silny. Zupełnie jest naturalne, że i strumienie błota otrzymały wyjątkowo wielkie rozmiary. Zasypanie i zamulenie, równoczesne czy też kolejne, dwu miast starożytności pozostaje zatem – tak nam się wydaje – we wzajemnej logicznej zależności, choć jest skutkiem zjawisk odmiennych.

Różnice w ukształtowaniu materiałów, które ogarnęły ruiny Pompeji i Herkulanum, pozwalają zrozumieć, dlaczego wydobywane stamtąd przedmioty zachowały się w każdym z tych miast inaczej. W Pompeji ani pumeksy, ani popioły, przyniesione drogą powietrzną, nie tworzą nigdzie ścisłej masy; stanowią one środowisko przepuszczalne, które ułatwiło przenikanie tlenu i dwutlenku węgla, przyniesionych przez wodę deszczową z powietrza. To też tam szczątki organiczne po większej części zniknęły. Przedmioty metalowe szybko uległy utlenieniu; zwłaszcza przedmioty, w których skład wchodziła miedź, pokryły się charakterystyczną patyną, zieloną lub niebieską, o powierzchni częstokroć chropowatej utworzonej przez węglany zasadowe.

Przeciwnie w Herkulanum tuf natychmiastowo twardniał, skutkiem zwięzłości błota, mającego znaczenie cementu; z czasem stał się on jeszcze bardziej zwartym wskutek wsiąkania węglanu wapnia. Powstała w taki sposób twarda skała, która daje się obrabiać, niby kamień ciosowy; broniła ona od zwiertzenia przedmioty, które otaczała, to też brzozy w Herkulanum uległy utlenieniu w sposób daleko słabszy i posiadają piękną ciemną barwę, o gładkiej powierzchni, pozwalającą odróżnić je od tych, które pochodzą z Pompeji. Z tej samej przyczyny spotykamy tu mnóstwo szczątków z drzewa, uległych w mniejszym lub większym stopniu zwęglaniu z powodu utlenienia, a nie przez ogień, – nawet cenne papirusy mogły się tam zachować do naszych czasów.

Kończę na uwadze, która bardzo często przychodziła mi na myśl, kiedy w przeciągu kilku miesięcy przebiegał naprzód dymiące ruiny St. Pierre, a następnie wykopaliska w Herkulanum i Pompeji.

Katastrofa w roku 79 była klęską dla mieszkańców Kampanii, ale przynajmniej śmierć ich nie była bez pożytku dla całej ludzkości. Wezuwiusz nie tylko uratował arcydzieła sztuki z epoki, kiedy najmniejsze potrzeby codziennego życia wyrażały się w eleganckiej i wytwornej formie. Dzięki cennym materiałom, jak bronz i marmur, produkty wulkaniczne utrwaliły, że tak powiem, życie starożytnych, uchwycone w pełnym biegu i w ten sposób zachowały dla nas skarby obserwacji wszelkiego rodzaju, jakich próżnoby szukać gdzieindziej. Trudno mówić o zniszczeniu, kiedy chodzi o Herkulanum lub Pompeji.

Inaczej się przedstawia sprawa z St. Pierre; przyszłość niczem nie wynagrodzi śmierci jego nieszczęśliwych mieszkańców. Jeżeliby nawet, nazajutrz po katastrofie, ruiny pozostały nietknięte pod swym szarym całunem; jeżeliby, mimo wszystko, przywiązanie do ziemi rodzinnej i zapomnienie niedawnej a tragicznej przeszłości nie powołały znowu mieszkańców na miejsce zburzonego miasta – poszukiwacz, któryby po kilku tysiącach lat przyszedł poruszyć te popioły, nie wieleby tam znalazł z rzeczy, co mu pozwoliły sądzić o naszej epoce, bardziej goniącej za korzyścią, niż pięknem. Rdza od dawna pożarłaby ostatnie ślady geniuszu wieku żelaza, a z reszty... nie utworzono by drugiego muzeum neapolitańskiego.

A. Lacroix. *Ostatnie dni Herkulanum i Pompeji wyjaśnione na podstawie kilku współczesnych zjawisk wulkanicznych*. Tłum. Cz. Łopuski. Wszechświat, 1909, 28, 65 i 87 (31 I i 7 II)

WSPOMNIENIE O PROFESORZE JERZYM MAŁECKIM (1921-2007)



W dniu 26 listopada 2007 roku pożegnaliśmy na Cmentarzu Batowickim w Krakowie, zmarłego 18 listopada Jerzego Małeckiego, emerytowanego profesora Wydziału Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, wieloletniego pracownika tej Uczelni.

Profesor dr hab. Jerzy Małecki urodził się 7 maja 1921 roku w Taszkencie. Miał troje dzieci – Adama, An-

nę i Krzysztofa. Żona jego, Janina, z domu Tarnawska, była profesorem botaniki Uniwersytetu Jagiellońskiego. Swoją karierę naukowo-dydaktyczną związał początkowo z Uniwersytetem Jagiellońskim (do 1952 r.), a następnie z Akademią Górniczo-Hutniczą w Krakowie (od 1952 r.), gdzie pracował aż do emerytury.

Studia ukończył na Uniwersytecie Jagiellońskim w Krakowie, gdzie (luty 1950 r.) otrzymał tytuł magistra geografii fizycznej, a w grudniu tego samego roku – magistra z zakresu geologii. Już jako student II roku studiów (1947 r.) podjął pracę jako młodszy asystent przy Katedrze Paleontologii UJ w Krakowie. W 1951 roku uzyskał tytuł doktora filozofii na Uniwersytecie Jagiellońskim, a przedmiotem dysertacji doktorskiej była praca pt.: *Mszywioty z piasków heterosteginowych na obszarze Krakowsko-miechowskim*. Habilitował się w roku 1963 w oparciu o pracę: *Mszywioty z eocenu Karpat Środkowych między Grybowem a Duklą*. Rok później uzyskał

stopień docenta. W 1974 r. został profesorem nadzwyczajnym, a w 1987 roku – profesorem zwyczajnym.

Od samego początku pracy naukowej przedmiotem zainteresowań Jerzego Małeckiego były kopalne mszywioły. Zajmował się nimi przez całe swoje życie, osiągając renomę światową, jako specjalista w tej dziedzinie wiedzy. Jako paleontolog prowadził również badania nad poznaniem innych grup skamieniałości: otwornic, gąbek, amonitów, belemnitów, jeżowców, stawonogów i glonów. Opisał kilkadziesiąt nowych gatunków i kilka nowych rodzajów bezkręgowców kopalnych: otwornic, gąbek, mszywiołów, pierścienic i stawonogów. Większość gatunków na trwałe weszła do literatury paleontologicznej, a część z nich posiada również wartość stratygraficzną. Opracował monografię mszywiołów trzeciorzędowych (eocenu) Karpat; zamierzał również opracować monografię mszywiołów polskiego miocenu, ale niestety zabrakło mu sił. W 1965 roku brał udział w ekspedycji naukowej polsko-mongolskiej na Pustynię Gobi, w poszukiwaniu kopalnych ssaków łojyskowych i dinozaurów.

Jerzy Małecki pozostawił po sobie spuściznę naukową, która stanowi poważny wkład do znajomości bezkręgowców kopalnych Polski, szczególnie regionu krakowskiego. Jest on autorem ponad stu prac i opira-



Ryc. 1. Prof. Jerzy Małecki w Instytucie Geografii Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie (2006 r.). Fot. R. Tarkowski

cowań naukowych. Najważniejsze to: *Mszywioły z eocenu Karpat Środkowych między Grybowem a Duklą*, *Mszywioły z piasków heterosteginowych na obszarze Krakowsko-miechowskim*, *Permian Bryozans from the Tokrosoya Beds, Sorkapp Land Vestspitsbergen*, *Santonńskie gąbki krzemionkowe z Korzkwi pod Krakowem*, *Anthropalaemon lublinense n.sp. z karbonu okolic Lublina*, *Małżoraczki dolnokredowe z Wąwahu koło Tomaszowa Mazowieckiego*, *Gattung Cnemidiastrum nach dem Material aus dem Weissen Jura von Zalas*, podręcznik *Zarys paleontologii ogólnej i systematycznej* (wspólnie z R. Tarkowskim). Jego prace naukowe publikowane były w znaczących wydawnictwach: *Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego*, *Biuletyn PAN*, *Acta Geologica Polonica*, *Acta Paleontologica Polonica*.

Prowadził ożywioną korespondencję i wymianę publikacji z licznymi paleontologami zagranicznymi, m.in. takimi jak: prof. G. Braga (Padwa), dr. A.H. Cheetham (Waszyngton), P. Cook (Londyn), Vavra (Wiedeń), Voigt (Hamburg). Kilkakrotnie publikował artykuły z zakresu paleontologii i geologii na łamach czasopisma *Wszechświat*.

Równolegle do działalności naukowej, prowadził wykłady i zajęcia terenowe z paleontologii i geologii historycznej. Praktyki terenowe z Profesorem i jego kondycja, do dzisiaj jest podziwiana i wspominana przez liczne roczniki studentów geologii Wydziału Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska AGH. Umiał zjednać sobie studentów, którzy będąc już absolwentami często odwiedzali Gona Uczelni. Wypromował kilku doktorów (w tym niżej podpisanego i W. Nastaj), był opiekunem naukowym kilku studentów indywidualnych, wśród których znajdują się: prof. J. Matyszkiewicz – dziekan Wydziału GGiOŚ AGH, dr inż. J. Rzymelka – poseł na Sejm, mgr inż. A. Kulka – właściciel biura turystycznego w USA i niżej podpisany.

Osobny rozdział to jego działalność społeczna na AGH i poza Uczelnią. Był długoletnim członkiem Związku Nauczycielstwa Polskiego (1949-1980), opiekunem Sekcji Paleontologii Studenckiego Koła Naukowego Geologów AGH, organizatorem i kierownikiem studenckich obozów naukowych, członkiem Komisji ds. budowy Muzeum Geologicznego w AGH, opiekunem licznych grup i lat studenckich.

Był nieustrudzonym propagatorem ochrony przyrody i krajobrazu. Bronił przed dewastacją m.in. tereny Garbu Tenczyńskiego, Dolinki Krakowskie, otulinę Ojcowskiego Parku Narodowego. Był członkiem: Wojewódzkiego Komitetu Ochrony Przyrody (1970-1985 r.), Straży Ochrony Przyrody (od 1967 r.), Społecznym Opiekunem Zabytków, Rady Ojcowskiego Parku Narodowego. Brał udział w tworzeniu Zespołu Jurajskich Parków Krajobrazowych. Był inicjatorem i przewodniczącym Komitetu Odbudowy Zamku w Korzkwi pod Krakowem.

Przez 10 lat (1974-1984 r.) był radnym miasta Krakowa, członkiem Komisji Gospodarki Komunalnej, Komunikacji i Łączności Rady Narodowej m. Krakowa. W czasie trzech kadencji opracował kilkadziesiąt opinii. Zabierał głos w sesjach Rady Miasta Krakowa na temat: Rynku Krakowskiego, zagrożenia ze strony Huty Skawina, budowy autostrady i Trasy Zwierzyńckiej, budowy dzielnicy Ruczaj-Zaborze, budowy dworca towarowego w Toniach i budowy tramwaju podziemnego.

Działał w PTK i PTTK od 1936 r., gdzie pełnił funkcję przewodniczącego Komisji Kolarskiej ZW PTTK

w Krakowie. Był członkiem Komisji Kolarskiej ZG PTTK w Warszawie, również prezesem Towarzystwa Krzewienia Kultury Fizycznej w Krakowie.

Był długoletnim członkiem Polskiego Towarzystwa Geologicznego (od 1949 r.), Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika od 1950 r., Komisji Nauk Geologicznych PAN (od 1950 r.), TKKF-u (prezes 1975-1976), członkiem Towarzystwa Przyjaciół Nauk o Ziemi. Za zasługi został wpisany (1983 r.) do Księgi Honorowej zasłużonych ludzi Ziemi Krakowskiej na Wawelu.

Odnaczony został: Krzyżem Kawalerskim OOP, Złotym Krzyżem Zasługi, Medalem Komisji Edukacji Narodowej, Złotą Odznaką PTTK, Medalem 40-lecia PRL, Odznaką Zasłużony Działacz Turystyki, Odznaką Zasłużony dla Leśnictwa i Przemysłu Drzewnego, Złotą odznaką za pracę społeczną dla miasta

Krakowa, Złotą odznaką za zasługi dla Ziemi Krakowskiej, Złotą odznaką za zasługi dla polskiej geologii, Medalem społecznego ruchu popularyzacji nauk o ziemi, Medalem za zasługi w upowszechnianiu kultury fizycznej i rekreacji, Nagrodą Rektora AGH indywidualną I-go stopnia za osiągnięcia dydaktyczne (1990), Nagrodą indywidualną Ministra Edukacji Narodowej za osiągnięcia naukowe (1991).

Czas wolny spędzał na wycieczkach pieszych, rowerowych, kajakowych, górskich, czytaniu literatury przyrodniczej i historycznej, zbieraniu i oznaczaniu zbiorów paleontologicznych.

Profesor Jerzy Małecki do końca życia pozostał człowiekiem skromnym, pogodnym, życzliwym, pełnym energii i otwartym na potrzeby drugiego człowieka. Takim pozostanie w naszej pamięci.

Radosław Tarkowski

E. Dubiel, J. Szwagrzyk (red.). **Atlas roślinności rzeczywistej Krakowa**. Urząd Miasta Krakowa, Wydział Kształtowania Środowiska, Kraków, 2008, 159 s.



ATLAS ROŚLINNOŚCI RZECZYWISTEJ KRAKOWA

Na walory przyrodnicze obszaru Krakowa zwracano uwagę już w poprzednich publikacjach, nigdy jednak nie było tak szczegółowej dokumentacji, jaką zawiera obecnie wydany Atlas. Przedstawia on, na podstawie nowych badań, obraz roślinności rzeczywistej terenu miasta, czyli takiej, jaką napotkano w okresie kartowania.

Główną część Atlasu stanowią mapy w podziałce 1:10 000, umieszczone na stronach o formacie A4. Każda strona odpowiada jednemu z 95 prostokątów, na jakie podzielono obszar Krakowa w jego administracyjnych granicach. Są to równocześnie składowe osobnej mapy ściennej. W omawianej publikacji znalazły się tak-

że mapy tematyczne w mniejszej podziałce, część opisowa, tabele, barwne fotografie i wykaz literatury.

W opracowaniu brało udział kilkudziesięciu wykonawców. Wśród nich był ośmioosobowy zespół do spraw GIS i zespół do kartowania, złożony z 18 osób, głównie pracowników Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie i Instytutu Botaniki Uniwersytetu Jagiellońskiego; w skład tego drugiego wchodził prof. dr Eugeniusz Dubiel. Był on jednym z redaktorów Atlasu, twórcą jego koncepcji, najważniejszym badaczem terenowym, autorem większości opisów i fotografii, a także uprzedniej, bardziej ogólnej mapy szaty roślinnej Krakowa (Zeszyty Naukowe UJ, 1991). Prace terenowe nad obecnym Atlasem trwały przez dwa sezony wegetacji - 2006 i 2007, a całością zarządzała firma ProGea Consulting, która zajęła się też techniczną stroną opracowania. Atlas wydano ze środków Urzędu Miasta Krakowa.

Część opisowa omawianej publikacji składa się z kilku rozdziałów. Na wstępie znalazł się tekst przekazany przez Prezydenta Miasta Krakowa, prof. Jacka Majchrowskiego, który zwrócił uwagę m.in. na fakt, iż opracowanie wynika z przyjętego dla Krakowa „Programu Ochrony Środowiska”. Dalej następuje charakterystyka przyrodnicza terenu miasta, dane o metodyce zastosowanej przy kartowaniu i krótki opis wyróżnionych zbiorowisk roślinnych i innych wydzieleni, wynikających z użytkowania terenu. Wśród kartowanych jednostek są 54 obejmujące roślinność: rozmaite lasy, zbiorowiska wód, szuwarów, młak, łąk, ziołorośla, pastwiska, murawy kserotermiczne, fragmenty wrzosowisk, zbiorowiska odłogów i pól uprawnych. Osobno scharakteryzowano (i kartowano) parki i ogrody, zieleńce, zieleń osiedlową, tereny sportowe, cmentarze, ogródki działkowe oraz „tereny zainwestowane, intensywnie zabudowane”. Po części dotyczącej wyróż-

nień przestrzennych omówiono występowanie na terenie Krakowa inwazyjnych gatunków roślin obcego pochodzenia oraz podano przegląd i barwne zdjęcia 52 gatunków roślin prawnie chronionych, znalezionych na 814 stanowiskach.

Część Atlasu – z głównymi mapami - poprzedza tabela podająca powierzchnię przyjętych wydzieleni. W kolejnych tabelach przedstawiono udział terenów zieleni i niektóre podobne dane dla poszczególnych dzielnic Krakowa, liczbę stanowisk roślin chronionych w ich obrębie oraz udział powierzchni o rozmaitych walorach przyrodniczych. Mapę waloryzacji przyrodniczej miasta, obejmującą 5 kategorii, umieszczono na „rozkładance”. Dwie ryciny przedstawiają podział terenu na dzielnice. W nawiązaniu, zwłaszcza do jednej z nich, można lokalizować poszczególne części głównej mapy roślinności. Legenda do tej mapy jest numerowana zgodnie z tekstem opisowym i zawiera oznaczenia punktowe dla stanowisk roślin chronionych. Na końcu Atlasu znajduje się mapa zobrazowania satelitarnego omawianego obszaru., a na wewnętrznych stronach okładek zamieszczono plansze z „Planu Kołłątajowskiego” z 1785 r.

Omawiany Atlas nasuwa trochę uwag. Bardzo brakuje mapy topograficznej terenu, na której byłyby oznaczone rejony – miejsca, wymienione w tek-

ście, jak np. Las Wolski, Zakrzówek, Wzgórza Tyńskie. Niektóre dane mogły być wpisane na mapach roślinności, np. nazwy rzek – dopływów Wisły, zbiorników wodnych, czy oznaczenie ZOO. Skartowanie zbiorowisk roślinnych Lasu Wolskiego nie odzwierciedla jego urozmaiconej rzeźby, wpływającej na zróżnicowanie zbiorowisk leśnych. Dokładniejsza mapa fitosocjologiczna tego terenu była publikowana przez E. Dubiela w r. 1974 r. i mogła być wykorzystana, z uwzględnieniem późniejszych zmian roślinności. W opracowaniu brak odgraniczenia istniejących w obrębie Krakowa rezerwatów przyrody.

Atlas jest niewątpliwie ważnym dziełem, mogącym przyczynić się do objęcia ochroną istniejących jeszcze fragmentów przyrody. Powinien pomóc urbanistom przy tworzeniu miejscowych planów zagospodarowania, zgodnie z zasadami racjonalnego kształtowania przestrzeni miasta. Bardzo ważną sprawą jest, by Kraków zachował jak najwięcej terenów zielonych, atrakcyjnych i wartościowych, ważnych m.in. dla rekreacji i zdrowia mieszkańców.

W Internecie dostępna jest elektroniczna wersja mapy roślinności rzeczywistej Krakowa (www.bip.krakow.pl).

Anna Medwecka-Kornaś (Kraków)

Jerzy Jambor: **Rośliny lecznicze - od aloesu do żeń-szenia.**

Farma Press, Warszawa, 2006, 203 stron, liczne zdjęcia i ryciny, oprawa twarda, format A5, ISBN 83-905180-6-6; ISBN 978-83-905180-6-0



ROŚLINY LECZNICZE - OD ALOESU DO ŻEŃ-SZENIA

Wśród wielu broszur i książek o tematyce ziołolecniczej wydanych w ostatnim czasie, „Rośliny lecznicze - od aloesu do żeń-szenia” stanowią pozycję szczególnie interesującą. Została napisana przez fachowca - światowego znawcę roślin posiadających znaczenie lecznicze, a zwłaszcza wytwarzanych z nich

nowoczesnych preparatów wspomagających leczenie rozmaitych chorób i dolegliwości.

Autor - dr nauk farmaceutycznych - stworzył książkę, w której opisanych zostało 60 gatunków roślin. Opisy roślin ułożono alfabetycznie, przy czym ich sekwencja związana jest z polskimi nazwami rodzajowymi. Rozpoczyna je aloes drzewiasty, a zamyka żeń-szeń prawdziwy, co Autor wykorzystał jako podtytuł książki. Każdy opisany gatunek jest zaopatrzony również nazwą naukową, czyli łacińską. Ciekawym zabiegiem jest niejako dodane do każdej polskiej nazwy roślin, jej cechy lub informacje o zastosowaniu. Mówi o tym kilka wybranych szczególnie udanych przykładów - „Dzika róża - królowa farmacji”, „Hakorośl rozesłana - czarci pazur, dobry na wszystko”, „Chinowiec soczystoczerwony - roślina, która zmieniła świat”, czy „Dziurawiec zwyczajny - na choroby ciała i duszy”, a „Czarny bez - roślina, przed którą zdejmowano kapelusz”.

W tej książce znajdziemy wiele interesujących informacji na temat poszczególnych roślin leczniczych, począwszy od pochodzenia, występowania, systematyki, poprzez wykorzystanie w starożytności i innych epokach, a także wiele odniesień do Biblii i sztuki. Dobrym przykładem jest tu konwalia majowa, którą można odnaleźć na wielu malowidłach lub jako element rzeźby

w licznych wiejskich obiektach sakralnych; kopytnik pospolity to roślina, którą możemy znaleźć na stronach herbariów Marcina z Urzędowa i Szymona Syreniusza, także lipa drobnolistna wykorzystana przez Wita Stwosza do wyrzeźbienia niezwyklego ołtarza w krakowskim Kościele Mariackim. Ponadto każda monografia jest opatrzona własnym wizerunkiem. Niektóre rośliny pokazane są na zdjęciach, jak np. aloes drzewiasty, aronia czarnoowocowa, jemiola pospolita, karczoch zwyczajny, wykonanych przez Leszka Brzóske; hakorośl rozesłana na zdjęciu Hansa-Jurgena Hanninga, a ketmia szczawiowa - Berndta Klatta. Pozostałe fotografie zostały wykonane przez Jerzego Mielcarza, Adama Półtoraka i Patrycję Półtorak-Figańską, a część pochodzi ze zbiorów Wiktora Szukiela jr. Część roślin, jak babka lancetowata ukazanych jest na reprodukcjach akwarel Joanny Kossuth, a bylica boże drzewko, chinowiec soczystoczerwony, mięta pieprzowa i wiele innych na reprodukcjach akwarel i miedziorytach autorstwa Adama Półtoraka i Patrycji Półtorak-Figańskiej.

Autor używa prostego, aczkolwiek fachowego języka, co sprawia, że książka jest kierowana nie tylko do farmaceutów, lekarzy czy ziołarzy, ale także

do pasjonatów ziołolecznictwa i każdej osoby, która interesuje się światem przyrody i pragnie poznać jej niezwykle piękno.

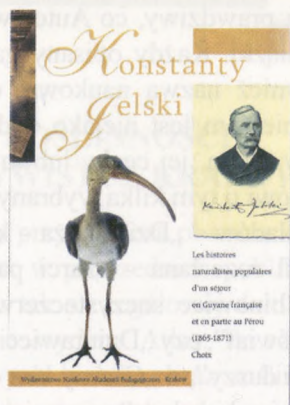
Pozycja ta pod względem właściwości merytorycznych ma wysoki poziom, ponieważ Autor korzystał z jednej strony z wielu pozycji o tematyce ziołoleczniczej z ubiegłego wieku, ale i najnowszych, a z drugiej z licznych osobistych doświadczeń zawodowych i badań naukowych. Monografie poszczególnych roślin są wzbogacone osobistymi komentarzami Autora, co zdecydowanie podwyższa walory książki. Jest to pozycja, która daje możliwości poznania bogactwa świata roślin wykorzystywanych w fitoterapii.

Zachęcam do sięgnięcia po tę pozycję, aby nie tylko poznać wiele z pozoru pospolitych roślin, ale także by zatopić się w bardzo interesującym świecie mitów i legend, które krążą wokół wielu roślin, które znamy, choćby z „niedzielnich” spacerów wśród pól i łąk.

Książka została wydana w bardzo poręcznym formacie A5, jest napisana dogodną czcionką na papierze wysokiej jakości i wydana w twardej oprawie.

Ewa Komorowska (Poznań)

Konstanty Jelski - **Les histoires naturalistes populaires d'un séjour en Guyane française et en partie au Pérou (1865-1871). Choix.** [Popularno-przyrodnicze opowiadania z pobytu w Gujanie francuskiej i po części w Peru (1865-1871). Wybór]. Traduction et élaboration scientifique par Piotr Daszkiewicz, Jean-Christophe de Masary & Radosław Tarkowski. 2007. Wydawnictwo Naukowe Akademii Pedagogicznej, Cracovie. 201 pp. ISBN 978-83-7271-445-9; nakład wyczerpany



LES HISTOIRES NATURALISTES POPULAIRES D'UN SÉJOUR EN GUYANE FRANÇAISE ET EN PARTIE AU PÉROU (1865-1871). CHOIX.

Wspomnienia Konstantego Jelskiego z Gujany Francuskiej są bardzo interesujące. Podróż tego przy-

rodnika odbyła się w okresie późniejszym niż wielkie wyprawy podróżniczo-przyrodnicze do Ameryki Południowej: Humboldta i Bonplanda (1799-1804), Natterera, Spixa i Martiusa (1817-1820), Langsdorffa i Ménétriesa (1824-1829), d'Orbigny'ego (1826-1834), Darwina (1831-1836), Laporta de Castelnau (1843-1847), a w przypadku Gujany Francuskiej wypraw: Doumerca i Leschenaulta de la Tour (1823-1824), Lacordaire'a (1831) i François-René Leprieura (1830-1850).

Wspomnienia Jelskiego są świadectwem życia społeczeństwa Gujany w latach 60. XIX wieku, ważnym okresie przejściowym historii tego kraju. Gdy Jelski dociera do Kajenny, niewolnictwo jest zniesione zaledwie od siedemnastu lat (1848). Jest to także początek systemu kolonii karnych. Rozpoczyna się także gorączka złota, odkrytego przez Feliksa Coüy w 1855 roku, w górnym biegu rzeki Approuage.

W odróżnieniu od podróżników-przyrodników poprzedniego okresu, Jelski nie przyjeżdża do Gujany w celu eksploracji nieznanymi terenów. Nie ma na to materialnych środków. Nie przyjeżdża także jako wysłannik oficjalnej administracji. Przybywa, aby zbierać okazy dla kolekcji botanicznych i zoologicznych by przysyłać je do składających zamówienia instytucji. Aby przeżyć musi on zamienić się w preparatora i wysyłać owady do Deyrolla i spreparowane zwierzęta do Verreaux, największych paryskich marchandów okazów przyrodniczych. Głównie

nym jego celem jest jednakże przesyłanie okazów Władysławowi Taczanowskiemu, zoologowi kierującemu Warszawskim Gabinetem Historii Naturalnej.

Przybywszy do Kajenny, Jelski poznaje pana Bagsińskiego, francuskiego urzędnika polskiego pochodzenia, który przedstawia go swojemu przełożonemu panu Quintrie. Ten ostatni wprowadza Jelskiego w otoczenie ojca Dossata, biskupa Kajenny, który pisze list polecający do pułkownika Charrière, dyrektora nowego Towarzystwa Eksploatacji Złóż Złota, osiadłego w Jamaïque, osadzie nad brzegami rzeki Approuague, w pobliżu pierwszych miejsc eksploatacji złota w Gujanie. Drugiego września 1865 roku, Jelski wsiada na szkuner żeglujący do Approuague. Na statku poznaje dwóch pasażerów - Aleksandra Coüy i jego zięcia Artura Delteil, farmaceutę marynarki. Spotkanie to okaże się decydujące dla całego pobytu w Gujanie. Delteil staje się przyjacielem Jelskiego i znajduje mu posadę pomocnika aptekarza w szpitalu w Kajennie. Dzisiaj miasteczko jest opuszczone i pozostały jedynie ruiny.

Z powodu nieobecności pułkownika Charrière, Jelski przyjął zaproszenie Delteila do towarzyszenia w dalszej podróży w górę rzeki Approuague. Ze wspomnień dowiadujemy się, że Aleksander Coüy podróżował, aby odzyskać spadek po swoim bracie Feliksie Coüy, dawnym komendancie regionu Approuague i odkrywcy, wraz z Paolinem, złota w Gujanie. Został on zamordowany przez „nieznanych sprawców” na swojej złotonośnej działce na wzgórzu Montagne Impératrice. Jelski podróżuje w górę rzeki łodzią z dziesięcioma wiosłarzami. Pokonuje słynne progi Saut Tourépé, Grand Maparou, Petit Maparou, Petit i Grand Zapini. Po czterech dniach łódź dociera do miasteczka na wzgórzu Montagne Impératrice, założonego przez Feliksa Coüy. W lesie, nazywanym przez mieszkańców Gujany Wielką Puszczą, Jelski poluje wraz z indianami Galibis i zbiera okazy przyrodnicze. Była to jego jedyna podróż w głąb Gujany. W drodze powrotnej Delteil zapewnia Jelskiego: „posada pomocnika-aptekarza jest wolna w szpitalu w Kajennie. Poprę pańską kandydaturę u naczelnego lekarza i u gubernatora”. Przyszłość Jelskiego w Gujanie została w ten sposób określona. Pensja, mieszkanie i wyżywienie zostały mu zapewnione.

Konstanty Jelski obejmuje stanowisko i wprowadza się do szpitala położonego obok siedziby gubernatora (obecnie mieści się tam prefektura). Budynek ten istnieje po dzień dzisiejszy na tyłach Placu Palmowego i siedziby Rady Departamentalnej. Gujana liczyła wtedy około 25 000 mieszkańców, a Kajenna zajmowała jedynie obecne centrum. Przyroda jest więc u bram miasta, a nawet w samym

mieście. Jelski ma wystarczająco dużo czasu po pracy, aby robić wycieczki w okolicach miasta i spokojnie później wyprawiać zebrane okazy w szpitalnych pomieszczeniach. Bardzo dobrze opisuje miasto i jego okolice. Opis ten to prawdziwa fotografia Kajenny z połowy XIX wieku. Wylicza i szczegółowo opisuje drzewa owocowe, owoce i warzywa spotykane na rynku lub w ogrodach, jak i ryby (o lokalnych nazwach): machoirans, coulans, patagaïes, gros yeux i atipas. Atipas są nadal najbardziej cenionym gatunkiem przez mieszkańców Gujany, ale grands-yeux stały się rzadkie. Wymienione we wspomnieniach owoce i warzywa nadal stanowią podstawę wyżywienia miejscowej ludności. Jelski „zwiedza” ogród botaniczny w Baudel, opuszczony i porośnięty chaszczami. Przemierza okolice Kajenny, idzie drogą Madelaine, gdzie niegdyś znajdowało się gospodarstwo, a obecnie wznosi się nowy szpital, udaje się drogą na górę Montagne de Tigre, którą znam dobrze, a która nadal usiana jest pripris, czyli mokradłami z roślinami z rodzaju *Eleocharis*, zalanymi lasami i pokrytymi wodą sawannami. Przemierza liczne opuszczone fermy. Gujana znajdowała się wtedy w głębokim kryzysie rolnym. Dawni niewolnicy porzucili gospodarstwa, zwłaszcza te największe. Gujana to nie Martynika, czy Gwadelupa, gdzie biali mieszkańcy posiadają ziemię i gdzie ludzie od niedawna wolni mają niewiele miejsca by móc się osiedlić. W Gujanie nie brak przestrzeni. Wystarczy pójść trochę dalej, zbudować swoją chatę, polować i zbierać chrust, aby żyć. Niektórzy osiedlają się w pobliżu dawnego miejsca zamieszkania, inni łączą się ze swoimi rodzinami lub przyjaciółmi mieszkającymi przedtem w oddaleniu. Lecz wielu z nich w poszukiwaniu pracy udało się do miasta i liczba mieszkańców Kajenny bardzo się powiększyła i zaczęła stanowić jedną trzecią populacji Gujany, czyli około 8000. Jelski pragnął poznać inne regiony Gujany. Okazją ku temu były wyjazdy w towarzystwie jego przełożonego Delteil, z którym udawał się służbowo lub zastępując aptekarzy udających się na wakacje. Dzięki tym podróżom przebywał na wyspach Iles du Salut, na Montagne d'Argent, a zwłaszcza w Saint Laurent de Maroni, gdzie właśnie założono karną kolonię. Zwiedził wysepkę Îlet de La Mère w okolicach Kajenny gdzie mieścił się niewielki zakład dla kalekich zesłańców, którego ruiny są widoczne jeszcze dzisiaj, a także wyspę Grand Connétable, dzisiaj rezerwat przyrody zamieszkały jedynie przez ptaki. Pewnego razu Jelski popłynął statkiem w górę rzeki Kaw i przez kilka dni przebywał w położonym u podnóża góry Kaw gospodarstwie pana Lalanne, w którym znajdowała się jedna z ostatnich plantacji drzew ruku i bez wątpienia ostatnia fabryka barwnika produkowa-

nego z tej rośliny. Znalazł tam żółwia mata-mata (*Chelus fimbriatus*) i złowił „ogromnego wodnego robaka”, którego umieszcza w oddzielnym słoju. Ten „robak” to żyworodny płaz bezogonowy *Typhlonectes compressicaudus*, który urodził w ciągu nocy młodego. Podobna przygoda spotkała trzydzieści lat wcześniej Leprieura.

W Saint Laurent du Maroni Jelski często udaje się do zwrotnikowego lasu, niedaleko od miasteczka. Wiernie go opisał i bardzo trafnie porównał do polskich lasów mniej zróżnicowanych i bardziej jednorodnych. Wysłał wiele ptaków i roślin hrabiemu Branickiemu dla Gabinetu Historii Naturalnej w Warszawie. Spotyka Eugène Mélinona (1818-1879), botanika, dawnego kierownika szklarni paryskiego Jardin des Plantes, wysłanego do Gujany w 1840 r., aby nadzorować próby introdukcji hodowli jedwabników. Mianowany komendantem regionu Mana w zachodniej Gujanie, zabiegał o zwiększenie liczby szkazańców przysyłanych do kolonii w celu zwiększenia jej populacji. Zakończył karierę zawodową na stanowisku pierwszego dyrektora kolonii karnej w Saint Laurent de Maroni. Jelski poznał Augusta Kaplera, przyrodnika i handlarza zwierząt, od którego nauczył się wielu rzeczy. Kapler pracował z Indianami Galibi z okolic dolnej części rzeki Maroni, którzy dostarczają mu rzadkich lub nieznanymi zwierząt. Uzyskał on w ten sposób, i za pośrednictwem Petersa z Berlina, poznał świat nauki z rzadkimi *Pipa aspera* i *Phrynohias coriacea*. Kapler często posiadał żywe zwierzęta. Oswoił młodego manata, dostarczonego mu przez Indian Galibi. Jelski obserwował u Kaplera ropuchę *Ceratophrys cornuta*, których nigdy dotychczas nie widział. Oznacza to także, że gatunek ten występował w tamtych czasach w dolnym biegu Maroni.

W czerwcu 1869 roku Jelski korzysta z okazji, aby udać się w podróż rzeką Oyapock. Wsiada na pokład szkunera pana Lamercy, który ten ostatni zakupił w Cachipour (Kasypu) i Counani (Kunani), w regionie spornym pomiędzy Francją a Brazylią (obecnie Amapa). Szkuner to zwykły brazylijski statek zapewniający przybrzeżną żeglugę pomiędzy portami (tapouille w oryginale Jelskiego tapui). Po dzień dzisiejszy podobne statki są w użyciu. Dzięki wsparciu ojca Coudray, proboszcza Saint Georges de l'Oyapock, Jelski przemierzył sawannę Ouasse (obecnie w Brazylii), tereny Indian Palikours, którzy go podejmują i służą mu za przewodników. Opisuje palmy Pinot czy ouassayes (uassej) (*Euterpe oleracea*) i palmy bâches (*Mauritia flexuosa*). Widzi tam mrówki maszerujące po powierzchni wody i Indian polujących na ryby przy pomocy łuków i strzał. Łowił wielkie okonie *Kunanis* i wspomina, że Indianie uda-

ją się nad wielkie jezioro łowić pirarucu, największą słodkowodną rybę świata, amazońską *Arapaima gigas*, która wędruje na północ mokradłami przylegającymi do Amapa, nie docierając jednakże do Gujany Francuskiej. Jest to bardzo cenne świadectwo obecności tego gatunku, w czasach podróży Jelskiego, na sawannie Ouassa lub w jej pobliżu. Dzisiaj gatunek ten już tam nie występuje.

Groźne kajmany opisywane przez Jelskiego to czarne kajmany *Melanosuchus niger*, znane także z mokradeł Kaw. Jelski udaje się następnie w górę rzeki Oyapock i zatrzymuje się w Saint Georges u ojca Coudray. Wspólnie z nim jeździ na wycieczki po okolicy, dociera aż do progu Maripa, pierwszego dużego progu na tej rzece. Przemierza okolice Ouanary w dolnym biegu Oyapock i w pobliżu grot na wzgórzach widzi piękne skalikurki (*Rupicola rupicola*). Następnie wraca do Kajenny by udać się do Peru.

Jelski bardzo dobrze znał się na ptakach. Je go wspomnienia pełne są licznych obserwacji i opisów tej grupy zwierząt. Poluje na małe ptaki przy pomocy sarbakany. Oznacza to, że wówczas Indianie w Gujanie potrafili jeszcze produkować i używać tę broń. Zwyczaj ten zanikł dzisiaj zupełnie. Opisuje widziane przez siebie lub przynieszone mu ssaki. Zauważa, że wielki pancernik cabassou stał się rzadki, ponieważ jego nora jest łatwo widoczna. Szczegółowo opisuje także swoje obserwacje i zbiory węży. Podaje nieco informacji na temat jadowitych węży (żararaki), wspomina gatunki węży koralowych. Twierdzi, że istnieją trzy gatunki „węży o dwóch głowach”, które są nie węzami a amfisbenami, choć zazwyczaj obserwuje się jedynie dwa gatunki. Dodaje, że zazwyczaj znajduje się je w mrowiskach mrówek maniokowych. Píše, że znalazł kajmana metrowej długości w żołądku anakondy i że ten kajman miał z kolei w swoim żołądku małego kajmana. Wspomina, że anakonda ma opinię niebezpiecznej. Dzisiaj gatunek ten nie cieszy się już w Gujanie podobną opinią. Przytacza przypadek żandarma, który upolował kaczkę i został ugryziony w ramię przez anakondę i wciągnięty do wody, ale któremu szczęśliwie udało się uwolnić. W rzeczywistości anakonda i żandarm polowali na tę samą zwierzynę, ale w tym przypadku w końcu siła stanęła po stronie prawa! Opisuje świszczący dźwięk boa *Boa constrictor*, zamkniętego w klatce, zachowanie rzadko obserwowane od tamtych czasów.

Jelski mniej uwagi poświęca jaszczurkom i żółwiom. Bardzo niewiele pisze na temat płazów. Na Ile Royal (jedna z wysp Iles du Salut) słyszy głos rzekotki „dużego i brzydkiego, szarego zwierzęcia” o „skórce tak lepkiej, iż trudno jest domyc ręce po jej

domknięciu". Jest to *Phryhohias venulosa*.

Konstanty Jelski bardzo dobrze nakreślił szkic życia gujańskiego. Jego książka nie jest pracą pełną ogólnikowych opisów i uwag, napisaną przez podróżnika, który w danym kraju był jedynie przejazdem jak ma to miejsce w przypadku opublikowanej w 1867 roku *La Guyane Française, notes et souvenirs d'un voyage*, kaptana fregaty Frédérica Bouyera. Wspomnienia Jelskiego są opisem codziennego życia przyrodnika dzielącego trudy pracy personelu szpitalnego w Gujanie. Jest to wyjątkowo cenny opis życia w Gujanie w drugiej połowie XIX wieku. Pragnę pogratulować tłumaczom i redaktorom naukowym tej publikacji, Piotrowi Daszkiewiczowi, Jean-Christophowi de Massary i Radosławowi Tarkowskiemu. Książka pozwala francuskiemu i francuskojęzycznemu czytelnikowi na odkrycie podróży pol-

skiego przyrodnika do Gujany Francuskiej.

Pełny tekst recenzji książki wydanej przez Wydawnictwo Naukowe Akademii Pedagogicznej w Krakowie ukaże się w najbliższym numerze prestiżowego francuskiego pisma zoologicznego *Bulletin de la Société Herpétologique de France*. Autor recenzji prof. Jean Lescure (MNHN, Paryż) jest jednym z najwybitniejszych znawców herpetofauny neotropikalnej, od lat interesuje się także historią badań przyrodniczych w Ameryce Południowej.

Dziękujemy Panom prof. Jean Lescure i prof. Ivan Ineich, redaktorowi *Bulletin de la Société Herpétologique de France*, za zgodę na publikację polskiego tłumaczenia poniższego tekstu.

Tekst recenzji przygotował i przetłumaczył P. Daszkiewicz.

Jarosław Buszko, Janusz Masłowski: **Motyle dzienne Polski**. Wydawnictwo „Koliber” 2008, 231 str., 43 tablice, format: 24x17 cm. Cena: 52 zł. ISBN 978-83-925150-4-3

Tom Tolman, Richard Lewington: **Motyle Polski i Europy**. Influence. 2007, 347 str., 104 tablice, format: 19x12,5 cm. Cena: około 85 zł. ISBN 978-83-89462-01-5

Tristan Lafranchis: **Motyle dzienne**. Multico Oficyna Wydawnicza. 2007, 379 str., 1300 fotografii, format: 19x13 cm. Cena: 99 zł. ISBN 978-83-7073-476-3



MOTYLE DZienne DLA KAŻDEGO

Motyle dzienne są jedną z najbardziej charakterystycznych, najbardziej znanych i najczęściej obserwowanych grup owadów. Ze względu na swoje piękne kolory oraz łatwość obserwacji w terenie są obiektem zainteresowania miłośników przyrody, zarówno amatorów jak i zawodowych biologów. Są też jednym z najczęstszych obiektów dla fotografów przyrody.

Jednak wbrew pozorom przeciętny obserwator

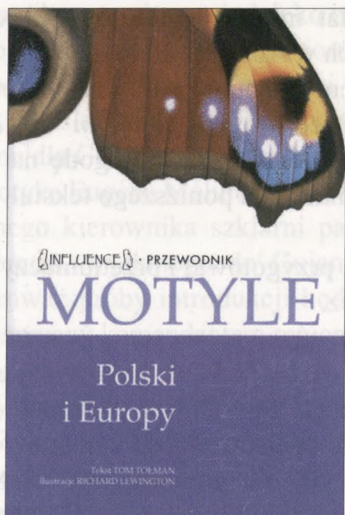
przyrody wie o nich niewiele a zdziwienie wywołuje nawet informacja, że w Polsce występuje ponad 160 gatunków tych owadów. Wiele z nich ma też bardzo ciekawą biologię, ale niewiele jest książek w których można znaleźć informacje na ten temat. Motyle dzienne wydają się też pozornie łatwe do rozpoznania, jednak występuje u nas wiele gatunków, które są do siebie bardzo podobne. Problemy z oznaczeniem mogą się pojawić w przypadku kilku modraszków, dostojek czy oczennic, ale także w przypadku bardzo pospolitych bielinków.

W Polskiej literaturze entomologicznej brakowało dotychczas dobrych atlasów do oznaczania motyli. Dla większości amatorów czarnobiałe i często nazbyt skomplikowane „Klucze do oznaczania owadów Polski” były z jednej strony trudno dostępne a z drugiej mało atrakcyjne pod względem formy. Dobre, kolorowe ilustracje można znaleźć w atlasie „Motyle Polski” Jerzego Heintze, ale było tam opracowanych zaledwie kilka gatunków motyli dziennych. Lukę na pewien czas zapełnił wydany w 1993 roku pierwszy tom „Atlasu Motyli Polski” autorstwa Jarosława Buszki i Janusza Masłowskiego. Jednak książka ta pomimo wysokiego poziomu merytorycznego oraz prezentacji kompletnej listy krajowych motyli była słabsza pod względem technicznym. Jakość zdjęć na tablicach pozostawiała wiele do życzenia a nakład tej książki dawno już się wyczerpał. Informacje o motylach można też oczywiście znaleźć w wielu kolorowych przewodnikach prezentujących ogół różnorodności owadów. Są to jednak tylko wybrane gatunki i żadna z licznych tego typu pozycji nie prezentuje nawet połowy krajowych motyli.

Ostatni okres był jednak dla osób zainteresowanych tymi niezwykłymi zwierzętami bardzo dobry.

Ukazały się trzy doskonałe przewodniki terenowe do oznaczania motyli dziennych.

Pierwszym jest atlas autorstwa Jarosława Buszki i Janusza Masłowskiego „Motyle Polski”. Jarosław Buszko od lat zajmuje się zoogeografia i taksonomią krajowych motyli i już samo jego nazwisko stanowi doskonałą rekomendację. Wbrew pozorom nie jest to nowe wydanie atlasu z roku 1993. Pod każdym wzglę-



dem jest to zupełnie inna i nowa publikacja. Począwszy od strony technicznej. Wydana jest w twardej i odpornej na niszczenie oprawie. Jakość zdjęć na tablicach jest doskonała. Na 42 tablicach przedstawione są zdjęcia spreparowanych motyli. Dla każdego gatunku pokazany jest spód i wierzch skrzydeł a także różnice pomiędzy płciami. Ponadto dla niektórych gatunków zaprezentowana jest zmienność i zilustrowane są częściej spotykane formy. Tam gdzie jest to konieczne w tekście umieszczone są dodatkowo rysunki ważniejszych cech lub aparatów kopulacyjnych.

Książka rozpoczyna się od krótkiego wstępu prezentującego najważniejsze informacje o różnorodności. Następnie na kilku stronach opisana jest morfologia motyli dziennych dla wszystkich stadiów od jaja do postaci dorosłej. Opisana jest również krótko bionomia i ekologia motyli. Podane są praktyczne wskazówki związane z ich obserwacją w terenie, a także informacje o ochronie i prowadzonych w Polsce programach monitoringu.

Główną część atlasu stanowią charakterystyki wszystkich występujących w Polsce motyli łącznie z tymi, które już u nas wymarły oraz gatunkami migrującymi, lub takimi które na terenie naszego kraju pojawiały się zaledwie kilkakrotnie. Najpierw zaprezentowany jest spis systematyczny z podziałem na rodziny i podrodziny a następnie po kolei opisywane są poszczególne gatunki. Dla każdego opracowano wyczerpujące opisy dotyczące wyglądu zewnętrznego, stadiów rozwojowych, bionomii i środowiska wy-

stępowania oraz dane dotyczące rozmieszczenia geograficznego oraz zagrożeń i ochrony. Opisy uwzględniają między innymi dane o roślinach pokarmowych gąsienic, zimowaniu i ewentualnych migracjach, a także rzadko spotykane w tego typu atlasach informacje o kwiatach do jakich przylatują poszczególne gatunki. Opis uzupełnia mapa rozmieszczenia gatunku w Polsce, która jest bardzo dobrze przygotowana. Uwzględnia występowanie przed rokiem 1985, a także najnowsze dane z okresu 1986-2007 oraz w przypadku niektórych gatunków również stanowiska powstałe w wyniku reintrodukcji. Informacje o występowaniu oparte są o dane zbierane przez ostatnie 23 lata w ramach koordynowanego przez profesora Buszkę programu „Atlas rozmieszczenia motyli dziennych w Polsce”. Dzięki temu dane o stanowiskach i zasięgu a także zagrożeniach dla krajowych populacji są bardzo dokładne i aktualne.

Książkę uzupełnia spis wybranych pozycji książkowych dotyczących biologii, rozpoznawania i rozmieszczenia motyli dziennych.

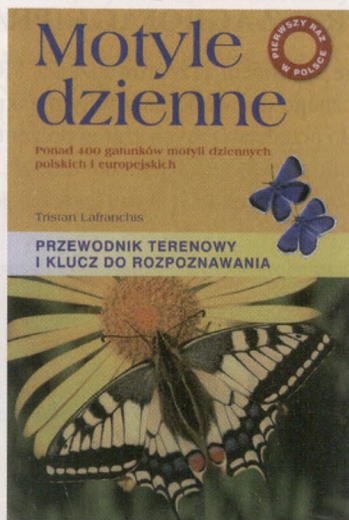
Polscy czytelnicy doczekali się również tłumaczenia pięknego atlasu *Butterflies of Britain and Europe*, który został u nas wydany jako *Motyle Polski i Europy*. Autorem tekstu jest brytyjski entomolog Tom Tolman. Na szczególną uwagę zasługują jednak doskonałe tablice autorstwa słynnego rysownika, Richarda Lewingtona mającego już na swoim koncie ilustracje do wielu przewodników terenowych. Pomimo tego, że jest to tłumaczenie poprzedniego wydania brytyjskiego (nowe ukazało się w Wielkiej Brytanii w 2008 r.) to jednak polski czytelnik traci głównie poprawki techniczne i nie powinien odczuwać tego faktu jako straty. Należy też podkreślić, że jest to prawdopodobnie najlepszy tego typu atlas, jaki powstał w Europie.

Książka ta prezentuje wszystkie europejskie gatunki motyli dziennych. Rozpoczyna się od krótkiego wstępu dotyczącego wyglądu motyli. Zaprezentowany jest też układ tekstu przyjęty dla charakterystyki poszczególnych gatunków.

Dla każdego gatunku został dokładnie opisany i zilustrowany na mapie jego zasięg w Europie. Wygląd charakterystycznych i łatwych do rozpoznania gatunków nie jest dokładnie omawiany. Natomiast w przypadku gatunków, które można pomylić z innymi lub takich, które odznaczają się dużą zmiennością opisy wyglądu są poszerzone. Podane są też informacje o rozwoju, roślinach pokarmowych, środowisku i okresie występowania uwzględniające różnice między północą, a południem kontynentu, a niekiedy także dane o charakterystycznym zachowaniu. Na 104 tablicach zaprezentowanych jest ponad 2000 doskonałych ilustracji. Pokazane są różnice między płciami,

częściej występujące formy, a także spód skrzydeł.

Książkę uzupełnia słowniczek ważniejszych terminów, oraz ciekawa i zróżnicowana bibliografia uwzględniająca wiele, głównie obcojęzycznych książek dotyczących rozmieszczenia, identyfikacji i biologii europejskich motyli oraz indeks polskich i łacińskich nazw.



Tablice podobnie jak w oryginalnym wydaniu są zaprezentowane na dobrej jakości papierze kredowym. Największą wadą polskiej wersji tego pod względem merytorycznym przewodnika jest jednak strona techniczna. W zasadzie nie jest to przewodnik terenowy. Wydany jest w miękkiej i łatwej do uszkodzenia okładce, a sposób klejenia grzbietu sprawia, że przy bardziej intensywnym użytkowaniu bardzo łatwo może on ulec zniszczeniu. Praktycznie niemożliwe jest również otworzenie przewodnika na konkretnej stronie bez konieczności przytrzymania kartek i książka sama się zamyka. Biorąc pod uwagę wysoką cenę i jednocześnie przy założeniu, że jest to przewodnik terenowy jest to duży mankament. Pomimo tego jest to nadal pozycja bardzo warta polecenia. Jednak osobom dobrze znającym język angielski proponuję zakup oryginalnej wersji.

Ciekawą pozycją jest terenowy przewodnik „Motyle dzienne” Tristana Lafranchisa. Autor jest entomologiem, a obecnie pracuje jako przewodnik przyrodniczy w Grecji. Podobnie jak poprzednia pozycja książka ta prezentuje wszystkie europejskie gatunki motyli dziennych. Różni się jednak wyraźnie od pozostałych dwóch pozycji. Nie jest to tradycyjny atlas tylko klucz do oznaczania uzupełniony fotografiami wykonanymi w środowisku naturalnym. Tylko sporadycznie jako uzupełnienie obecne są kolorowe rysunki. Układ klucza, ilustracji, a także dobór cech jest tak przygotowany, aby motyle oznaczać przyżyciowo w terenie. Jest on też bardzo przydatny do oznaczania z fotografii. Tam gdzie tylko jest to możliwe opiera się na prostych cechach takich jak ubarwienie i kształt

skrzydeł. Klucze uwzględniają też wygląd spodu i wierzchu skrzydeł, zmienność niektórych gatunków, a także dymorfizm płciowy. Dla każdego gatunku zaprezentowano również mapy rozmieszczenia w Europie. Układ klucza jest przejrzysty i przyjazny dla użytkownika. Obecne są też rady jak w terenie oznaczać motyle na podstawie aparatów kopulacyjnych nie uszkadzając ich.

Pierwszym elementem książki jest klucz do rodzin motyli dziennych. Następnie dla każdej rodziny skonstruowany jest szczegółowy klucz do gatunków. Rozpoczyna się on od krótkiego opisu rodziny. Dla każdego motyla podane są dane o jego rozmieszczeniu, siedlisku i okresie występowania. Książka ta jest nastawiona przede wszystkim na rozpoznawanie gatunków i tylko w niewielkim stopniu prezentuje dane dotyczące biologii i cyklów życiowych. Nie podawane są dane o wyglądzie gąsienic, miejscu przepoczwarczenia czy sposobie zimowania. Na końcu książki znajduje się spis wszystkich gatunków wraz z informacją o ich roślinach pokarmowych oraz zestaw rysunków aparatów kopulacyjnych kilku wybranych motyli.

Pozycję uzupełnia słowniczek trudniejszych terminów, krótka bibliografia najważniejszych książek o motylach zarówno w języku polskim jak i obcojęzycznych oraz spis stron internetowych o motylach, a także skorowidz polskich i łacińskich nazw, dzięki któremu łatwo można odnaleźć wybrany gatunek. Ilustracje prezentujące ogólną budowę motyla, w tym użytkowanie i schemat rysunku barwnego skrzydeł umieszczone są na wewnętrznej stronie okładki. Atlas wydany jest na dobrej jakości papierze kredowym. Okładka jest wprawdzie miękka, ale zaopatrzona w odporną na zabrudzenia i wodę foliową obwolutę. Z pewnością jego użytkowanie w warunkach terenowych nie spowoduje szybkiego zniszczenia.

Wszystkie trzy wymienione przewodniki są bardzo dobrze opracowane. Każdy z nich jest jednak trochę inaczej skonstruowany i zawiera różny zakres treści. Pierwszy skierowany jest głównie do osób zainteresowanych krajową fauną. Pozostałe dwa opisują całą faunę europejską i na pewno będą przydatne przy wyjazdach, zwłaszcza tych na południe Europy gdzie można spotkać szczególnie dużo gatunków nieobecnych w naszym kraju.

Osobom zainteresowanym nie tylko rozpoznawaniem, ale i biologią należy polecić przede wszystkim pierwsze dwa atlasy. Z kolei ostatnia pozycja doskonale sprawdza się przy rozpoznawaniu w terenie i może być przydatna dla osób fotografujących motyle. Należy też pamiętać, że atlas „Motyle Polski i Europy” nie jest do końca przystosowany do użytkowania w warun-

kach terenowych. Każdy powinien sam zdecydować jaki zestaw informacji i sposób oznaczania jest w jego sytuacji najlepszy i najbardziej potrzebny. Opisywane książki prezentują wysoki poziom merytorycznym

i właściwie najlepiej jest zaopatrzyć się we wszystkie trzy pozycje.

Krzysztof Pabis (Łódź)

WARSZTATY EUROPEJSKIEJ I ŚRÓDZIEMNOMORSKIEJ ORGANIZACJI OCHRONY ROŚLIN (EPPO) NT. ANALIZY ZAGROŻENIA PRZEZ AGROFAGA (PRA)

Szereg gatunków organizmów szkodliwych dla roślin uprawnych może rozprzestrzeniać się na obszary, gdzie uprzednio nie były one notowane, w sposób naturalny oraz wraz z roślinami, produktami roślinnymi i przedmiotami znajdującymi się w obrocie międzynarodowym. W związku z tym szczególnego znaczenia nabiera ustalenie, czy określony gatunek agrofaga może przeniknąć na dany obszar, zadomowić się tam, rozprzestrzenić się i spowodować straty gospodarcze. Odpowiedź na te pytania daje Analiza Zagrożenia przez Agrofaga (*Pest Risk Analysis*), którą należy rozumieć jako proces analizy danych naukowych i ekonomicznych pozwalających na określenie, czy dany agrofag powinien podlegać przepisom (tj. zostać uznany za agrofaga kwarantannowego lub niekwarantannowego podlegającego przepisom) i czy konieczne jest podjęcie przeciwko niemu środków fitosanitarnych. Na Analizę Zagrożenia przez Agrofaga składa się Ocena Zagrożenia przez Agrofaga (*Pest Risk Assessment*) oraz Zarządzanie Zagrożeniem Stwarzanym przez Agrofaga (*Pest Risk Management*). Analiza PRA dotyczy agrofagów wywołujących bezpośrednie szkody oraz agrofagów szkodliwie oddziałujących na rośliny w sposób pośredni, np. poprzez niszczenie owadów zapylających.

Europejska i Śródziemnomorska Organizacja Ochrony Roślin (EPPO) jest jedną z kilku Regionalnych Organizacji Ochrony Roślin. Koordynuje ona zagadnienia z zakresu ochrony roślin w Europie oraz państwach basenu Morza Śródziemnego. Organizacja ta rozpoczęła przygotowywanie wytycznych na temat sposobu przeprowadzania PRA na początku lat 90-tych XX w. W chwili obecnej na stronie internetowej tej organizacji (www.eppo.org) można znaleźć szczegółowe dane na temat sporządzania PRA oraz informacji, które należy zebrać w tym celu (*EPPO decision suport scheme on quarantine pests*). Od 2005 roku EPPO przygotowuje komputerowy schemat wspierania decyzji podczas dokonywania analizy PRA. W chwili obecnej program ten jest uaktualniany, a jego pilotowa wersja nosi oznakowanie CAPRA. Program ten pozwala na przeprowadzenie, krok po kroku, pełnej Analizy Zagrożenia przez Agrofaga zgodnie ze schematem przyjętym przez EPPO.

Od 1997 r. odbywają się posiedzenia Panelu EPPO nt. PRA. W dniach 11-14 listopada 2008 roku w miejscowości Limassol (Cypr) organizacja ta po raz pierwszy zorganizowała Warsztaty nt. Analizy Zagrożenia przez Agrofaga, w których uczestniczyło ponad 70 osób – przedstawicieli państw członkowskich EPPO, Sekretariatu EPPO, Komisji Europejskiej i Europejskiego Urzędu ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA). Specjalnym gościem warsztatów był ekspert zajmujący się oceną i porównaniem różnych schematów PRA ze statystycznego punktu widzenia, pan Murthy Mittinty z Australii.

Podstawowym celem warsztatów było zapoznanie

uczestników ze sposobem przeprowadzenia PRA oraz uzyskania praktycznego doświadczenia w tym zakresie. W czasie zajęć zostało przedstawionych szereg prezentacji na temat przedmiotowych zagadnień, a ponadto odbyła się praca w grupach liczących po kilkanaście osób, na zasadzie ćwiczeń praktycznych.



Ryc. 1. Na sali obrad. Fot. W. Karnkowski.

Prezentacje

W ramach prezentacji przedstawiono między innymi informacje na temat roli Europejskiego Urzędu ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA) w zakresie prawidłowego przeprowadzania PRA w Państwach Członkowskich UE, scharakteryzowano projekt Unii Europejskiej „PRATIQUE” oraz omówiono systemy przeprowadzania PRA w Holandii, Izraelu i Wielkiej Brytanii.

Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności został powołany przez Komisję Europejską w 2002 roku jako niezależny organ podejmujący działania w celu zapewnienia bezpieczeństwa żywności w państwach członkowskich Unii Europejskiej. Ocena zagrożenia, które agrofagi stwarzają dla produkcji roślinnej i bioróżnorodności, w celu wspomagania procesu podejmowania decyzji przez Komisję Europejską należy do zadań Panelu EFSA ds. Zdrowia Roślin, powstałego w czerwcu 2006 roku. Składa się on z 21 stałych członków z 14 państw członkowskich. Gwarantuje dokonywanie szeroko pojętej ekspertyzy w zakresie różnych zagadnień związanych ze zdrowiem roślin, wśród których na pierwszy plan wysuwa się identyfikacja zagrożeń, które agrofagi stwarzają dla roślin uprawnych.

Z uwagi duże znaczenie prawidłowego przeprowadzania PRA, w roku 2006 powstał projekt Unii Europejskiej noszący nazwę PRATIQUE – Udoskonalanie Technik Analizy Zagrożenia przez Agrofaga. W ramach tego projektu ma miejsce opracowanie zbioru danych niezbędnych do przygotowania PRA dotyczących całej Unii Europejskiej, prowadzenie multidyscyplinarnych badań w celu udoskonalania technik PRA oraz rozwijanie systemu wspierania decyzji podczas przygotowywania PRA. Ostatecznym celem podejmo-

wanych działań będzie przygotowanie pierwszej inwentaryzacji baz danych zawierających informacje niezbędne do przeprowadzenia PRA oraz opracowanie nowego, rozwiniętego systemu dokonywania oceny zagrożenia stwarzanego przez poszczególne agrofagi, pozwalającego na harmonizację działań w tym zakresie podejmowanych przez Państwa Członkowskie. W projekcie tym uczestniczy 15 instytucji z Państw Członkowskich UE oraz Australii i Nowej Zelandii., a jego punkt koordynacyjny mieści się w Centralnym Laboratorium Naukowym (*Central Science Laboratory*) w Yorku, Wielka Brytania.



Ryc. 2. Podczas wizyty technicznej w szkółce „Magistrato Garden”. Fot. W. Karnkowski.

W poszczególnych państwach istnieją zróżnicowane systemy PRA, a analiza inicjowana jest przez konkretnego agrofaga lub drogę jego przenikania. Przykładowo, w Holandii konieczność przeprowadzania Analizy Zagrożenia przez Agrofaga wynika przede wszystkim z licznych przypadków przechwytywania organizmów szkodliwych w importowanych przesyłkach materiału roślinnego. Początkowym etapem przeprowadzenia PRA jest tzw. szybka ocena (*quick scan*), która pozwala na stwierdzenie w krótkim czasie, czy dany organizm może stwarzać zagrożenie dla holenderskiej produkcji roślinnej. Pozytywny wynik wstępnej oceny daje podstawy do przeprowadzenia pełnej analizy PRA.

W strukturach Krajowej Organizacji Ochrony Roślin (NPPO) Izraela działa wydział ds. PRA. Wydział ten zajmuje się wykonywaniem PRA przede wszystkim w związku z przechwyceniem organizmów szkodliwych w importowanym materiale roślinnym, gdyż punktem inicjującym przeprowadzenie PRA jest droga przenikania, a nie konkretny organizm szkodliwy. Natomiast w Wielkiej Brytanii przeprowadzana

jest najpierw „krótka ocena PRA” (udzielenie odpowiedzi na 16 pytań), a gdy wskaże ona na możliwe zagrożenie ze strony danego agrofaga – „pełna ocena PRA” (udzielenie odpowiedzi na 57 pytań).

Ćwiczenia praktyczne

Ćwiczenia odbywały się w pięciu grupach liczących po kilkanaście osób. Poszczególne grupy wykonywały, z wykorzystaniem programu CAPRA, PRA (pełna ocena) dla jednego z następujących organizmów szkodliwych:

- *Metamasius hemipterus* (chrząszcz z rodziny ryjkowcowatych);
- *Bactrocera zonata* (muchówka z rodziny nasionnicowatych);
- *Solanum elaeagnifolium* (roślina inwazyjna z rodziny psiankowatych);
- *Xanthomonas axonopodis* pv. *allii* (bakteria);
- *Tetranychus evansi* (roztocz z rodziny przedziorkowatych).

Z uwagi na ograniczenia czasowe przeprowadzono PRA tylko w odniesieniu do jednej drogi przenikania poszczególnych agrofagów.

Wyniki dokonanej analizy PRA zostały zaprezentowane przez przedstawicieli poszczególnych grup. Jednocześnie uczestnicy warsztatów zgłosili liczne uwagi na temat sformułowania szeregu pytań dotyczących poszczególnych etapów oceny. Uwagi te zostaną uwzględnione przez Panel EPPO ds. PRA podczas rewizji istniejącego schematu.

Podsumowanie

Sposób organizacji szkoleń oraz ich tematykę należy ocenić bardzo wysoko. Wprowadzenie zajęć praktycznych było trafnym posunięciem, pozwalającym na branie udziału uczestników w przeprowadzaniu PRA. Z uwagi na szeroką dyskusję nad poszczególnymi punktami ocen należy uznać, że ramy czasowe przeznaczone na ćwiczenia były zbyt krótkie. W praktyce analiza PRA dotyczy kilku dróg przenikania agrofaga, czego nie można było dokonać z uwagi na ograniczony czas warsztatów.

Janina Butrymowicz & Witold Karnkowski (Toruń),
Ewa Półtorak (Warszawa)

CZY WILGOTNOŚĆ I TEMPERATURA POWIETRZA WPŁYWAJĄ NA INTENSYWNOŚĆ ŚPIEWU SAMCÓW SŁOWIKA RDZAWEGO *LUSCINIA MEGARHYNCHOS* W CZASIE OKRESU LĘGOWEGO?

Katarzyna Niedziela (Kraków)

Streszczenie

Niniejsza praca przedstawia wyniki badań nad wpływem temperatury oraz wilgotności powietrza na intensywność śpiewu samców słowika rdzawego (*Luscinia megarhynchos*). Badania przeprowadzone zostały na terenie miasta Gostyń (południowa Wielkopolska) w sezonie lęgowym w 2007 roku.

Badania polegały na zlokalizowaniu pięciu teryto-

riów lęgowych oraz odsłuchiwaniu śpiewu słowika rdzawego w różnych warunkach termicznych oraz wilgotnościowych. Jednostkę obserwacji stanowił półminutowy odcinek. Dla każdej z nich zaznaczano śpiew lub jego brak z jednocześnie notowaniem temperatury oraz wilgotności powietrza.

Po przeprowadzeniu, łącznie 30 godzin badań stwierdzono, że temperatura i wilgotność powietrza mają wpływ na intensywność śpiewu słowika rdzawego, który nasila się wraz ze wzrostem wilgotności oraz spadkiem temperatury.

Zauważono spadek intensywności śpiewu wraz z upływem sezonu lęgowego. Samce słowików śpiewały głównie o świcie i wieczorem.

Wstęp

Słowik rdzawy (*Luscinia megarhynchos*) to średnio liczny ptak lęgowy, występujący głównie w południowej i południowo-zachodniej Polsce [2]. Gnieździ się na obrzeżach lasów, w młodnikach, zadrzewieniach i zakrzewieniach śródpolnych, zarówno na terenach suchych, jak i wilgotnych. Zasiadł również na stałe śródmiejskie parki oraz inne miejskie „wyspy zieleni” [2].

Gatunek ten występuje na terenie Wielkopolski sympatrycznie ze słowikiem szarym (*Luscinia luscinia*) [2]. Chociaż słowik szary jest większy, a oba gatunki różnią się wymaganiami mikrośrodowiskowymi, w wielu miejscach zasięgu ich nisze ekologiczne pokrywają się [3]. Granica zasięgu występowania słowika rdzawego uległa w ciągu ostatnich lat przesunięciu w kierunku południowym [2] prawdopodobnie w związku ze zmianami klimatycznymi. Warunki klimatyczne wpływają nie tylko na zasięgi, ale i na śpiew ptaków [9]. Celem niniejszej pracy jest zbadanie wpływu warunków atmosferycznych na śpiew samców słowika rdzawego w warunkach miejskich. Postanowiłam zweryfikować następujące hipotezy:

- intensywność śpiewu samców słowika rdzawego zależy od wilgotności oraz temperatury powietrza atmosferycznego;
- intensywność śpiewu samców słowika rdzawego zależy od pory dnia i pory sezonu lęgowego.

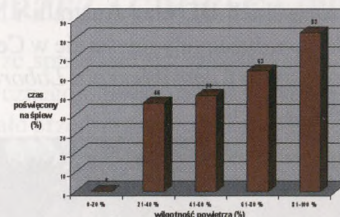
Materiał i metody

Badania prowadzone były na terenie miasta Gostyni (południowo-zachodnia Wielkopolska) w roku 2007. Miasto liczy sobie około 21 tysięcy mieszkańców i ma powierzchnię ok. 11 km² (Urząd Miasta Gostyni). Odznacza się dużą ilością różnych terenów zieleni. Gostyni położony jest nad Kanią, lewym dopływem Obry, na pograniczu Wysoczyzny Leszczyńskiej i Kaliskiej. Region ten jest najcieplejszą częścią Wielkopolski. Średnia temperatura w maju i czerwcu to 14,9°C [6]. Obszar ten stanowi miejsce sympatrycznego występowania słowika szarego i rdzawego [2]. Śpiewy tych dwóch gatunków są do siebie dość podobne [3], jednak istnieje możliwość ich rozróżnienia. Przed rozpoczęciem badań i w ich trakcie zwracałam szczególną uwagę na ich rozróżnianie.

Przylot wielu gatunków ptaków z zimowisk jest mocno uzależniony od warunków atmosferycznych, co sugerować może duży wpływ tych czynników na przebieg ich lęgów [11]. W Polsce najwcześniejsze pojawy słowika rdzawego notowano 13 kwietnia, najpóźniej – 7 maja, jednak przeważnie pierwsze osobniki tego gatunku pojawiają się średnio 26-27 kwietnia [2]. Samice pojawiają się na ogół około 5-7 dni po samcach.

W ostatniej dekadzie kwietnia monitorowano te miejsca w Gostyniu, które stanowiły potencjalne terytoria lęgowe słowika rdzawego w celu ustalenia daty jego przylotu.

Po stwierdzeniu pierwszych śpiewających samców (29 kwietnia), kolejnym etapem badań był wybór pięciu terytoriów lęgowych (A, B, C, D i E). Terytoria A i B znajdowały się w niewielkim parku śródmiejskim, tuż przy miejscach o znacznym natężeniu ruchu pojazdów, blisko siedzib ludzkich. Drzewostan tych parków tworzyły głównie kasztanowce (*Aesculus hippocastanum*) oraz klony (*Acer platanoides*). Terytoria C i D zlokalizowane były nieopodal gospodarstwa rolnego, przy starym sadzie owocowym na obrzeżach miasta, w dużej odległości od źródeł hałasu. W terytorium C przeważały topole czarne (*Populus nigra*), w terytorium D – drzewa owocowe, gdyż obejmowało ono opuszczony sad. Terytorium E znajdowało się przy polu uprawnym, wśród zarośli, blisko mało uczęszczanej drogi. Poza terytorium E wszystkie terytoria sąsiadowały z niewielkimi ciekami wodnymi.



Wykres 1. Wpływ wilgotności powietrza na aktywność śpiewu samców słowika rdzawego

W terytorium C przeważały topole czarne (*Populus nigra*), w terytorium D – drzewa owocowe, gdyż obejmowało ono opuszczony sad. Terytorium E znajdowało się przy polu uprawnym, wśród zarośli, blisko mało uczęszczanej drogi. Poza terytorium E wszystkie terytoria sąsiadowały z niewielkimi ciekami wodnymi.

We wszystkich terytoriach w okresie od 2 maja do 14 czerwca 2007 r. przeprowadzono łącznie 30 h obserwacji. Polegały one na odsłuchiwaniu śpiewu słowika rdzawego w różnych warunkach temperatury oraz wilgotności powietrza z jednoczesnym notowaniem tych dwóch parametrów.

Badania przeprowadzałam w trzech porach dnia: rano (pomiędzy 5:00 a 8:00), w południe (11:00-14:00) oraz wieczorem (18:00-21:00). Czas poszczególnych sesji obserwacyjnych wynosił 1/2, 3/4 lub 1 h. Stosując metodę Amrhein'a i współautorów [1], każdą sesję obserwacyjną podzielono na półminutowe jednostki. Dla każdej z nich notowano: obecność śpiewu lub jego brak, wartości temperatury powietrza oraz jego wilgotności względnej. Podczas badań korzystano ze stopera NOKIA 6020, oraz higrometru i termometru „Thermohygro OREGON-SCIENTIFIC”. Nagrań dźwiękowych dokonywano za pomocą aparatu fotograficznego Canon Powershot S1 IS.

Wyniki

Procent czasu poświęconego przez samce słowika rdzawego na śpiew wzrastał wraz ze wzrostem wilgotności względnej powietrza atmosferycznego (wykres 1).

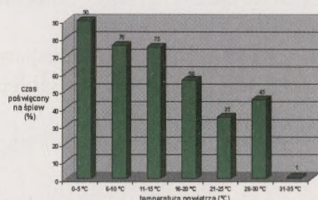
Procent czasu poświęconego przez samce słowika rdzawego na śpiew zmniejszał się wraz ze wzrostem temperatury powietrza atmosferycznego (wykres 2). Największa aktywność śpiewu słowika rdzawego przypadała na godziny poranne, a najmniejsza na południowe (wykres 3).

Największa aktywność śpiewu słowika rdzawego przypadała na początek sezonu lęgowego i stopniowo zmniejszała się wraz z jego upływem (wykres 4).

Dyskusja

Przeprowadzone badania wykazały, że wilgotność i temperatura powietrza mają duży wpływ na intensywność śpiewu samców słowika rdzawego w warunkach miejskich. Intensywność ta zmienia się również w zależności od pory dnia oraz sezonu lęgowego.

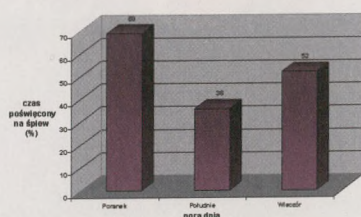
Fakt, że intensywność śpiewu zwiększała się wraz ze wzrostem wilgotności i spadkiem temperatury może znaleźć wytłumaczenie w zasadach bioakustyki. Im większa wilgotność i niższa temperatura powietrza, tym mniejsza degradacja sygnału dźwiękowego [4]. Najlepsze warunki emisji dźwięku występują zatem o świcie lub rano, najgorsze zaś około godz. 12.00-14.00 [4]. Dzięki śpiewowi w warunkach niskiej temperatury i wysokiej wilgotności samce, przynajmniej w okresie kojarzenia się w pary, mogą zwiększać zasięg swego głosu, a tym



Wykres 2. Wpływ temperatury powietrza na aktywność śpiewu samców słowika rdzawego

samym prawdopodobieństwo znalezienia samicy. Z drugiej jednak strony, prędkość fali dźwiękowej w powietrzu wzrasta wraz z temperaturą [4]. Śpiewając w wysokiej temperaturze, słowiki ponosiłyby więc mniejsze koszty energetyczne śpiewu [10]. Na podstawie analizy uzyskanych wyników można wnioskować, że wyższy wydatek energetyczny na śpiew w niskiej temperaturze rekompensowany jest mniejszą degradacją dźwięku w warunkach wyższej wilgotności. Ponadto, śpiewając w warunkach wyższej wilgotności, słowiki nie obciążają tak mocno aparatu głosu, co przypuszczalnie miałyby miejsce w warunkach niskiej wilgotności.

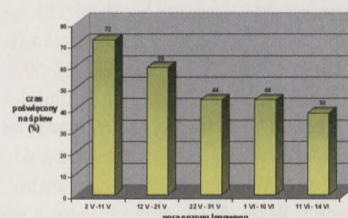
Moje badania wykazały, że aktywność śpiewu samców słowika rdzawego zmieniała się w różnych etapach sezonu lęgowego. Zmiany intensywności śpiewu w zależności od stanu lęgu u ptaków związane są z wieloma czynnikami, m.in. ilością wydzielanych hormonów, wyznaczaniem terytorium [11], obecnością lub absencją



Wykres 3. Wpływ pory dnia na aktywność śpiewu samców słowika rdzawego

i płodnością samicy, porą dnia [1]. W początkowych stadiach lęgu zdarza się, że ptaki śpiewają nawet cały dzień [11]. Może to być spowodowane zanikiem aktywności wokalne na czas jesienno-zimowy oraz próbą „nadro-

bienia straconego czasu”. Zmienny jest także charakter zwrotek [5], co również zauważyłam podczas swoich obserwacji. Na przykład w okresie przylotu samic daje się zauważyć wzmożoną aktywność samców, które wydają odgłosy wabiące samice oraz odstraszające konkurentów [3], zaś po pojawieniu się samic taka aktywność spada [1]. Największą intensywność śpiewu stwierdziłam u samców słowika rdzawego w początkowym okresie sezonu lęgowego. Później notowałam jej systematyczny spadek. Należy zwrócić uwagę na fakt, że podawany w literaturze



Wykres 4. Wpływ pory sezonu lęgowego na aktywność śpiewu samców słowika rdzawego

szczyt aktywności wokalne słowika rdzawego przypada na około połowę maja - w tym czasie składane są jaja [1], po czym stopniowo maleje [3]. Dane innych autorów są więc zgodne z uzyskanymi przeze mnie wynikami, zwłaszcza, jeśli uwzględnić różnice w terminach przylotu badanych populacji. Różnice te mogą wynikać także z faktu, że obserwacje mogły być prowadzone na samotnych samcach. Aktywność śpiewu samotnych samców osiąga najwyższy poziom około 10 dni po samcach sparowanych, podczas wylęgania piskląt z sąsiednich gniazd [1]. Można zatem spekulować, że na podstawie obserwacji sąsiednich samców, samotne osobniki z pewnym opóźnieniem naśladują zachowanie słowików sparowanych. Samce sparowane śpiewają najintensywniej podczas składania jaj, jednak ich śpiew nie zmienia się jednostajnie. Ze względu na to, że jedynym badanym przez mnie elementem był śpiew bez lokalizacji gniazd oraz notowania obecności samic, nie można tego wykluczyć również w przypadku moich badań.



Ryc. 1. Słowik rdzawy (*Luscinia megarhynchos*), wg www.nuzban.scholaris.pl; autor: Adam Nuzban.

Zaobserwowałam, że aktywność śpiewu samców uzależniona jest od pory dnia. Badania wykazały, że samce słowika rdzawego, podobnie jak większość ptaków, najintensywniej śpiewają wczesnym rankiem [11]. Moje wyniki badań są zgodne z dostępną literaturą [1]. Podejrzewa się, że poranny śpiew służy przede wszystkim zwabieniu i pobudzaniu samicy oraz ochronie wyznaczonego terytorium [1]. Aktywność ta wzrasta u nie-

których gatunków także wieczorem [11]. Zmiany intensywności śpiewu są niewątpliwie związane ze zmieniającymi się dobowo warunkami atmosferycznymi – temperaturą i wilgotnością powietrza [4].

Należy pamiętać, że śpiew samców ptaków jest ściśle związany z doбором płciowym oraz przekazywaniem genów, dlatego też pełni kluczową funkcję w ży-

ciu każdego samca. Podlega więc silnemu działaniu doboru naturalnego i płciowego. Dla samic może on stanowić ważną informację na temat reprodukcyjnej jakości samca [7]. Wyniki moich badań wskazują, że w efekcie nacisków selekcyjnych samce słowika rdzawego wykształciły szereg specyficznych zachowań związanych ze swoim śpiewem tak, by zwiększać swoje szanse reprodukcyjne.

Bibliografia

1. Amrhein V., Kunc H.P., Naguib M. 2004. Seasonal patterns of singing activity vary with time of day in the nightingale (*Luscinia megarhynchos*). *Auk*, 121: 110-117.
2. Bednorz J., Kupczyk M., Kuźniak S., Winiecki A. 2000. Ptaki Wielkopolski. Monografia faunistyczna. Wyd. Nauk., Poznań.
3. Bogucki Z. 1989. Współwystępowanie słowika rdzawego (*Luscinia megarhynchos*) i słowika szarego (*Luscinia luscinia*) w Poznaniu. *Bad. Fizj. Pol. Zach.*, Ser. C, Zoologia, 38: 47-60.
4. Bradbury, J. W., Vehrencamp S.L. 1998. Principles of animal communication. Sinauer., Sunderland.
5. Kunc H.P., Amrhein V., Naguib M. 2007. Vocal interactions in common nightingales (*Luscinia megarhynchos*): males take it easy after pairing. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 61, 4: 557-563.
6. Łęcki W. (red.) 2004. Wielkopolska. Nasza kraina. Rzecz o współczesności i przyrodzie. Wyd. Kurpisz, Poznań.
7. Nowicki S., Searcy W. A. 2004. Song Function and the evolution of female preferences: Why birds sing, why brains matter. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1016, 1: 704-723.
8. Tomiałojć L., Stawarczyk T. 2003. Awifauna Polski. Rozmieszczenie, liczebność, zmiany. PTPP „Pro Natura”, Wrocław.
9. Walther G.R., Post E., Convey P., Menzel A., Parmesan C., Beebee T.J. C., Fromentin J.M., Hoegh-Guldberg O., Bairlein F. 2002. Ecological responses to recent climate change. *Nature*, 416: 389-395.
10. Ward S., Slater P.J.B. 2005. Raised thermoregulatory costs at exposed song posts increase the energetic cost of singing for willow warblers *Phylloscopus trochilus*. *Journal of Avian Biology*, 6, 4: 280-286.
11. Welty J., Baptista L. 1988. The life of birds. Saunders College Publishing, New York.

W trakcie przygotowywania pracy Katarzyna Niedziela była uczennicą Liceum Ogólnokształcącego im. Ziemi Gostyńskiej w Gostyniu w Wielkopolsce. Jej opiekunem naukowym była mgr Ewa Wasielewska. Obecnie jest studentką II roku Wydziału Lekarskiego Collegium Medicum UJ w Krakowie. W wolnym czasie czyta książki Małgorzaty Musierowicz i rozwija swoją pasję, którą są żółwie. E-mail: niedziela.niedziela@gmail.com

reklama



Liczy się
każdy szczegół...

Stabil drukarnia

www.stabildruk.pl
biuro1@stabildruk.pl
stabildruk@poczta.onet.pl
tel./fax 012 410 28 20/21

ul. Nabelaka 16
30-410 Kraków

- Drukarnia książek, magazynów, czasopism, folderów – nowoczesna maszyna Shinohara 75
- Rozbudowana linia do produkcji i oprawy introligatorskiej





woc chlebowca różnolistnego, zwanego drzewem bochenkowym (*Artocarpus heterophyllus*). Borneo, Indonezja

fot. Aleksandra Jabłońska

Cena 9,00 zł (VAT 0%)

Indeks 381586



 woc zbiorowy lotosu orzechodajnego (*Nelumbo nucifera*). Jawa, Indonezja.

fot. Aleksandra Jabłońska

ISSN 0043-9592



9 770043 959009 >