

WSZECHŚWIAT

PISMO PRZYRODNICZE

Tom 111 Nr 10–12

Październik – Listopad – Grudzień 2010

*Motyle
minujące
Krakowa*

*Rekultywacja
Solvaya*

*Chemizm
toksyczności
glinu*

*Kaspazy –
egzekutorzy
śmierci*

*Katastrofa
w tajdze*

*Był sobie
chwast.....*



ISSN 0043-9592





Polskie Towarzystwo Przyrodników im. Kopernika*

wydawca czasopisma *Wszechświat*

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

ma status organizacji pożytku publicznego

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

JAK TO ZROBIĆ? — oto szczegółowa instrukcja:

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

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

Pieniądze przeleje Urząd Skarbowy w terminie do 3 miesięcy.

Z wyliczonej kwoty potrącone zostaną koszty przelewu.

Podatnik nie może podzielić swojego **1%** między kilka organizacji.

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

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



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

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

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



Polskie Towarzystwo Przyrodników im. Kopernika, Zarząd Główny: 31-118 Kraków, ul. Podwale 1/2

NIP 521-01-22-918 REGON 000810437 NR KRS 0000092796

Tel.: 12 422 29 24 (siedziba), 12 663 26 42 (Prezes), fax 12 634 49 51,

Prezes: prof. dr hab. Elżbieta Pyza (elzbieta.grzegorz.wojtczak@uj.edu.pl)

Sekretarz: mgr Grzegorz Wojtczak (grzegorz.wojtczak@uj.edu.pl)



WSZECHŚWIAT

Z POLSKIMI PRZYRODNIKAMI OD 3 KWIETNIA 1882
Zalecany do bibliotek nauczycielskich i licealnych od r. 1947 (pismo Ministra Oświaty nr IV/Oc-2734/47)

Treść zeszytu 10–12 (2562–2564)

ARTYKUŁY

Konrad M. Kalarus, Wiktor M. Halecki, Najczęściej spotykane motyle minujące Krakowa	251
Roman Karczmarszuk, Od haszyszu do włókien sklerenchymatycznych	256
Roman Karczmarszuk, Dereń, dereniówka oraz świdwa	260
Andrzej Jaguś, Victoria Khak, Elena Kozyreva, Martyna Rzętała, Mariusz Rzętała, Tadeusz Szczypek, Zmiany w środowisku wywołane spiętrzeniem wód rzeki Angary i jeziora Bajkał	265
Mateusz Okrutniak, Rekultywacja Krakowskich Zakładów Sodowych Solvay – sukces czy porażka?	271
Ewelina Kijak, Chemizm toksyczności glinu i jego rola w rozwoju choroby Alzheimera	277
Marta Filipiak, Kaspazy – egzokutorzy śmierci komórki	280

ARTYKUŁY INFORMACYJNE

Marek Żbik, Katastrofa w tajdze	285
---------------------------------------	-----

ARTYKUŁY EKOLOGICZNE

Adam Zajac, Inwazje roślinne	293
------------------------------------	-----

WSZECHŚWIAT PRZED 100 LATY

J. Vetulani, Wszechświat przed 100 laty	298
---	-----

WSPOMNIENIA Z PODRÓŻY

Park Narodowy Aszkal – oaza zieleni w pustynnym kraju (Radomir Jaskuła, Tomasz Rewicz, Jacek Hikisz)	301
Park Narodowy Isalo (Krzysztof R. Mazurski)	306
Wakacje w Pikardii (Maria Rościszewska)	310

OBRAZKI

Był sobie chwast... (Maria Olszowska)	311
Susel moregowany z Zamku Spiskiego (Spišský hrad) na Słowacji (Włodzimierz Wojtaś, Agata Stokłosa-Wojtaś)	315

KRONIKA

Prace uczestników zawodów okręgowych i centralnych XXXIX Olimpiady Biologicznej wytypowane do Konkursu Prac Młodych Naukowców UE	316
---	-----

RECENZJE KSIĄŻEK

Birgitte Husted Bendtsen, Phlox – Phloxe für den Garten (Eugeniusz Kośmicki)	317
Laurence Machiels, Präriegärten faszinierend und stimmungsvoll (Eugeniusz Kośmicki)	319
Martin Haberer, Hans Graf, 500 winterharte Sukkulenten und Kakteen von A-Z (Eugeniusz Kośmicki)	320
Rick Darke, Enzyklopädie der Gräser (Eugeniusz Kośmicki)	322

PRACE OLIMPIJSKIE

Jak myślą dżdżownice (Agnieszka Jasińska)	323
Wpływ temperatury na szybkość, długość i głośność śpiewu miecznika <i>Conocephalus fuscus</i> (Norbert Wąsik)	326
Ocena stopnia zanieczyszczenia zbiornika zaporowego elektrowni „Rybnik” na podstawie analizy organizmów zespołu poroślowego (Alina Motowidło)	328

Fotografia na okładce: Dereń kousa (*Cornus kousa*) ‘Schmetterling’ – owoce. Fot. Hanna Grzeszczak-Nowak.

DO CZYTELNIKÓW

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

Cena zeszytu bieżącego i z dwóch poprzednich lat wynosi 9 zł, zeszytów z lat 2000–2007 – 2 zł, pozostałych – 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 *Wszechświat* powstał dzięki finansowej pomocy:

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



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 Plytycz, Marek Sanak, January Weiner, Bronisław W. Wołoszyn

Komitet redakcyjny
Redaktor Naczelny: Jacek Rajchel
Z-ca Redaktora Naczelnego: Jerzy Vetulani
Sekretarz Redakcji: Andrzej Krawczyk
Członek Redakcji: Witold Paweł Alexandrowicz

Adres Redakcji
Redakcja Pisma Przyrodniczego *Wszechświat*
31-118 Kraków, ul. Podwale 1, tel. 12 422 29 24
e-mail: wszechswiat@agh.edu.pl; jrajchel@geol.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 600 egz.



MIĘDZYNARODOWY DZIEŃ DNA 2011 – KONKURS NA NAJLEPSZY ESEJ
IV Doroczny Europejski Konkurs na Najlepszy Esej
z Dziedziny Genetyki dla uczniów szkół średnich
Termin zgłoszeń: Poniedziałek, 25 kwietnia 2011 (Dzień DNA 2011)

Więcej informacji na stronie internetowej *Wszechświat*



PISMO POLSKIEGO TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW IM. KOPERNIKA

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

TOM 111
ROK 128

PAŹDZIERNIK – LISTOPAD – GRUDZIEŃ 2010

ZESZYT 10–12
2562–2564

NAJCZĘŚCIEJ SPOTYKANE MOTYLE MINUJĄCE KRAKOWA

Konrad M. Kalarus, Wiktor M. Halecki (Kraków)

Co to są miny i jakie owady je tworzą?

Miny są to ślady żerowania wygryzione w roślinach przez larwy drobnych owadów, które bytują w ich wnętrzu odgradzone epidermą od środowiska zewnętrznego. Pozwala im to na uniknięcie wahań wilgotności powietrza i temperatury oraz chroni je przed patogenami i nadmiernym promieniowaniem UV. Owady minujące znane są wśród przedstawicieli następujących rzędów: motyle (Lepidoptera), chrząszcze (Coleoptera), błonkówki (Hymenoptera) i muchówki (Diptera). Do minowców nie należą owady żerujące w drewnie oraz we wnętrzu owoców i nasion. Miny najczęściej zlokalizowane są w miękiszu liści, znacznie rzadziej pojawiają się w miękiszu zielonym łodyg, w okwiecie albo w skórcie niedojrzałych owoców. Takie ślady żerowania, zwane są naukowo z języka greckiego – *hyponomium*. Mogą one przybierać różne kształty: wydłużone i poskręcane – miny korytarzowe (węzowe), plackowate – miny komorowe, istnieją też *hyponomia* korytarzowo-komorowe, łączące oba główne kształty. Miny liściowe, jeżeli widać je od spodu, zwane są spodnimi, a te widoczne na górnej stronie blaszki liściowej, analogicznie nazwiemy wierzchnimi. Zdarza się, że larwa żywi się zarówno miękiszem palisadowym, jak i gąbczastym. Wtedy powstaje mina obustronna. Lokalizacja i kształt miny są bardzo ważne przy oznaczaniu owada. Cechy te oraz roślina żywicielska są zwykle specyficzne dla

danego gatunku. Dlatego mając do dyspozycji tylko minę jesteśmy w większości przypadków w stanie rozpoznać, co ją utworzyło, bez konieczności odłowu dorosłych osobników lub ich larw. Warto zaznaczyć, że daje to nawet większe możliwości identyfikacji gatunków, gdyż oznaczanie osobników dorosłych lub larw jest bardzo trudne i wymaga skomplikowanej preparatyki. W oznaczaniu istotne są też informacje takie jak czas pojawu larw, miejsce przepoczwarczenia i ułożenie odchodów we wnętrzu miny.

W liczącej 3156 gatunków faunie motyli Polski Microlepidoptera, czyli motyle drobne (nie jest to jednostka taksonomiczna, grupę wyróżniono sztucznie biorąc pod uwagę kryterium wielkości) stanowią



Ryc. 1. Mina *Phyllonorycter robiniella*. Fot. Konrad M. Kalarus

większość. Spośród rodzin mających minujących przedstawicieli, najbogatsze w gatunki są kibitnikowate Gracillariidae – 111 gatunków, pochwinkowate Coleophoridae – 147 gatunków, skośnikowate Gelechiidae – 198 gatunków i pasynkowate Nepticulidae – 99 gatunków. Z mniej licznych rodzin można wymienić Tischeriidae – 8 gatunków, Momphidae – 15 gatunków. We wczesnym stadium rozwoju minują też na przykład gąsienice modraszka *Aricia agestis* i żyjąca w środowisku wodnym *Cataclysta lemnata*. W niniejszym artykule postaramy się przybliżyć Czytelnikom kilka gatunków motyli, których miny można spotkać na liściach drzew w Krakowie.



Ryc. 2. Mina *Parectopa robiniiella*. Fot. Konrad M. Kalarus

Jak wyglądają dorosłe motyle minujące i ich larwy?

Motyle minujące są ubarwione bardzo różnorodnie. Na przykład u motyli z rodziny Cosmopterigidae na skrzydłach są obecne jaskrawe wzory. Wiele dorosłych owadów jest szarych lub brązowych (np. rodzina Gelechiidae). Liczne są kolorowe, z wzorami np. większość Gracillariidae czy Lyonetiidae. Innym przykładem są przedstawiciele rodziny Adelidae cechujący się połyskującymi metalicznie skrzydłami i bardzo długimi czułkami. Kibitnikowate Gracillariidae mają na głowie szczoteczkę włosków, przypominającą fryzurę irokeza, a gatunki z podrodziny Gracillariinae, na przykład *Parornix devoniella*, charakteryzują się smukłą sylwetką, dzięki utrzymywaniu ciała na pierwszej parze odnóży wysoko nad podłożem. Ciekawostką może być fakt, że w naszej krajowej faunie do motyli z rodziny Nepticulidae należą gatunki o najmniejszych rozmiarach ciała – przykładowo *Parafomoria helianthemella* ma ok. 3 mm rozpiętości skrzydeł.

Gąsienice motyli minujących nie są wyłącznie szare, mogą być brązowe, półprzezroczyste albo jaskrawe

jak larwa *Cosmopterix zieglerella*, która ma ciało ubarwione na czerwono. Ze względu na skryty tryb życia nie muszą manifestować swojej toksyczności, dlatego niewiele larw ubarwionych jest jaskrawo. Ich morfologia jest także zróżnicowana. Gąsienice najczęściej mają głowę lekko spłaszczoną i wysuniętą do przodu. Przyoczek u *Tischeria* umieszczone są na głowie, po trzy w dwóch grupach. Żuwaczki poruszają się zwykle w płaszczyźnie poziomej i mają ząbki. U gatunków pobierających pokarm w postaci płynnej ząbki są zredukowane do jednego, który służy do nacinania tkanek rośliny. Odnóży, na przykład u szrotówków *Phyllonorycter* w początkowym stadium, a u *Phyllocnistis* w czasie całego rozwoju, nie występują – larwa jest całkowicie apodialna. U Tischeriidae odnóży zredukowane są do postaci małych guzków, natomiast u przedstawicieli rodziny Lyonetiidae są obecne i mają na swojej powierzchni wieniec haczyków. Całe ciało larw motyli minujących najczęściej cechuje się grzbieto-brzusznym spłaszczeniem.



Ryc. 3. Mina *Rynchaenus quercus*. Fot. Konrad M. Kalarus

Krótki przewodnik do rozpoznawania min

W tym rozdziale przedstawiono gatunki motyli, które często można spotkać w Krakowie. Związane są one z gatunkami drzew pospolicie występujących na ulicach, parkach i lasach miasta. Wybrane gatunki są także łatwe do rozpoznania. Część z nich jest obcym elementem fauny Polski: np. *Cameraria ohridella* czy *Phyllonorycter issikii* pochodzą z Azji, a *Parectopa robiniiella* z Ameryki Północnej. Opisywanych gatunków można szukać w Parku Jordana, Lesie Wolskim, w okolicach Kopca Kościuszki, w Tyńcu, na Plantach a także w Ogrodzie Botanicznym. *P. issikii* i *C. ohridella* są pospolite na lipach i kasztanowcach w całym mieście. *P. platanoidella* występuje w miejscach, gdzie posadzono platany, na przykład przy

ulicy Lubicz i Krowoderskiej, jak też w pobliżu Biblioteki Jagiellońskiej.

- Robinia akacjowa (*Robinia pseudacacia*)

Robinia akacjowa jest drzewem obcym dla flory naszego kraju. Została introdukowana z Ameryki Północnej do Europy w połowie XVII w. Wraz z tym drzewem przybyły także żerujące na nim motyle. Są to *Phyllonorycter robiniella* i *Parectopa robiniella*.

Phyllonorycter robiniella tworzy miny komorowe spodnie o barwie srebrzystobiałej. Skórka liścia jest pofałdowana i wypukła (ryc. 1). Wnętrze miny jest wysłane przędzą. W jednej minie może żerować po kilka gąsienic. Larwy przepoczwarczają się w jej wnętrzu. Poczwarka spoczywa w białym kokonie. Motyl ma 2–3 pokolenia w ciągu roku. Miny najłatwiej odnaleźć w lecie i wczesną jesienią. Zimuje poczwarka.

Parectopa robiniella tworzy miny wierzchnie (ryc. 2). Mina zaczyna się korytarzem przy nerwie głównym, następnie rozrasta się w rozgałęzioną żółtawobiałą komorę o gwiaździstym lub amebowatym kształcie. Larwy żerują w maju i lipcu, można je także spotkać wczesną jesienią. Przepoczwarczenie odbywa się poza miną. Zimuje poczwarka w białym kokonie.



Ryc. 4. Mina *Tischeria ekebladella*. Fot. Konrad M. Kalarus

- Dęby (*Quercus* spp.)

Na liściach rodzimych gatunków dębów jesienią zwykle można spotkać plackowate miny wierzchnie 3 gatunków motyli z rodzaju *Tischeria* (Tischeridae) i miny spodnie 8 gatunków szrotówek *Phyllonorycter* (Gracillariidae). Motyle te nie żerują na północnoamerykańskim dębie czerwonym *Q. rubra*. W Krakowie występują szrotówki *P. roboris*, *P. lautella* a także spotyka się *P. quercifoliella*, *P. hegieiella* i *P. harisella*. Miny gatunków *Phyllonorycter* są do siebie podobne i mogą sprawiać trudności w oznaczaniu przyrodnikowi rozpoczynającemu przygodę z owadami minującymi. Jednak ważną informacją pozwalającą rozpoznać rodzaj jest fakt, że w naszej faunie szrotówki

żerujące na dębie nie tworzą min wierzchnich. Jeśli znajdzie się taką minę, będzie ona należeć do chrząszcza z rodzaju *Rynchaenus* (ryc. 3). Liście dębu minują także inne gatunki motyli, jednak są one rzadkie lub mają miny o odmiennym wyglądzie.



Ryc. 5. Mina *Phyllonorycter lautella* i *Phyllonorycter roboris*. Fot. Konrad M. Kalarus.

Tischeria ekebladella tworzy miny komorowe wierzchnie. W ich środku widnieje charakterystyczny mlecznobiały krążek utkany z gęsto upakowanej przędzy (ryc. 4). Miny można znajdować od września. Motyl jest częsty i występuje wszędzie tam, gdzie rosną dęby. Larwa zimuje we wnętrzu miny, także tam wiosną się przepoczwarcza. Drugim, rzadszym gatunkiem jest *Tischeria dodonaea*, której miny różnią się od min gatunku poprzedniego czerwawą barwą i występowaniem rozchodzących się ku brzegowi pierścieni.

Duże, podłużne, pofałdowane miny spodnie należą do *Phyllonorycter lautella*. Liść jest zwykle ściągnięty z powodu silnego pofałdowania (ryc. 5). Miny również duże, komorowe i owalne, bez widocznie zarysowanych fałdów należą do *Phyllonorycter roboris* (ryc. 5). Przepoczwarczenie u tych gatunków szrotówek następuje w minie. Oba gatunki wraz z *P. quercifoliella* są stosunkowo najczęstszymi motylami z tego rodzaju minującymi liście dębu.



Ryc. 6. Mina *Phyllonorycter genicuellae*. Fot. Konrad M. Kalarus

- Klony (*Acer* spp.)

Na klonie jaworze *Acer pseudoplatanus* dostrzec

można miny *Phyllonorycter geniculella*. Mina jest komorowa, pofałdowana, znajduje się zwykle pośrodku blaszki liściowej, pomiędzy dwoma nerwami (ryc. 6). Na klonie pospolitym *A. platanoides* występuje *Phyllonorycter platanoidella* (ryc. 7) tworzący bardzo podobne miny jak gatunek poprzedni. Przepoczwarczenie u obu gatunków następuje wewnątrz miny. Oba szrotówki są rodzime dla naszej fauny. Szukać ich można od maja do października w lasach mieszanych, a także w parkach.



Ryc. 7. Mina *Phyllonorycter platanoidella*. Fot. Konrad M. Kalarus

- Lipy (*Tilia* spp.)

Na lipie spotkać można miny szrotówka *Phyllonorycter issikii*. Jest on gatunkiem obcym, tak jak znany wszystkim szrotówek kasztanowcowiaczek *Cameraria ochridella*. *P. issikii* został opisany w 1963 roku w Japonii. W 1996 roku został zidentyfikowany w Polsce. Rocznie występuje u nas w dwóch pokoleniach. Zimują motyle, które wylęgły się jesienią. Samice po prezimowaniu składają jaja na liściach lipy już w pierwszej dekadzie maja. Występuje u tego gatunku pięć stadiów larwalnych. Gąsienica przepoczwarcza się w minie po 14 – 40 dniach żerowania. Gatunek ten tworzy fałdliste miny spodnie (ryc. 8). Na wierzchniej



Ryc. 8. Mina *Phyllonorycter issikii*. Fot. Konrad M. Kalarus

stronie liścia pojawiają się natomiast charakterystyczne marmurkowe ślady.

- Grab (*Carpinus betulus*)

Na grabie często minują szrotówki *Phyllonorycter tenerella* – na spodniej stronie liścia i *Phyllonorycter esperella* na wierzchniej. Pierwszy gatunek minuje we wczesnym stadium rozwojowym, potem żeruje na zewnątrz w zgiętym brzegu blaszki liściowej. Jego miny są wąskie i wydłużone. Drugi gatunek minuje przez cały okres swojego rozwoju larwalnego, przepoczwarcza się we wnętrzu liścia. Oba gatunki mają miny komorowe fałdliste. Cienkie, delikatne miny węzowe na liściach graba tworzy motyl z rodziny pasynkowatych Nepticulidae – *Stigmella microtheriella* (ryc. 9). Wymienione gatunki są rodzime dla fauny Polski. Ich min najlepiej szukać jesienią.



Ryc. 9. Mina *Stigmella microtheriella*. Fot. Wiktor M. Halecki

- Leszczyna (*Corylus avellana*)

Na leszczynie w maju żerować zaczyna rodzimy dla naszej fauny *Coleophora serratella* (Coleophoridae). Gąsienice motyli z tej rodziny mają inny tryb życia, niż opisany u gatunków powyżej. Ich larwy budują domki z fragmentów roślin, piasku i przędzy. W trakcie żerowania część ich ciała znajduje się we wnętrzu liścia, zaś reszta pozostaje w domku. Miny *Coleophora* można rozpoznać po tym, że w ich centrum znajduje się mały otwór, przez który larwa wgryzła się do środka. Aby oznaczyć gatunek musimy dysponować gąsienicą. Cechy domku takie jak kolor, materiał z jakiego został zrobiony, jego kształt, a także kąt, jaki tworzy wejście z jego główną osią są niezbędne by oznaczyć motyla. Domki mogą przybierać przeróżne kształty – u jednych gatunków są rurkowate a u innych mogą być pofałdowane. Koszyczek, jaki ma *Coleophora serratella*, jest brązowawy, z grzebieniem i ma nachylony otwór oralny (ryc. 10)

- Platany (*Platanus x hispanica*), mieszańiec

Phyllonorycter platani naturalnie występuje w lasach lęgowych z platanem wschodnim *Platanus orientalis*

na Bałkanach. W Polsce tego szrotówka znaleziono po raz pierwszy w 1970 r. Od tej pory cały czas zwiększa on swój zasięg w naszym kraju. Występuje głównie



Ryc. 10. *Coleophora serratella*. Fot. Konrad M. Kalarus

w zachodniej Polsce, tam gdzie nasadzono platan *Platanus x hispanica*, a więc w ogrodach, parkach, a także w centrum miast. W Krakowie można go spotkać na przykład na przystanku przy ulicy Lubicz. Motyl ten tworzy miny spodnie komorowe, z wieloma fałdami. Skórka liścia uwypukla się (ryc. 11). Przepoczwarczenie następuje w minie.



Ryc. 11. Mina *Phyllonorycter platani*. Fot. Konrad M. Kalarus

- **Kasztanowiec (*Aesculus hippocastanum*)**

Szrotówek kasztanowcowiaczek *Cameraria ochridella* występuje masowo na liściach kasztanowca. Zasiedla wszystkie rośliny, jakie napotka. Motyl ten jest obcym gatunkiem inwazyjnym, stanowiącym element południowoeuropejski dla fauny krajowej. Opisany został w 1985 roku w Macedonii. Z końcem lat 90. dotarł do Polski. Obecnie występuje na terytorium całego kraju. W ciągu roku szrotówek kasztanowcowiaczek rozwija kilka pokoleń, słabo od siebie oddzielonych. Larwy tworzą miny wierzchnie. Początkowo mina ma kolisty kształt, następnie larwa drąży dłuższą i szerszą komorę, która jest białozielona.

Starsze miny brązowieją (ryc. 12). Przepoczwarczenie następuje we wnętrzu miny. Zimują poczwarki w opadłych liściach.

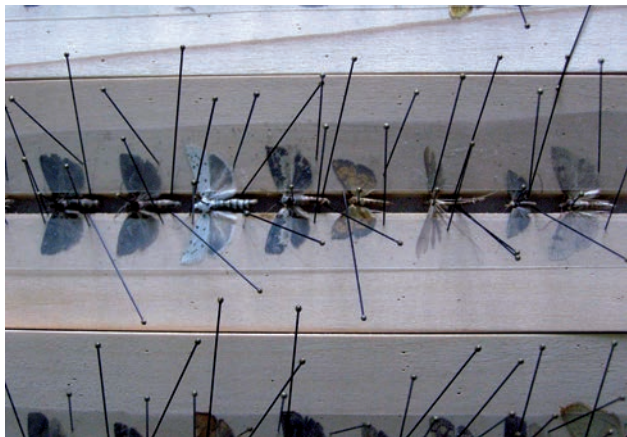


Ryc. 12. Mina *Cameraria ochridella*. Fot. Konrad M. Kalarus

Uwagi o zbieraniu, hodowli i preparowaniu motyli minujących

Zerwane liście z minami wkłada się do woreczka foliowego. Takie postępowanie zapobiega ich wysychaniu. Po przyniesieniu materiału należy przenieść liście z minami do szczelnych plastikowych pojemników, które trzeba co pewien czas krótko przewietrzać. Jednak nie ze wszystkimi gatunkami postępuje się w ten sposób. Miny motyli, które przepoczwarczają się na zewnątrz zbiera się tylko do plastikowych pojemników, natomiast miny bardzo małych motyli, na przykład z rodziny pasynkowatych (*Nepticulidae*) i z rodziny Cemiostomidae, wkłada się do wąskich szklanych próbek zatykanych korkiem. Na dno pojemników, a w szczególności próbek, wrzuca się trochę torfowca w celu zachowania odpowiedniej wilgotności, aby zapobiec wysychaniu owadów a także przyklejeniu się do zroszonych ścianek pojemnika świeżo wylęgających motyli, jeśli wilgotność byłaby zbyt duża. Czasem należy wrzucić do środka niewielkie fragmenty kartki zgiętej w harmonijkę, żeby naśladowała zagięty brzeg liścia, w którym owad przepoczwarcza się w naturze. Trzeba tak postąpić w przypadku motyli z rodzaju *Caloptilia* (rodzina Gracillariidae). Opisany sposób hodowli stosuje się, jeśli owady nie będą zimowały. Motyle zimujące we wnętrzu miny można wraz z całymi liśćmi lub ich wyciętymi fragmentami przechowywać na przykład za oknem, na balkonie lub w lodówce. Motyle zimujące poza miną także należy wystawić na działanie niskich temperatur. Podczas zimowania wykorzystuje się plastikowe pojemniki, w których możliwa jest wymiana powietrza, co zapobiega pleśnieniu hodowli. Ważne jest utrzymanie właściwej wilgotności, żeby nie przesuszyć min. W tym celu trzeba

co pewien czas lekko spryskać hodowlę wodą. Po przezimowaniu, w celu przyspieszenia wylęgu dorosłych owadów, można od stycznia wносить miny do ciepłego pomieszczenia.



Ryc. 13. Rozpinadło. Fot. Konrad M. Kalarus

Dorośle motyle w terenie zbiera się do probówek zatykanych korkiem. Jeśli preparowania nie planuje się natychmiast po odłowieniu, to motyle należy przechowywać w lodówce nie dłużej niż jeden dzień. Taki zabieg służy utrzymaniu owadów przy życiu i zmniejszeniu ich aktywności oraz uniemożliwia uszkodzenie skrzydeł przez motyla. Drobne motyle preparuje się na specjalnym rozpinadle, przyrządzie szczególnie użytecznym do pełnego rozłożenia skrzydeł (ryc. 13). Rozpinadła do drobnych motyli mają bardzo gładką powierzchnię, aby podczas preparowania nie została uszkodzona strzępina i nie starły się łuski na skrzydłach. Są one często wykonane z miękkiej balsy.

Po zdjęciu owadów należy przetrzeć powierzchnię rozpinadła bardzo drobnym papierem ściernym w celu wygładzenia wszelkich nierówności i wgłębnień. Aby uśpić owady wrzuca się do pojemnika na krótko (do momentu, w którym motyle przestaną się poruszać) drobny paperek nasączony octanem etylu. Ten ester można kupić w hurtowniach chemicznych lub sklepach ze sprzętem entomologicznym. Następnie na miękkiej płytce nabija się motyla na minucję (cienką szpileczkę o średnicy ok. 0,2 mm i długości ok. 12 mm) i po przeniesieniu na rozpinadło, dmuchając lub wykorzystując cienką igłę preparacyjną, rozkłada jego skrzydła. Potem unieruchamia się je w odpowiednim położeniu przy pomocy pergaminowych pasków (ryc. 13). W przypadku najmniejszych motyli skrzydła po rozłożeniu pozostawia się bez dociskania ich paskami. Po zakończeniu preparowania wkłada się rozpinadła do szczelnych pudełek i pozostawia w oparach octanu etylu w celu uśmiercenia motyli, które wcześniej zostały uśpione. Taki zabieg wykonuje się, ponieważ długotrwałe wystawienie owadów na działanie octanu powoduje zeszytnienie mięśni, co w konsekwencji utrudnia preparowanie. Oczywiście, aby okazy miały wartość naukową należy sporządzić etykiety z informacjami o typie siedliska, dacie, miejscu odłowu i nazwisku osoby odławiającej. Kończąc należy nadmienić, że w celu uzupełnienia wiedzy warto sięgnąć do książki „Owady minujące Polski” (Beiger, 2004). Jest to zwięzły klucz do oznaczania owadów na podstawie ich min, przydatny zarówno amatorom, jak i naukowcom.

Konrad M. Kalarus – magistrant w Zespole Ekologii Behawioralnej w Instytucie Nauk o Środowisku Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie; Wiceprezes Koła Przyrodników Studentów Uniwersytetu Jagiellońskiego (KPSt UJ) oraz Prezes Sekcji Entomologicznej Koła Przyrodników Studentów Uniwersytetu Jagiellońskiego, klaus.vk5@gmail.com.

Mgr Wiktor M. Halecki – absolwent UJ w Zespole Ekologii Behawioralnej w Instytucie Nauk o Środowisku Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie; członek Koła Przyrodników Studentów Uniwersytetu Jagiellońskiego, wikipol5@wp.pl.

OD HASZYSZU DO WŁÓKIEN SKLERENCHYMATYCZNYCH

Roman Karczmarchuk (Wrocław)

Do rodzaju konopie (*Cannabis*) z rodziny konopowatych (*Cannabaceae*) zaliczamy dwa gatunki: konopie siewne (*Cannabis sativa* L.) oraz konopie indyjskie (*C. indica* Lam.), uważane coraz częściej za podgatunek pierwszego wzmiankowanego taksonu. Czasami wyróżnia się jeszcze konopie dzikie (*Cannabis sativa* L. var. *ruderalis* (Janisch.) S.Z. Liou, *C. ruderalis* Janisch.).

Największą wartość gospodarczą mają konopie siewne znane z naturalnych stanowisk w Altaju, Tien-szanie, Zakaukaziu i Afganistanie. Jako roślina roczna, dwupienna i wiatropylna, o pustej łodydze i korzeniu palowym, osiąga wysokość nawet 4 m. Do osobników męskich przylgnęły nazwy płoskonki, płaskonie i płaskuny, do żeńskich zaś – główacze. Szorstkie, dłoniaste, 3 – 7-sieczne liście, większe na

roślinach żeńskich, są w środkowej części łodygi naprzeciwległe, a na wierzchołku skrętoległe. Białozielonkawe kwiaty męskie, zespolone w niezbyt duże, luźne wierzchołki, mają 5-działkowy okwiat i 5 pręcików. Natomiast bezkwiatowe żeńskie z jednym słupkiem o jednokomorowej zalążni, zebrane w kłosowate kwiatostany, tkwią w pachwinach liściastych przysadek. Owocem jest jajowaty, szary lub brązowy orzeszek o długości 5 mm. Nitrofilne konopie znajdują najlepsze warunki egzystencji na glebach zasobnych w azot i obficie nawodnionych. Nie szkoda im krótkotrwale zalewy, a wymagany optymalny poziom wody gruntowej to 60 cm wiosną oraz poniżej 100 cm w okresie bezpośrednio poprzedzającym zbiór. Bardzo szybko rosną i produkują znaczne ilości biomasy (10 – 15 t na hektar). Gruntownie zacieniają glebę, dzięki czemu niszczą wszelkie chwasty. Stanowią doskonały przedplon dla różnych innych roślin kultywowanych. Uprawiane na obszarach skażonych wpływają w wielkim stopniu na ich rekultywację, a także istotnie zmniejszają efekt cieplarniany, gdyż jeden hektar konopi wiąże około 2,5 tony dwutlenku węgla. Okres wegetacji trwa około 150 dni, a zbiór odmian dwupiennych nie był dawniej łatwy z uwagi na niejednoczesne dojrzewanie roślin. Wyhodowanie form i odmian jednopiennych okazało się zbawienne. Warto przy tym wspomnieć też o naszym sukcesie, bo w poznańskim Instytucie Włókien Naturalnych otrzymano drogą żmudnych prac cztery odmiany jednopiennne z minimalną ilością substancji narkotycznych.

Użyteczność konopi siewnych polega przede wszystkim na wykorzystywaniu sklerenchymatycznych włókien łodygowych. W świecie roślin należą one do najmocniejszych. Z osobników męskich otrzymujemy miękkie i trwałe włókno, doskonałe do wyrobu tkanin. Natomiast z włókna okazów żeńskich, które jest grube i nie ulega rozkładowi w wodzie, wytwarza się liny, powrozy, dratwę, sprzęt rybacki, płótno żaglowe, namioty, brezent, pędzle, rękawy strażackie i uprząż. Największa wydajność włókna pochodzi z suchych łodyg męskich i wynosi około 30%, z żeńskich zaś 20%. Z jednego hektara konopi można otrzymać czterokrotnie więcej masy papierowej niż z tej samej powierzchni lasu. Użyty produkt nie żółknie i jest bardziej wytrzymały od papieru drzewnego. Ponadto można go wybielać bez wytwarzania szkodliwych dioksyn. Wartościowe są też paździerze, służące do wyrobu płyt budowlanych i użytkowane na opał, a krótkie włókno (pakuły) stanowi materiał do wypychania tapczanów i materaców. Z kolei makuchy i owoce są paszą treściwą dla zwierząt gospodarskich i drobiu.

Nie możemy również zapominać, że na płótnach konopnych realizowali swe dzieła malarze, m.in. Holender

Vincent van Gogh (1853–1890), wybitny przedstawiciel postimpresjonizmu.

W wytłaczanym z nasion oleju zidentyfikowano 54% kwasu linolowego, 17% kwasu alfa-linolenowego, 4% kwasu gamma-linolenowego, 13% kwasu oleinowego oraz 10% nasyconych kwasów tłuszczowych. Używa się go do wyrobu mydła, pokostu, kitu,



Ryc. 1. Konopie siewne (*Cannabis sativa*). Za: Otto Wilhelm Thomé, *Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz*, Gera, 1885 (www.BioLib.de).

farb, lakierów i w celach spożywczych. Poza tym stanowi dodatek do olejków kosmetycznych, przydatnych szczególnie dla skóry tłustej z trądzikiem. Istotne znaczenie może mieć konopny olej napędowy. Stosowany w mieszankach paliwowych ogranicza wydatnie ilość tlenu węgla oraz węglowodorów ułatwiających się do atmosfery w wyniku spalania, a ponadto zmniejsza emisję dwutlenku siarki z silników spalinowych Diesla.

W konopiach wykryto ponad 400 związków chemicznych, z których jedna czwarta wiąże się z ich zapachem. Przeważają lotne terpeny i seskwiterpeny, a istotne są również psychoaktywne kannabinoidy.

Konopie indyjskie, rodzime w Indiach, Iranie i Afganistanie, kultywowane są w wielu krajach azjatyckich oraz w Afryce i USA. Jest to roślina roczna, dwupienna,

dochodząca do wysokości 3 m. Posiada dłoniasto-sieczne liście złożone z 9–11 odcinków. Kwiaty żeńskie, zespolone w niezbyt duże, kłosokształtne kwiatostany, nie mają okwiatu. Eksploatacja tego gatunku polega głównie na uzyskiwaniu narkotyków. Trzeba zaznaczyć, że do podobnego celu nadają się też konopie siewne.



Ryc. 2. Konopie siewne (*Cannabis sativa*) w Lwowskim Ogrodzie Botanicznym. Fot. Maria Sochacka.

Powoli rozwija się również zastosowanie konopi w medycynie. Przykładem może być preparat Sativex wyprodukowany przez brytyjską firmę farmaceutyczną. Obserwacje wykazały, że kannabinoidy zawarte w ekstrakcie z konopi siewnych eliminują bóle neuropatyczne w chorobie stwardnienia rozsianego i przy zaawansowanych nowotworach. Jest nadzieja, że dalsze badania znacznie rozszerzą zasięg działania leku.

Niezależnie od tego zasługuje na wzmiankę fityna, sól wapniowo-magnezowa kwasu inozytolosześciofosforowego, wypreparowana z odtłuszczonego makuchu konopnego. Wzmaga proces krwiotwórczy, sprzyja wzrostowi i rozwojowi tkanki kostnej, a ponadto usprawnia funkcje układu nerwowego. Sporządzone z niej proszki i tabletki wykorzystuje się podczas leczenia hysterii, neurastenii, zaburzeń płciowych, krzywicy, anemii i gruźlicy, często łącznie z preparatami arsenu oraz żelaza.

Użytkowane w medycynie ludowej maści, okłady i kompresy z odwaru lub nalewek z rozdrobnionych nasion lub okryw owocowych eliminują ból w stanach zapalnych oczu, gruczołów sutkowych, oparzeniach, ropniach i przewlekłym gościecu. Natomiast odwar z nasion konopi stosowany w postaci napoju jest pomocny m.in. przy kaszlu, puchlinie wodnej, skazie limfatycznej, żółtaczce oraz zapaleniu cewki moczowej. Z kolei maści z oleju konopnego i kredy lub miodu leczą odciski, a nasiona prażone z solą usprawniają podobno niemoc płciową. W Tybecie stwierdzono, że wodno-alkoholowa nalewka skutecznie zwalcza

bakterie i dlatego nasiona konopi znalazły się wśród leków żołądkowych.

Warto jeszcze wspomnieć o dwóch najważniejszych środkach odurzających, najbardziej znanych na globie ziemskim. Rozpowszechniony głównie w strefie islamu oraz w Indiach haszysz otrzymał swą nazwę od plemienia arabskiego podniecającego się nim przed bitwą. Uzyskuje się go z lepkich szczytów kwitnących pędów żeńskich, pokrytych gruczołkami wydzielającymi żywicę zawierającą związki halucynogenne – kannabinoidy. Zmieszany z tytoniem, palony jest najczęściej w fajkach lub papierosach, a ponadto żuty i spożywany w postaci naparu. W naszym kraju obowiązuje całkowity zakaz posiadania i użytkowania haszyszu.

Następny element niniejszych rozważań to marihuana, otrzymywana przeważnie z suszonych żeńskich kwiatostanów konopi. Jej działanie psychotropowe może być pobudzające, uspokajające, nieco euforyzujące i przeciwbólne. Ponadto wzmacnia apetyt, rozszerza oskrzela, zmniejsza ciśnienie śródgałkowe i rozkurcza mięśnie. Badania wykazały, że nie powoduje fizycznego uzależnienia i jest mniej szkodliwa od tytoniu i alkoholu. Rozkoszując się wchłanianiem licznych związków toksycznych ze skrętów wypełnionych marihuaną, często z dodatkiem tytoniu, narażamy układ oddechowy na groźne schorzenia, łącznie z rakiem płuc. Oprócz tego substancja ta stanowi składnik potraw mlecznych, ciast, budyniów i czekolady. W Polsce została prawnie wykluczona z możliwości bytu, lecz w niektórych europejskich państwach, takich jak na przykład Holandia i częściowo Szwajcaria, można się nią nasycić bezkarnie. Należy jeszcze dodać, że rozległe plantacje berberyjskie zlokalizowane w górach Rif na terenie Maroka osiągają wysokość do 2100 m n.p.m. Dostarczają one surowca do produkcji „kifu” – bardzo popularnego preparatu narkotycznego.

Marihuana widnieje również na dostrzegalnym miejscu w niektórych religiach. Jakkolwiek alkohol, odrzucony bezwzględnie przez proroka Mahometę, zastąpiono tytoniem i marihuaną, to szariat wyklucza taką możliwość. Niemniej jednak w wielu krajach muzułmańskich władze tolerują wielowiekowe przyzwyczajenie swych obywateli. Natomiast w wierzeniach Hindusów konopie indyjskie są rośliną świętą, którą najwyższy bóg Śiwa obdarował człowieka celem zapewnienia mu wyzwolenia i rozrywki. Wypreparowana używka ułatwia religijną medytację, a umiarkowane palenie tzw. gandzi przez mistyków i ascetów stanowi część kultu, m.in. w czasie marcowego święta radości – Holi i Śiwaratri, związanego ze składaniem ofiary Śiwie. Rytuał ten widnieje też w świątyniach

wzniesionych Hanumanowi – dobroczynnemu bóstwu występującemu w postaci małpy.

Znajomość konopi rozpoczęła się prawdopodobnie od zbieractwa, istniejącego jeszcze obecnie w Azji Środkowej. Początkowo obiektem zainteresowania były ich właściwości narkotyczne, które człowiek mógł poznać podczas palenia chwastów. Natomiast uzyskiwanie włókna i oleju nastąpiło znacznie później. Preparowanie lodyg na sucho wymagało ogromnego wysiłku, a postęp nastąpił wówczas, gdy zaczęto oddzielać włókno przez moczenie. W Europie Środkowej najstarsze dowody paleobotaniczne pochodzą ze śląskiego neolitu oraz z młodszego okresu żelaza. Szczątków rośliny nie stwierdzono jednak w nawodnych osadach Szwajcarii i północnej Italii, a w Chorwacji zostały one ocenione na 20 tysięcy lat, czyli że pochodzą z czasów, gdy nie istniało jeszcze rolnictwo na tych terenach. Ze swych azjatyckich pieleszy konopie docierały coraz dalej dzięki częstym wędrówkom koczowników. Według niektórych danych Chińczycy uprawiali je już 18 wieków a.C., a w biografii chińskiego lekarza Ho-To z roku 220 n.e. znajdujemy informacje o jego preparatach z rośliny, którymi znieczulał pacjentów przed zabiegami chirurgicznymi. Z kolei w hinduskich świętych księgach o nazwach Atharwaweda i Rigweda z X wieku p.n.e. są wzmianki o odurzających właściwościach wywarów z konopi. Z asyryjskich źródeł pochodzących z VII stulecia a.C. dowiadujemy się, że haszysz wykorzystywano przy leczeniu zapalenia oskrzeli, schorzeń pęcherza, reumatyzmu i braku snu. W antycznej Grecji obiekt naszych rozważań nie był znany, a co ciekawe, na malowidłach ściennych w świątyniach egipskich z XVI wieku p.n.e. widnieją jego wizerunki. Historyk grecki Herodot z Halikarnasu (ok. 485–425) wspomina o ich kultywacji przez Scytów i Traków. Pierwsi, oprócz wytwarzania włókna i oleju, narkotyzowali się dymem z konopi spalanych w jurtach, a wyrabiane z tego surowca szaty drugich wykazywały ludzkie podobieństwo do Inianych. Nie wiemy, w jakich okolicznościach konopie dotarły do Europy Środkowej i Zachodniej. Przypuszczalnie dokonało się to około roku 1500 a.C. za pośrednictwem Scytów. W V stuleciu p.n.e. absorbowały już Germanów, a w Galii uprawiano je na wyposażenie statków Hierona II Młodszego (269–216), tyrana Syrakuz. Dzięki Galom trafiły do Lombardii, a o ich znajomości przez Rzymian informuje nas konsul Lucius Licinius Lucullus (117–56). Natomiast jedyny rzymski pisarz przyrodniczy Pliniusz Starszy (23–79) wspomina o kultywacji konopi przez Sabinów, należących do najstarszych plemion w środkowej Italii. Należy też zaznaczyć, że grecki botanik i lekarz w służbie cesarów

z czasów Nerona, Dioskurides Pedanios Anazarbeus (z Anazarby w Cylicji), I wiek n.e., zwraca uwagę na terapeutyczne zalety siemienia konopnego. W okresie średniowiecza nie pomijano również prezentacji tych wartości. Wysuwa się tu na czoło Hieronymus Bock, łac. Tragus (1498–1554), lekarz i botanik, wielce zasłużony badacz roślin. Ponadto konopie były użytkowane przez norweskich Wikinów, a dane o nich są zawarte m.in. w edyktach prawnych króla Franków i Longobardów Karola Wielkiego – *Capitulare de villis* (rok 795 lub 812).



Ryc. 3. Sznurek konopny. Fot. Magdalena Mularczyk.

Jakkolwiek znajomość konopi na obszarze naszych ziem sięga czasów zamierzchłych, to jednak różne możliwości ich wykorzystania nie następowały dość szybko. Wraz z upływem wieków zdobywano coraz więcej doświadczeń decydujących o postępie w przydatności rośliny, której zdolności odurzające nie znalazły u nas podatnego gruntu. Konopie siewne zaczęto kultywować od VII stulecia, a dopiero w XVI wieku rozpowszechniły się w gospodarstwach chłopskich, przede wszystkim na Litwie i w Małopolsce. W pierwszych polskich pracach botaniczno-farmaceutycznych znajdujemy sporo interesujących wiadomości o ich cechach i próbach stosowania w terapii. Profesor Akademii Krakowskiej Szymon z Łowicza (zm. 1538) zalecał celem eliminacji bólu zębów wchłanianie pary z wrzących nasion, a botanik i lekarz Stefan Falimirz (koniec XV i początek XVI wieku) oraz autor dzieła *Herbarz polski* Marcin z Urzędowa (zm. 1573) ostrzegali, że sok z orzeszków konopnych może wywołać ból głowy. Natomiast doktor medycyny i botanik Szymon Syreński (Syreniusz, 1541–1611) pisał o oszałamiających właściwościach przetworów z konopi. Z kolei J. Wyrzykowski w swym podręczniku farmakologii z 1874 roku podaje, że emulsja z nasion działa przeciwzapalnie i dlatego stosuje się ją w schorzeniach układu moczopłciowego, odwar zaś z rośliny łagodzi m.in. bóle neurologiczne oraz krwotoki maciczne.

Jeśli chodzi o Rosję, to warto przypomnieć, że już w drugim tysiącleciu przed naszą erą Scytowie uprawiali konopie w basenie Morza Azowskiego i nad Donem, a później w dorzeczu Dniepru i na środkowym Połwożu, a translokacja na zachód przebiegała przez Litwę i Polskę. Dążąc do pełni obrazu, należy też uhonorować reprezentantów innych nacji. W XVI stuleciu zasługą Hiszpanów było sprowadzenie konopi do Ameryki Południowej, a w następnym wieku północna część Nowego Świata została nimi obdarowana przez Anglików.

Przed drugą wojną światową globalny obszar kultuwacji konopi szacowano na 1 200 000 ha, z których tylko 200 000 ha znajdowało się poza Europą. Od tego czasu regres następował tak wyraziście, że w 2005 roku pozostało jedynie około 115 000 ha, z czego 80 000 przypadało na Azję. Obecnie największe powierzchnie uprawy są w Chinach, Rosji, Kanadzie i Francji.

Nasz nieśmiertelny narodowy Wieszcz w swym słynnym, zekranizowanym niedawno poemacie zwrócił uwagę na niektóre, niezbyt często dostrzegane, cechy konopi. Dotyczą one intensywnego zapachu i doskonałej możliwości schronienia się w ich gąszczu.

„[...] na każdym przykopie
Stoją jakby na straży w szeregach konopie.
Cyprysy jarzyn, ciche, proste i zielone.
Ich liście i woń służą grzędom za obronę,

Bo przez ich liście nie śmie przecisnąć się zmija,
A ich woń gąsienice i owad zabija”.

„W tej zielonej, pachnącej i gęstej krzewinie
Koło domu, jest pewny przytułek zwierzyńie.
I ludziom. Nieraz zając, zdybany w kapuście,
Skacze skryć się w konopiach bezpieczniej niż w chróście,
Bo go dla gęstwi ziela ani chart nie zgoni,
Ani ogar wywietrzy dla zbyt tęgiej woni”.

W dawnej Polsce lud nazywał zająca filipem, zostało to ujęte w przysłowiu: „Wyrwał się jak filip z konopi”. Zachęta nie ominęła człowieka: „Oddaj się Bogu i wleź w konopie”, gdy jesteś w wielkim niebezpieczeństwie, a bronić się nie umiesz! W przytoczonym dziele największy polski poeta opisuje, jak korzystano z tej możliwości. Uczynił to woźny Protazy, żeby niepostrzeżenie dojść do domu Hrabiego, któremu niósł pozew. A gdy mu klucznik Gerwazy polecił odczytać intromisję Hrabiego do majątku Soplicy, udał pozornie zgodę, wszedł na stos belek, niby dla jej spełnienia, lecz szybko skoczył z niego w konopie i znikł bez śladu.

Na zakończenie można jeszcze dodać, że od konopi pochodzą takie nasze nazwiska, jak: Konopa, Konopacz, Konopak, Konopek, Konopka, Konopko, Konopczyk, Konopczyk, Konopczyński, Konopik i Konopiński.

Dr Roman Karczmarszuk jest emerytowanym nauczycielem.

DEREŃ, DERENIÓWKA ORAZ ŚWIDWA

Roman Karczmarszuk (Wrocław)

Do rodzaju dereń (*Cornus*) z rodziny dereniowatych (*Cornaceae*) zaliczamy około 60 gatunków, głównie krzewów, a niekiedy też drzew i bylin. Naturalnym obszarem ich egzystencji są przede wszystkim zbiorowiska leśne i zaroślowe strefy umiarkowanej półkuli północnej. Na ogół nie osiągają znacznej wysokości, a 25-metrowy amerykański dereń Nuttalla (*C. nuttallii*) należy do unikatów. W naszym kraju jedynym gatunkiem rodzimym jest dereń świdwa (*C. sanguinea*), który występuje w postaci krzewu o wysokości do 4 m. Rośnie pospolicie na niżu, w wilgotnych lasach i zaroślach. Jego jajowate blaszki liściowe, pokryte od spodu kutnerem, dochodzą do długości 10 cm i szerokości 6 cm, białe zaś lub kremowe kwiaty zebrane są w miotłaste podbaldachy. Owocem jest kulisty czarny pestkowiec, pozostający na drzewie niekiedy do wiosny. Natomiast cienkie,

zielonawe pędy przebarwiają się w zimie na kolor krwistoczerwony.

Należy jeszcze wspomnieć o dereniu szwedzkim (*C. suecica*) – bylinie z podziemnymi rozłogami, o purpurowych kwiatach i czerwonych jagodach. Jedyne na ziemiach polskich jego stanowisko znane z okolic Kołobrzegu zostało unicestwione prawdopodobnie w wyniku ostatnich światowych zmagani zbrojnych.

Z gatunków introdukowanych często jest u nas uprawiany dereń biały (*C. alba*), pochodzący z północnej części Rosji, Mongolii, Korei, północnych Chin i Japonii. Krzew ten, o wysokości 3 m, może rozrastać się szeroko i tworzyć z czasem gęste kępy. Pędy powleczone w młodości nalotem woskowym, charakteryzują się czerwonym kolorem, a żółte, szeroko jajowate, szorstkie liście cechuje 5–7 par nerwów bocznych. Żółtobiałe kwiaty, ukazujące się

w maju i czerwcu, zebrane są w podbaldachy, a białe lub niebieskobiałe owoce mają średnicę zaledwie 8 mm. Nie wymaga żyznych gleb, dobrze znosi suszę i niskie temperatury, najbardziej odpowiada mu wszakże podłoże wilgotne, nawet torfiaste. Znaczna odporność na zanieczyszczenie powietrza sprawia, że może z powodzeniem egzystować w zadymionych miastach i okęgach przemysłowych. Znajduje zastosowanie nie tylko w formowaniu żywopłotów, lecz również w uprawie pojedynczej i grupowej w parkach, na łąkach i trawnikach. Z wyróżniających się ozdobnych kultywarów należy wymienić następujące: ‘Argenteo-marginata’, którego młode liście są różowawe, a starsze

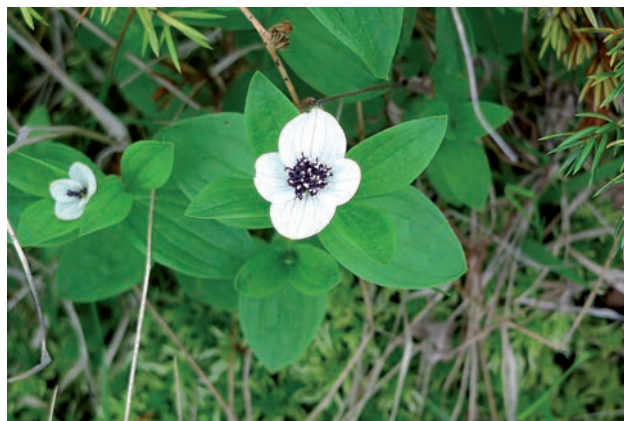


Ryc. 1. Dereń świdwa (*Cornus sanguinea*). Za: Ludwig Klein, *Unsere Waldbäume, Sträucher und Zwergholzgewächse*, Heidelberg [1910].

odznaczają się kremowobiałym obrzeżeniem; ‘Gouchaultii’ o dużych, żółtych liściach z zielonym środkiem; ‘Sibirica’ znany z koralowoczerwonych pędów i zielonych liści, w jesieni zmieniających barwę na czerwono-brunatną; ‘Spaethii’ o liściach żółto obrzeżonych i ‘Variegata’ mający liście z białymi plamkami.

Oprócz tego zasługuje na uwagę uprawiany u nas północnoamerykański krzaczasty dereń rozłogowy (*C. stolonifera*). Osiąga wysokość 2,5 m, a dwunastocentymetrowe liście charakteryzują się przeważnie pięcioma parami nerwów bocznych. Białawe kwiaty z działkami o trójkątnych ząbkach zespolone są w kwiatostany podobne jak u derenia białego. Jego czerwone pędy łatwo zakorzeniają się po zetknięciu z ziemią, co ułatwia zwiększanie powierzchni nasadzeń.

Najbardziej znany i od zamierzchłych czasów wykorzystywany jest dereń właściwy (*C. mas*), obejmujący swym zasięgiem Podole, Besarabię, Ukrainę, Azję Mniejszą, Kaukaz, Bałkany, Czechy i Słowację,



Ryc. 2. Kwitnący dereń szwedzki (*Cornus suecica*), Norwegia. Fot. Magdalena Mularczyk.

środkowe połacie Niemiec oraz Francję, gdzie na północy sięga po stolicę kraju. Prezentowane drzewo, dorastające do wysokości 9 m, ma cienkie i wydłużone pąki liściowe, minimalnie odstające od gałęzi, a duże, kuliste kwiatowe, umocowane na trzonecz-



Ryc. 3. Owoce derenia szwedzkiego (*Cornus suecica*), Alta, Norwegia. Fot. Hanna Grzeszczak-Nowak.

kach, odstają znacznie. Żółte kwiaty o dość silnej woni powstają już na przedwiośniu, przed rozwojem liści. Odporność na mróz i suszę, miododajność (nektar

i pyłek) oraz użyteczność soczystych, szkarłatnych owoców zadecydowały o częstotliwości kultywacji. Trzeba wyjaśnić, że nazwa „dereń” dotyczyła u nas dawniej jedynie gatunku *Cornus mas*, a wszystkie



Ryc. 4. Bezlistne gałązki derenia białego (*Cornus alba*) w zimie. Fot. Hanna Grzeszczak-Nowak.

pozostałe określano mianem „świdwa”. Już w bardzo odległej przeszłości dereń był dość rozpowszechniony, na co wskazują pokaźne ilości pestek odkrytych w palafitach z młodszej epoki kamienia w Szwajcarii i północnej części Włoch. W starożytności owoce przed spożyciem solono i konsumowano z chlebem, serem, jak też z rybą – wspomina o tym grecki lekarz i botanik Dioskurides (I w. n.e.), autor dzieła *De materia medica*, oraz rzymski agronom Kolumela



Ryc. 5. Kwitnący dereń właściwy (*Cornus mas*) 'Macrocarpa' w Ogrodzie Botanicznym Uniwersytetu Wrocławskiego. Fot. Magdalena Mularczyk.

z Gades w Iberii (Lucius Moderatus Columella), I w. *post Christum natum*. Natomiast najwybitniejszy lekarz grecki Hipokrates z Kos (ok. 460–377) uważał za lek liście i korę zasobną w garbniki. Według legendy przedmiot naszych rozważań powstał z włóczni, którą założyciel Rzymu Romulus oznaczył granice

Wiecznego Miasta, a gdy wbił ją w ziemię, wyrosło dereniowe drzewo. Można jeszcze przypomnieć, że dereniową włócznią król Itaki Odyseusz, Odys (łac. Ulisses, Ulixes), bohater grecki w wojnie trojańskiej, prowokował swoich wrogów. Z tego materiału antyczni Grecy i Rzymianie wytwarzali również rękojeści mieczy i strzały.



Ryc. 6. Owoce derenia właściwego (*Cornus mas*). Fot. Hanna Grzeszczak-Nowak.

Owoce derenia zawierają 1,5–2,9% kwasów organicznych, 0,6% garbników (znacznie więcej jest w liściach, korze i drewnie), 7,9% cukrów, witaminę P i do 105 mg% witaminy C. Produkuje się z nich najczęściej konfitury, marmolady, soki, wina, a rozpowszechniona niegdyś polska nalewka dereniówka zyskała zasłużoną sławę. Przepis na jej wyrób znajduje się między innymi w dziełach literackich Marii Ro-



Ryc. 7. Dereń kanadyjski (*Cornus canadensis*). Fot. Hanna Grzeszczak-Nowak.

dziewiczoyny (1863–1944). Terapeutyczne walory rośliny sprawiły, że znajduje ona zastosowanie przy próbie eliminacji niektórych schorzeń. Dotyczy to m.in. zaburzeń metabolizmu, anemii, podagry i chorób

dermatologicznych. Spożywane konfitury łagodzą przeziębienia i bóle żołądka, napar z ulistnionych gałązek zaś działa żółcio- i moczopędnie. Odwar z owoców jest pomocny w zwalczaniu biegunki,



Ryc.8. Dereń pagodowy (*Cornus controversa*) 'Variegata' w Arboretum w Wojsławicach. Fot. Hanna Grzeszczak-Nowak.

a nalewkę z kwiatów i sok z owoców zaleca się w medycynie ludowej do leczenia gorączki. Oprócz tego warto pamiętać, że prażone pestki stanowią surogat kawy, służyły niegdyś do sporządzania różańców, a tłuszcz zawarty w nasionach (do 34%) bywa używany do produkcji mydła. Natomiast bardzo twarde i rogowate drewno (róg – łac. *cornu*, stąd nazwa rodzajowa *Cornus*) znalazło zastosowanie w tokarstwie i kołodziejstwie.



Ryc. 9. Kwitnący dereń pagodowy (*Cornus controversa*). Fot. Hanna Grzeszczak-Nowak.

Znaczenie derenia w życiu mieszkańców Półwyspu Krymskiego unaocznia fakt ich przekonania, że najbardziej znani lekarze starożytni, odwiedzając Taurydę (antyczna nazwa Krymu pochodząca od Taurów zasiedlających dawniej ten obszar), nie mieli zamiaru zamieszkać tam ze względu na rosnące pokażne ilości derenia, cenionego jako niezastąpionego „lekarza” na wszelkie dolegliwości. Od niepamiętnych czasów znano na Kaukazie witaminowe placki zwane po gruzińsku „ławaszi”. Wyrabiano je z utartych owoców derenia suszonych w płaskich formkach, najpierw w piecu, później na słońcu,

a następnie zwijanych w rulony. Zarówno podczas pierwszej, jak i drugiej wojny światowej przyczyniły się one do zwalczania szkorbutu na froncie kaukaskim. Należy odnotować, że pierwsze wiadomości o ich zaletach wydrukowano w 1941 roku. W południowej części Rosji niedojrzałe owoce po osoleniu razem z liśćmi laurowymi i koprem włoskim spożywano podobnie jak oliwki, na Krymie zaś wypiekano słodkie ciastka z dodatkiem derenia. Celem przygotowania tego deseru mieszano mąkę z rozgniecionymi owocami, uzupełniając całość jajkami, cukrem, solą i sodą. Z kolei na Kaukazie z pestkowców derenia przyrządzano kwaśne zupy, a ponadto przyprawiano nimi potrawy z ryb, jak też z innego mięsa.



Ryc. 10. Liście derenia pagodowego (*Cornus controversa*) 'Variegata'. Fot. Hanna Grzeszczak-Nowak.

Obserwując zmiany warunków meteorologicznych, mieszkańcy Krymu dostrzegli, że obfity urodzaj derenia zwiastuje mroźną zimę, i gromadzili wówczas znacznie więcej przetworów, aby przetrwać ten trudny okres.

Kolorowe owoce dereni o różnych kształtach i smakach są chętnie zjadane nie tylko przez ptaki, lecz również stanowią pokarm lisów, myszy, zające, dziko żyjących kopytnych, a nawet ryb. Klasycznym przykładem jest wszystkożerny kleń (*Leuciscus cephalus*) z rodziny karpiovatych (*Cyprinidae*), występujący w Europie i Azji Mniejszej, który chwytą je, gdy wpadają do wody z nadbrzeżnych drzew. Wymienione



Ryc. 11. Kwitnący dereń kousa (*Cornus kousa*). Fot. Hanna Grzeszczak-Nowak.

zwierzęta biorą poważny udział w rozsiewaniu nasion, a zaprzeczeniem tej pożytecznej funkcji może być dzik rozgryzający zarówno owoce, jak i pestki.

Drewno derenia znajdowało zawsze wielu nabywców, gdyż jego różnorodna użyteczność nie podlegała dyskusji. Służyło m.in. do wyrobu guzików, czę-



Ryc. 12. Dereń kousa (*Cornus kousa*) 'Gold Star'. Fot. Hanna Grzeszczak-Nowak.

ści do unikatowych drewnianych zegarów, członków tkackich i wyciorów karabinowych. Wielkim popytem na rynkach krajowych i zagranicznych cieszyły się wytwarzane przez krymskich i kaukaskich rzemieślników laski zdobione melchirem (stop miedzi z niklem, cynkiem i żelazem), srebrem, a nawet złotem. Szybki zbyt znajdowały ciężkie laski pastusze (posochy), w których zakrzywione zakończenie stanowiło naturalne wygięcie gałęzi, często obciążone kawałkiem żelaza. Umożliwiało ono chwytanie owcy



Ryc. 13. Dereń kousa (*Cornus kousa*) 'Satomi'. Fot. Hanna Grzeszczak-Nowak.

za tylną nogę. Na Ukrainie z gałęzi dereni robiono fujarki, a w Mołdawii koła zębate, śruby i gwoździe.

Pole do popisu mieli ponadto uzdolnieni stolarze artyści obsługujący carskie pałace i dwory wielmożów. Celem doskonalenia umiejętności byli wysyłani przez Piotra I Wielkiego (1672–1725) do Anglii i Holandii.

Wyspecjalizowani w układaniu mozaik podłogowych i drewnianych paneli, a także w wytwarzaniu inkrustowanych mebli, pozostawili ślady swego kunsztu na długie lata.

Nie bez znaczenia jest również spora zawartość w korze i liściach garbników oraz barwników nieodzownych do obróbki wyrobów skórzanых. Warto jeszcze zaznaczyć, że w Gruzji wyrabia się z pędów derenia bardzo lekkie i trwałe kosze do zbioru winogron.

Omówione zalety drzewa, a przede wszystkim jego wiosenna atrakcyjność, pozwoliły mu zająć poczesne miejsce w kulcie, mitach i wierzeniach. Na Kaukazie jest otaczany nimbem świętości, jako opiekun rodziny i ogniska domowego. W dawnych domostwach gruzińskich gałązka derenia umieszczona na filarze nośnym dominowała powszechnie. Natomiast w Bułgarii wierzono, że młody pęd zapieczony w cieście noworocznym zwiastuje szczęście, a wędrujący kołędnicy, witając gospodarzy na Boże Narodzenie,



Ryc. 14. Dereń kousa (*Cornus kousa*) 'Schmetterling' – kwiaty. Fot. Hanna Grzeszczak-Nowak.

obowiązkowo stukali do ich drzwi kołkiem dereniowym – symbolem witalności i długowieczności.

Warto jeszcze zobrazować godny naśladowania sposób gromadzenia i ekspozycji dereni w wojsławickim Arboretum, stanowiącym od ponad dwudziestu lat filię Ogrodu Botanicznego Uniwersytetu Wrocławskiego. Znana z wielu udanych pomysłów, realizowanych z myślą o rozwoju tej cennej placówki, inspektor mgr inż. Hanna Grzeszczak-Nowak zaczęła od 1991 roku tworzyć kolekcję dereni, obejmującą już 10 gatunków i 55 różnych odmian. Na uwagę zasługuje dziewięć odmian derenia białego, posadzonych wraz z mieszańcami amerykańskiego derenia rozłogowego (*C. sericea* 'Flaviramea' i 'Budd's Yellow') oraz derenia świdwy (*C. sanguinea* 'Midwinter Fire'). Wyróżniają się one pięknymi pędami o barwach czerwonej, koralowej, seledynowej i żółtej.

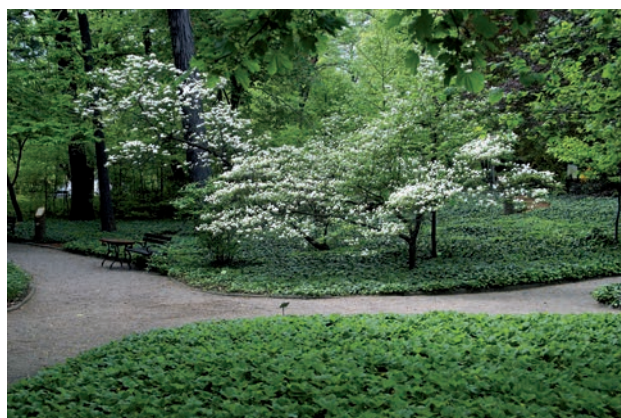
Cenne są również trzy gatunki dywanowych półkrzewów pochodzących z dalekiej północy, które rozprzestrzeniają się za pomocą podziemnych rozłogów.

Należy do nich przede wszystkim dereń kanadyjski (*C. canadensis*), dereń szwedzki (*C. suecica*) i jego mieszańce z kanadyjskim – *C. x unalaschkensis*. Przykuwają nasze oczy nie tylko okazałymi kwiatostanami, lecz także jaskrawoczerwonymi owocami i ładnym kolorem liści w jesieni.

Niezwykła uroda cechuje ponadto dwa podobne do siebie gatunki: rodzimy w Chinach i Japonii dereń pagodowy (*C. controversa*) oraz północnoamerykański dereń skrętolistny (*C. alternifolia*). Ich pstre odmiany można dojrzeć już z daleka ze względu na prawie białe liście i piętrowy układ poziomo ułożonych gałęzi. Niedawno Arboretum wzbogaciło się o odmianę ‘Candlelight’ o żółtym kolorze wiosennych liści i ‘Winter Orange’, wabiącą nas pomarańczowymi pędami. Poza tym nie możemy ominąć tzw. dereni wielkokwiatowych o obfitych kwiatostanach, pojawiających się od maja do sierpnia. Ich podsadki mają kształt płatków i dochodzą do szerokości 12 cm. Swą niewysłowioną urodą absorbują zwiedzających najbardziej dereń Nuttalla oraz dereń kwiecisty (*C. florida*).

Oprócz tego zasługuje na wyróżnienie zainteresowanie dereniem właściwym, czyli jadalnym, zwłaszcza, że jego liczne odmiany, kultywowane niegdyś w naszym kraju, już wyginęły. Celem odtworzenia upraw sprowadzono 17 selektów ukraińskich,

a z Arboretum w Bolestraszcach niedaleko Przemysła otrzymano w darze osiem polskich nowości, m.in. ‘Bolestraszczycki’, ‘Podolski’, ‘Szafer’ i ‘Słowianin’. Odznaczają się one owocami większymi od gatunku oraz kształtem nie tylko owalnym, lecz również kulistym i gruszkowatym. Owoce mogą być różowe, białe, prawie czarne i żółte. Od omawianego gatunku pochodzą też takie odmiany ozdobne, jak *ad exemplum* ‘Aurea’ o liściach złocistożółtych, ‘Variegata’ o biało obrzeżonych i ‘Aurea Elegantissima’ o żółto obrzeżonych. Można je podziwiać w nowej części Arboretum.



Ryc. 15. Kwitnące derenie (*Cornus*) w Ogrodzie Botanicznym Uniwersytetu Wrocławskiego. Fot. Hanna Grzeszczak-Nowak.

Dr Roman Karczmarczyk jest emerytowanym nauczycielem.

ZMIANY W ŚRODOWISKU WYWOŁANE SPIĘTRZENIEM WÓD RZEKI ANGARY I JEZIORA BAJKAŁ

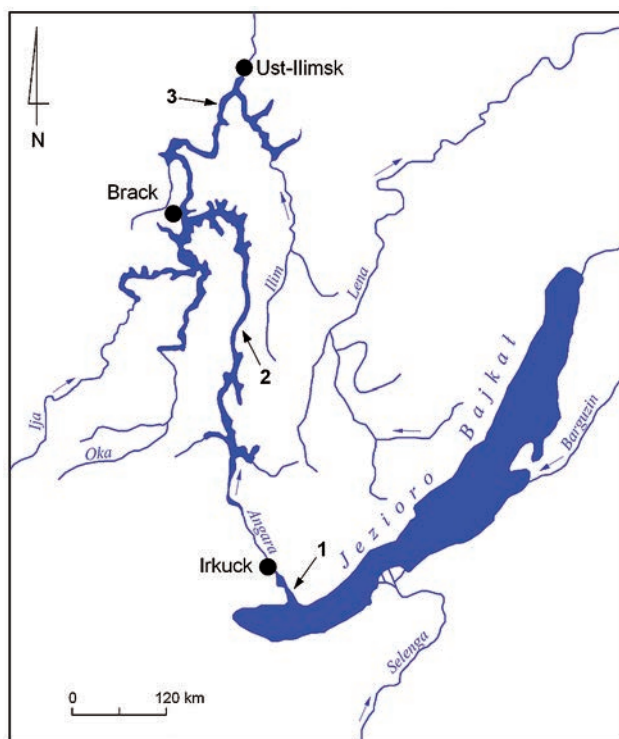
*Andrzej Jaguś (Bielsko-Biała), Victoria Khak, Elena Kozyreva (Irkuck),
Martyna Rzętała, Mariusz Rzętała, Tadeusz Szczepiek (Sosnowiec)*

Problematyka artykułu

W ostatnich kilku wiekach, w związku z rozwojem działalności gospodarczej człowieka, narastającym problemem stało się niewystarczające zaopatrzenie w wodę. W konsekwencji tworzone różnorodne zbiorniki retencyjne, poczynając od sadzawek czy stawów, a kończąc na zbiornikach zaporowych o największych możliwościach gromadzenia wody. Budowa potężnych zapór przegradzających doliny rzeczne jest znamieną zwłaszcza dla ostatnich kilkudziesięciu lat, a powstałe w ten sposób zbiorniki stanowią rezerwuary

wód na potrzeby bytowe i gospodarcze w aglomeracjach, konurbacjach, regionach przemysłowych i rolniczych. Zbiorniki zaporowe funkcjonują w różnych strefach klimatycznych i na różnych kontynentach, a ich pojemności sięgają stu kilkudziesięciu km³ wody (tab. 1). Światowa Komisja Zapor Wodnych (WCD) szacuje, że obecnie na świecie powstaje rocznie od 160 do 320 nowych wielkich zapór, a ich łączna ilość może sięgać 48 tysięcy (z tego około 22 tysiące na terytorium Chin). Ocenia się też, że na blisko połowie wielkich rzek świata znajduje się co najmniej jedna wielka zaporę.

Piętrzenie wód przynosi jednak z sobą szereg skutków środowiskowych, związanych z zatopieniem części doliny rzecznej. Obszar i skala wpływu utworzonego zbiornika na otoczenie są zazwyczaj tym



Ryc. 1. Lokalizacja zbiorników zaporowych na rzece Angarze: 1 – Zbiornik Irkucki, 2 – Zbiornik Bracki, 3 – Zbiornik Ust'Ilimski.

większe, im większą posiada on powierzchnię i pojemność. Przeobrażeniu ulegają: stosunki hydrologiczne, ukształtowanie terenu, lokalne warunki klimatyczne, siedliska, zagospodarowanie przestrzeni społeczno-gospodarczej, a zatem całość krajobrazu. Zmiany w środowisku są efektem działania procesów niewystępujących na danym obszarze w okresie przedzbiornikowym, np. falowania, abrazji (podcinania i rozmywania brzegów), wahań poziomu wód podziemnych, parowania z powierzchni zbiornika, wkraczania zbiorowisk roślinnych znamienych dla wód stojących. W niniejszym artykule, opierając się na badaniach własnych autorów oraz dostępnych danych literaturowych, przedstawiono wybrane następstwa spiętrzenia wód w dolinie rzeki Angary oraz w jeziorze Bajkał (obszar południowej części Syberii Wschodniej) w wyniku wybudowania na Angarze trzech zapór – w Irkucku, Bracku i Ust-Ilimsku (ryc. 1). Według raportu Międzynarodowej Komisji Wielkich Zapór (ICOLD), Zbiorniki Bracki i Ust'Ilimski pod względem pojemności plasowały się w końcu XX wieku na czołowych miejscach – drugim i trzynastym (tab. 1) – wśród największych zbiorników zaporowych świata.

Tab. 1. Największe pod względem pojemności zbiorniki zaporowe świata (wg: World Register of Dams, ICOLD 1999 – za Ośrodkiem Technicznej Kontroli Zapór IMGW).

Lp.	Nazwa	Pojemność [km ³]	Państwo	Kontynent
1	Kariba	180,6	Zambia/ Zimbabwe	Afryka
2	Brack	169,0	Rosja	Azja
3	High Aswan Dam	162,0	Egipt	Afryka
4	Akosombo	150,0	Ghana	Afryka
5	Daniel Johnson	141,9	Kanada	Ameryka Pn.
6	Xinfeng	139,0	Chiny	Azja
7	Gurt	135,0	Wenezuela	Ameryka Pd.
8	Bennett W.A.C.	74,3	Kanada	Ameryka Pn.
9	Krasnojarsk	73,3	Rosja	Azja
10	Zeya	68,4	Rosja	Azja
11	LG Deux Principal CD-00	61,7	Kanada	Ameryka Pn.
12	LG Trois Nord – Sud Barrage	60,0	Kanada	Ameryka Pn.
13	Ust-Ilim	59,3	Rosja	Azja
14	Boguchany	58,2	Rosja	Azja
15	Kuibyshev	58,0	Rosja	Europa
16	Serra da Mesa	54,4	Brazylia	Ameryka Pd.
17	Canippiscaw Barrage KA-3	53,8	Kanada	Ameryka Pn.
18	Cahora Bassa	52,0	Mozambik	Afryka
19	Bukhtarma	49,8	Kazachstan	Azja
20	Tucurui	49,5	Brazylia	Ameryka Pd.

Kaskada Angary

Angara jest rzeką o długości blisko 1,8 tys. km i powierzchni dorzecza około 1 mln km², wypływającą z jeziora Bajkał i uchodzącą do Jeniseju. Jej zasobność w wodę wyraża wielkość przepływu, która już przy wypływie z Bajkału wynosi około 2 tys. m³/s. W drugiej połowie XX wieku wzdłuż biegu rzeki utworzono trzy zbiorniki zaporowe – Irkucki, Bracki i Ust'Ilimski, przy czym realizowana jest budowa kolejnego zbiornika – Boguczańskiego, a planowana kilku następnych (ryc. 2). Zbiornik Boguczański znajduje się w końcowym stadium budowy (mimo planów uruchomienia pierwszych turbin hydroelektrycznych z końcem 2010 roku, operację tę przełożono na 2011 rok) i został uwzględniony w rankingu największych zbiorników świata na miejscu czternastym (tab. 1). Kaskada Angary (obecnie jeszcze trójstopniowa) ciągnie się na długości około 1000 km, a łączna powierzchnia zbiorników sięga prawie 7,5 tys. km². Najmniejszym i jednocześnie najwyższym zbiornikiem kaskady jest Zbiornik Irkucki, tworzący niejako „angarską” odnogę jeziora Bajkał, przez którą następuje odpływ jego wód. Zbiornik Irkucki posiada powierzchnię 154 km² i pojemność 2,1 km³. Jego głębokość maksymalna wynosi 35 m, a długość linii

brzegowej 276 km. Wymienione wartości są nieporównywalnie mniejsze od charakteryzujących parametry pozostałych dwóch zbiorników kaskady (tab. 2).

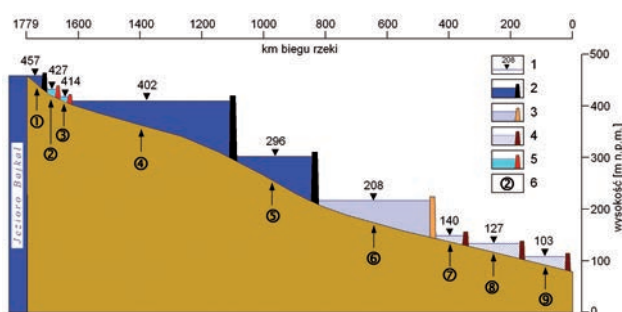
Tab. 2. Charakterystyka zbiorników wodnych kaskady Angary według G. I. Owczinnikowa (1996).

Parametr	Zbiornik wodny		
	Irkucki	Bracki	Ust'Ilimski
Powierzchnia [km ²]	154	5470	1833
Objętość [km ³]	2,1	169,7	62,7
Szerokość maksymalna [km]	7	25	12
Głębokość maksymalna [m]	35	150	94
Wahania stanów wody [m]	4,5	10,0	4,0
Długość linii brzegowej [km]	276	6030	2500

Kaskadę Angary, łącznie z podpiętrżonym przez zaporę w Irkucku jeziorem Bajkał, można określić mianem największego kaskadowego systemu wodnego na świecie. Samo jezioro Bajkał o powierzchni 31,47 tys. km² i głębokości maksymalnej 1637 m wypełnia przecież aż 23 tys. km³ wody, co czyni je największym na kuli ziemskiej zbiornikiem wody słodkiej.

Zbiorniki Irkucki, Bracki i Ust'Ilimski – a wkrótce również Boguczański – są akwenami wielofunkcyjnymi. Niezależnie od spełnianych przez akweny funkcji hydroenergetycznych, retencja zbiorników jest wykorzystywana do ochrony przeciwpowodziowej, służy zaopatrzeniu w wodę, a ponadto przyczynia się do kształtowania warunków żeglugi śródlądowej i turystyczno-rekreacyjnej aktywizacji strefy wybrzeża.

Dominującym kierunkiem eksploatacji zbiorników angarskiej kaskady jest produkcja energii elektrycznej. W obrębie zapór każdego kolejnego zbiornika



Ryc. 2. Schematyczny profil podłużny kaskady Angary: 1 – poziom piętrzenia wód w zbiornikach (m n.p.m.), 2 – zbiorniki istniejące, 3 – zbiorniki w budowie, 4 – zbiorniki planowane do realizacji, 5 – zbiorniki nierealizowane (projekty czasowo zawieszone lub zarzucone), 6 – kolejne zbiorniki kaskadowej zabudowy Angary (1 – Irkucki, 2 – Suchowski, 3 – Telmiński, 4 – Bracki, 5 – Ust'Ilimski, 6 – Boguczański, 7 – Dolnoboguczański, 8 – Motygiński, 9 – Strelkowski).

wybudowano hydroelektrownie o dużych mocach: 662 MW w Irkucku, 4515 MW w Bracku i 3840 MW w Ust-Ilimsku, a średnia roczna wielkość produkowanej przez nie energii elektrycznej wynosi odpowiednio: 4,1 TWh, 22,6 TWh, 21,7 TWh. Łącznie

jest to około 4,8% ogółu energii elektrycznej wytwarzanej w Rosji (i odpowiada ok. 30% całkowitej ilości energii elektrycznej wytworzonej w Polsce w 2007 roku). Uruchomienie hydroelektrowni o mocy 3000 MW nad Zbiornikiem Boguczańskim zwiększy możliwości produkcyjne energii elektrycznej o planowane 17,6 TWh.

Największe na świecie możliwości retencyjne zbiorników kaskady sprzyjają tzw. wyrównaniu przepływów Angary. Jest to następstwem retencjonowania



Ryc. 3. Zniszczone żelbetowe umocnienia brzegów Zbiornika Irkuckiego. Fot. M. Rzętała.

w zbiornikach wody w okresie zimowo-wiosennym i jej użytkowania w czasie letnio-jesiennego niedoboru. Takie gospodarowanie wodą zbiorników zapewnia ochronę przed powodzią i ochronę przed suszą płaskodennej doliny Angary, a zwłaszcza rozległych nizin w jej biegu dolnym.

Transportowe znaczenie jezior antropogenicznych na Angarze jest pochodną transportowego znaczenia tej rzeki w okresie sprzed utworzenia zbiorników. Powstanie akwenów teoretycznie poprawiło warunki żeglugi przyczyniając się do zwiększenia dostępności komunikacyjnej wielu wsi, osiedli i miast. Z drugiej strony, wiele lokalnych przepraw rzecznych – w warunkach istnienia zbiorników – zostało zlikwidowanych, o ile nie zastąpiono ich komunikacją odbywającą się na większym dystansie.

Turystyczno-rekreacyjne znaczenie zbiorników sprowadza się do kształtowania przestrzeni w strefie ich wybrzeży oraz wykorzystania retencji i powierzchni wodnej. Na wybrzeżach obserwuje się dynamiczną rozbudowę ośrodków wypoczynkowych i daczy, tworzenie pól biwakowych, nieformalnych obozowisk i wielu

innych obiektów bazy turystyczno-rekreacyjnej. Same akweny wykorzystuje się na potrzeby rejsów wycieczkowych, żeglarstwa, sportów motorowodnych, wędkarstwa i zwykle nieformalnego rekreacyjnego odłowu ryb. Działaniom tym towarzyszy przemysłowa eksploatacja zasobów wód stojących, np. przemysłowy odłów ryb, pobór wody do celów komunalnych i przemysłowych oraz nawodnień w rolnictwie (w Bajkale odławia się w celach spożywczych i handlowych endemiczny gatunek ryby nazywanej omulem, a z głębokości nawet kilkuset metrów pobiera się wodę dystrybuowaną następnie w formie butelkowanej). Niestety, częste są również przypadki, że omawiane akweny są odbiornikami ścieków bytowych, przemysłowych i komunalnych.



Ryc. 4. Abrazyjne zniszczenia użytków leśnych nad Zbiornikiem Brackim. Fot. M. Rzętała.

Skutki spiętrzenia wód

Spiętrzenie wód Angary spowodowało zatopienie dna doliny i wzniesienie horyzontu powierzchni wodnej na jej zbocza. Utworzona została tym samym nowa strefa kontaktu wód i lądu, w obrębie której uaktywnione zostały procesy charakterystyczne dla środowisk litoralnych, czyli brzegów jezior lub mórz. W Zbiorniku Ust'Ilimskim powierzchnia wodna znalazła się na rzędnej około 295 m n.p.m., w Zbiorniku Brackim 402 m n.p.m., natomiast

w Zbiorniku Irkuckim 457 m n.p.m. W związku ze wzniesieniem zwierciadła wód Bajkału na wysokość 456 m n.p.m., napętnienie Zbiornika Irkuckiego spowodowało podpiętrzenie wód jeziora średnio o kilkadziesiąt centymetrów. Wzrost poziomu wody w Bajkale zaobserwowano na całej długości linii brzegowej, choć najwyraźniej zaznaczył się w południowej części jeziora. Powstanie lub podwyższenie tafli wód stojących przyniosło z sobą szereg konsekwencji w środowisku Przyangarza i wybrzeży Bajkału, nierzadko determinujących możliwości gospodarowania człowiekiem. Istotnym jest przy tym fakt oddziaływania środowiskowego wód na zmiennych horyzontach, gdyż w wyniku prowadzonej gospodarki wodnej w zbiornikach, wahania poziomu wód wynoszą: 4,5 m w Zbiorniku Irkuckim oraz 10 m w Zbiorniku Brackim i 4 m w Zbiorniku Ust'Ilimskim.

Abrazja brzegów

Procesy abrazyjne – ze względu na zagospodarowanie terenów im podlegających – są dużym problemem strefy litoralnej Bajkału i kaskady angarskich zbiorników wodnych (ryc. 3, 4). Sprowadzają się one do niszczenia (kruszenia i rozmywania) brzegów wskutek uderzania fal. Za brzegi abrazyjne uznaje się odcinki, na których w dłuższym czasie ubywa osadów. Długość takich brzegów w obrębie akwenów kaskady Angary wynosi: 134 km na Zbiorniku Irkuckim (blisko połowa długości linii brzegowej), 2100 km na Zbiorniku Brackim (ponad 1/3 długości linii brzegowej) oraz 600 km na Zbiorniku Ust'Ilimskim (około 1/4 długości linii brzegowej). Zasięg rozmywania brzegów w okresie eksploatacji – od pierwotnej linii brzegowej w głąb lądu – osiągnął dla kolejnych zbiorników: 100 m, 200 m i 60 m, a powierzchnia zniszczonych ziem, czyli terenów utraconych to: 3 km², 50 km² i 6 km². Ekstremalne tempo abrazyj było rejestrowane na Zbiorniku Brackim i wynosiło 18 m/rok, natomiast największy rozmiar lokalnego cofnięcia brzegu został odnotowany na Zbiorniku Irkuckim – 500 m w ciągu prawie półwiecznego okresu eksploatacji. Procesom abrazyj w obrębie omawianych akwenów sprzyja udział w budowie wybrzeży podatnych na niszczenie utworów paleozoicznych i mezozoicznych przy jednoczesnym dużym nachyleniu brzegów Bajkału oraz zboczy dolin i płaskowyżów górnego Przyangarza, a także falowanie sięgające wysokości 5 m na Bajkale, 1,5 m na Zbiorniku Irkuckim i nawet 3,5 m na Zbiornikach Brackim i Ust'Ilimskim.

Rozmywane w procesie abrazyj osady tworzą przybrzeżną platformę abrazyjną. Mogą one być transportowane w głąb misy akwenu, ale także przemieszczać

się w strefie brzegowej. Efektem ich akumulacji brzegowej są różne formy, takie jak: wały brzegowe, kosy, mierzeje.



Ryc. 5. Osuwisko na wybrzeżu Zbiornika Brackiego. Fot. V. Khak.

Aktywizacja procesów osuwiskowych i erozyjnych

W strefie wybrzeży Bajkału oraz zbiorników kaskady Angary stwierdzono nasilenie procesów osuwiskowych (ryc. 5) i erozyjnych (ryc. 6) w stosunku do okresu poprzedzającego spiętrzenie. Przyczyn wzmożenia aktywności osuwiskowej należy upatrywać w abrazyjnym podcinaniu brzegów sprzyjającym zsuwaniu materiału sponad skarp, ale też w podwyższeniu poziomu wód podziemnych, które powoduje namakanie wyższych (bliższych powierzchni terenu) partii materiału skalnego w profilu geologiczno-glebowym. Namakanie materiału czyni go cięższym i podatniejszym na zsuwanie, a także sprzyja tworzeniu powierzchni poślizgu. Osuwiska w jednostkowych przypadkach mają zwykle powierzchnię dziesiątek hektarów, aczkolwiek zdarzają się większe. Tempo cofania krawędzi nisz osuwisk jest powiązane



Ryc. 6. Aktywizacja procesów erozyjnych na wybrzeżu Zbiornika Brackiego. Fot. V. Khak.

z okresami wysokiego piętrzenia wody w akwenach i wynosi nawet kilka metrów na rok. Cofnięcie nisz pojedynczych osuwisk, mierzone od momentu ich

powstania do chwili obecnej, sięga nawet 100 metrów. Procesami osuwiskowymi są objęte obok nieużytków również tereny leśne, grunty rolne, obszary osadnicze, obiekty komunalne itp.

Spiętrzenie wód sprzyja działaniu wspomnianych procesów erozyjnych, czyli bruzdowemu żłobieniu powierzchni ziemi, a na omawianym terenie stref brzegowych akwenów. Wpływa na to zwiększenie nachylenia stoków poddanych abrazji, które są rozcinane przez spływające wody opadowe lub wody bezpośrednich, drobnych dopływów. Powstające żłobki szybko ulegają poszerzaniu, a w krajobrazie powstają liczne bruzdy, rynny i wąwozy, lokalnie czyniące strefę brzegową niezdatną do zagospodarowania.



Ryc. 7. Zapadlisko sufozjno-krasowe na wybrzeżu Zbiornika Brackiego. Fot. M. Rzętała.

Intensyfikacja sufozji i krasowienia

Podwyższenie i wahania poziomu wód podziemnych, będące konsekwencją napełnienia i eksploatacji zbiorników kaskady Angary, spowodowały w strefie litoralnej i otoczeniu akwenów uaktywnienie procesów sufozjnych i krasowych (ryc. 7). Oba procesy polegają na wymywaniu materiału skalnego przez migrujące wody podziemne, przy czym sufozję wyróżnia mechaniczne przemieszczanie ziarn, a w przypadku krasowienia minerały są rozpuszczane i przechodzą do roztworu. Sufozja i krasowienie powodują zatem ubytek mas skalnych pod powierzchnią ziemi. Konsekwencje tych procesów na omawianym terenie uwiadcniają się między innymi w postaci lejów, zapadlisk, tzw. suchodołów, jeziorzek krasowych i sufozjnych, a nawet jaskiń. Formy te urozmaicają powierzchnię terenu wspólnie z podobnymi formami z okresu przedzbiornikowego, przy czym wyraźna strefa aktywizacji sufozji i krasowienia rozciąga się w pasie o szerokości 1 km od linii brzegowej – nasilenie występowania form jest widoczne na obszarze do 6 km od linii brzegowej.

Rozwój procesów eolicznych

Procesy eoliczne (działalność wiatru) na omawianym obszarze związane są przede wszystkim ze strefą brzegową Bajkału i Zbiornika Brackiego. Źródłem materiału dla współczesnych procesów eolicznych nad Bajkałem są stare terasy bajkalskie, a nad Zbiornikiem Brackim nowo powstałe płaskie, plażowe brzegi, zbudowane z osadów piaszczystych. Wybrzeża tak dużych akwenów są poddane intensywnej działalności wiatru, łatwo nabierającego prędkości nad rozległą powierzchnią wodną. W przypadku gospodarki zbiornikowej procesom eolicznym sprzyja też niski poziom piętrzenia wód ze względu na odsłanianie pasy plażowe. Na Zbiorniku Brackim szerokość plaż może dochodzić w takich warunkach do 350 metrów. Zwłaszcza wtedy materiał piaszczysty jest wywiewany z plaży, a jego akumulacja następuje poza strefą brzegową, zwykle przy współudziale roślinności. Tworzące się nad Zbiornikiem Brackim wydmy osiągają ponad metr wysokości i lokalnie pokrywają powierzchnie rzędu kilkunastu tysięcy m² (ryc. 8).



Ryc. 8. Formy akumulacji eolicznej na wybrzeżu Zbiornika Brackiego. Fot. V. Khak.

Działalność eoliczna nad Bajkałem zachodzi na znacznie większą skalę ze względu na obfitość luźnego materiału tworzonego w ciągu historii geologicznej jeziora. Głównie jest to materiał akumulacji rzeczno-jeziornej ze środkowego plejstocenu oraz współczesne osady jeziorne. Na niektórych obszarach materiał jest intensywnie wywiewany – pozostają tam tylko większe okruchy o średnicy do kilku centymetrów. Na innych spotyka się wędrujące wydmy typu barchan, a także rozległe kompleksy piaszczyste z charakterystycznymi „kroczącymi” drzewami o odsłoniętych przez wiatr korzeniach. Podpiętrzenie wód Bajkału ograniczyło rozwój procesów eolicznych ze względu na zatopienie znacznych powierzchni oraz zwiększenie zawilgocenia nadwodnych piasków. W strefie tej rzadkością stały się charakterystyczne dla wybrzeży Bajkału tzw. „śpiewające piaski”.

Zjawisko to polega na drganiu drobnych ziaren piasku pod wpływem wiatru i wydawaniu dźwięków o określonej częstotliwości.



Ryc. 9. Rozwój roślinności wodnej w warunkach podpiętrzenia wód Bajkału. Fot. M. Rzętała.

Splywanie oraz tworzenie torfowisk i mokradeł

Napełnianie mis zbiorników kaskady Angary spowodowało zatopienie lub podtopienie (wskutek podwyższenia poziomu wód podziemnych) występujących na tym obszarze ekosystemów bagiennych. W efekcie następowały spływy przesyconych wodą pakietów osadów organicznych (w tym pakietów torfu) do toni wodnej zbiorników. Procesy te dotyczyły także wybrzeży Bajkału. Obecnie są obserwowane rzadko – jedynie w okresach dużych podpiętrzeń wody, bliskich maksymalnym poziomom piętrzenia. Przeciwnieństwem likwidacji torfowisk i mokradeł położonych w niższych partiach terenu było tworzenie nowych ekosystemów tego typu na wyższym horyzoncie, gdyż podtopieniu uległy obszary wcześniej umiarkowanie uwilgotnione, co zainicjowało procesy bagienne, w tym torfotwórcze (ryc. 9). Warto nadmienić, że spływy osadów organicznych do zbiorników kaskady Angary już w początkowym okresie ich funkcjonowania przyczyniały się do wzbogacania pokarmowego wód. Wzrost żyzności wód zbiorników jest rejestrowany do chwili obecnej, co wynika ze znacznie mniejszych możliwości samooczyszczania i jednocześnie większych skłonności do produkcji biologicznej środowiska wód stojących w odniesieniu do dawnego ustroju rzeczno-jeziornego. Wyrazem tego są: wzrost stężenia substancji biogennych, deficyty tlenu, rozwój fitoplanktonu i inne.

Uwagi końcowe

Procesy środowiskowe działające w efekcie spiętrzenia wód Angary i Bajkału powodują wiele szkód gospodarczych, między innymi w: osadnictwie

(np. zniszczenia infrastruktury), rolnictwie (np. utrata użytków rolnych), leśnictwie (np. degradacja gruntów leśnych), żegludze śródlądowej (np. zamulanie szlaków żeglownych i basenów portowych), sferze usług komunalnych (np. zniszczenia ujęć wody). Jednocześnie są jednak wyrazem reakcji przyrody na proces antropogenizacji środowiska. Skalę zmian środowiskowych wywołanych utworzeniem kaskady Angary należy postrzegać ponadregionalnie nie tylko w kontekście wielkości akwenów (zaliczanych do największych na kuli ziemskiej), ale też ze względu na tożsamość procesów z występującymi na obiektach mniejszej rangi.

Analiza procesów związanych z piętrzeniem wód jest szczególnie istotna dla identyfikacji negatywnych (zwykle niezamierzonych) skutków tworzenia zbiorników wodnych, takich jak: występowanie podtopień,

pogarszanie jakości wód, abrazja, zamulanie itd. Znajomość istoty i skali zmian środowiskowych w otoczeniu zbiorników wodnych pozwala na ograniczenie niekontrolowanej żywiołowości w zagospodarowywaniu wybrzeży, a także podejmowanie działań zapobiegających lub ograniczających niekorzystne oddziaływanie zbiorników. W odniesieniu do zbiorników zaporowych, już w fazie zamierzeń ich budowy potrzebne są wielowariantowe i interdyscyplinarne oceny oddziaływania na środowisko, uwzględniające doniesienia na temat skutków piętrzenia wód na całym świecie.

Artykuł przygotowano w ramach realizacji projektu międzynarodowego niewspółfinansowanego pt. „Konsekwencje piętrzenia wody rzek, jezior i zbiorników wodnych..”

Dr Andrzej Jaguś, Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej, Instytut Ochrony i Inżynierii Środowiska; e-mail: ajagus@ath.bielsko.pl

Dr Victoria Khak, Dr Elena Kozyreva, Instytut Skorupy Ziemskiej, Syberyjski Oddział Rosyjskiej Akademii Nauk, Zakład Geologii Inżynierskiej i Geoekologii, Irkuck, Rosja; e-mail: khak@crust.irk.ru

Dr Martyna Rzętała, Prof. dr hab. Tadeusz Szczepiek, Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk o Ziemi, Katedra Geografii Fizycznej, Zakład Geografii Fizycznej Ogólnej, Sosnowiec

Dr hab. Mariusz Rzętała, Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk o Ziemi, Katedra Geografii Fizycznej, Zakład Hydrologii i Gospodarki Wodnej Obszarów Urbanizowanych, Sosnowiec; e-mail: mrz@wnoz.us.edu.pl

REKULTYWACJA KRAKOWSKICH ZAKŁADÓW SODOWYCH SOLVAY – SUKCES CZY PORAŻKA?

Mateusz Okrutniak (Kraków)

Od niepamiętnych czasów przekształcamy środowisko na własne potrzeby. Początkowe destrukcyjne działanie ograniczające się do wypalania łąk i lasów na potrzeby upraw zamieniło się w wyrafinowane techniki zmierzające do eksploatacji zasobów przyrody. O ile te pierwsze pozwalały na względnie szybką rewitalizację ekosystemu, o tyle kolejne, mimo upływu lat, pozostawiły niejednokrotnie nie zblizniające się rany na powierzchni Ziemi. Towarzyszący nam nieustannie rozwój myśli naukowo-technicznej powoduje szybkie zmiany we wszystkich aspektach naszego życia, sprawiając, że egzystencja staje się nie tylko łatwiejsza i wygodniejsza, ale pełna poważnych zagrożeń dla środowiska naturalnego, jak i dla nas samych. Wielkość emisji zanieczyszczeń do powietrza, gleby i wód, eksploatacja złóż naturalnych czy wreszcie składowanie odpadów na powierzchni ziemi przybrały w ostatnim stuleciu niespotykane dotąd rozmiary.

W tym roku mijają dwadzieścia trzy lata od przyjęcia przez Zgromadzenie Ogólne Narodów Zjednoczonych raportu specjalnej niezależnej Komisji ds. Środowiska i Rozwoju – „Nasza Wspólna Przyszłość”, w którym po raz pierwszy precyzyjnie przedstawiono zasady nowej polityki harmonijnego, zrównoważonego rozwoju. Komisja głosiła optymistycznie: „*Ludzkość potrafi sprawić, że rozwój stanie się zrównoważony, aby zapewnić zaspokojenie potrzeb ludzkości bez uszczerbku dla przyszłych pokoleń*”.

Czy rzeczywiście potrafimy realizować w taki sposób nasze cele? Niewątpliwie możemy zauważyć wzrost świadomości ekologicznej wśród społeczeństwa i działania zmierzające do przywrócenia stanu pierwotnego zdegradowanych obszarów.

Jednym z przykładów powyższego działania jest teren osadników po byłych Krakowskich Zakładach Sodowych. Zlokalizowany w pld.-zach. części Krakowa

w dolinie rzeki Wilgi w trakcie dziesiątków lat działalności zakładów chemicznych przybrał postać białej pustyni. Po latach znowu powróciło na niego życie.



Ryc. 1. Solvay'owski step. Fot. Mateusz Okrutniak

16 kwietnia 1901 roku z inicjatywy Bernarda Libana rozpoczyna się budowa „B & W Liban – Fabryka Produktów Chemicznych w Podgórzu”. Usytuowana ówczesnie poza granicami administracyjnymi miasta Krakowa, dziś stanowi jego integralną część. Głównym powodem takiej, a nie innej lokalizacji jest dostępność surowców – wapienia z kamieniołomu Zakrzówek i Liban, soli z kopalni Wieliczka i Barycz oraz wody z płynącej nieopodal Wilgi. Kilka lat później przedsiębiorstwo wykupuje belgijski chemik i przemysłowiec, wynalazca przemysłowej metody otrzymywania sody – Ernest Solvay. Pierwsze lata działalności zakładów pozwalają na uzyskiwanie 5 ton sody surowej na dobę, w latach 60. będzie to już 600 ton. Produkty handlowe zakładów stanowi soda krystaliczna, kaustyczna, oczyszczona, salmiak techniczny i farmaceutyczny, dwutlenek węgla oraz węglan wapnia. Duże ilości odpadów poprodukcyjnych wymuszają już w latach 30. budowę kompleksu wielkopowierzchniowych osadników, w których rozpoczyna się powolny proces deponowania szlamów podestylacyjnych i posolankowych. Z biegiem lat ilość zbiorników będzie się sukcesywnie zwiększała, zajmując pod koniec lat 80. 70 ha. Korona obwałowań najwyższych osadników sięgnie prawie 30 m ponad teren rodzimy, a ilość zgromadzonych odpadów oszacowana zostanie na 5 mln ton.

Do budowy wałów osadników wykorzystywano popioły paleniskowe, żużel z kotłowni i niedopały kamienia wapiennego. Gromadzony w nich szlam zawierał głównie: węglan wapnia (CaCO_3), chlorek wapnia (CaCl_2), SiO_2 , P_2O_5 , CaSO_4 , MgSO_4 , BaSO_4 , NaCl . Kolor i płynna konsystencja osadów sprawiły, że nazwano je „białymi morzami”. Zdekantowany, klarowny płyn z osadników systemem sączków, drenów, a następnie rowami opaskowymi był odprowadzany

na klarowniki, skąd przepompowywany trafiał do rzeki Drwiny. Pomimo tych zabezpieczeń do rzeki Wilgi przedostawały się odsącza. Badania przeprowadzone w latach 1985–1987 wykazały, że średnie stężenie jonów Cl^- w rzece poniżej składowiska było 60-krotnie wyższe od zarejestrowanego w jej górnym biegu. Mimo upływu lat wiosną i po wzmożonych opadach wciąż można dostrzec odcieki z hałd.

Wydawać by się mogło, że na terenach gdzie poziom zasolenia i odczyn jest na tak wysokim poziomie, gdzie nie ma struktury glebowej i jest niedobór biogenów (azotu i potasu – pierwiastków budujących organizmy i pozwalających na ich prawidłowe funkcjonowanie) nie pojawi się prędko życie. Jakież musiało być zdumienie pośród badaczy, gdy już w pierwszym sezonie wegetacyjnym po częściowym wyschnięciu osadów na tym martwym terenie przypominającym spękaną dno słonego jeziora pojawiła się roślinność. Specyficzna oferta podłoża przyciągnęła organizmy o wysokim powinowactwie wobec pierwiastków występujących na tym terenie w nadmiarze. Pionierami były glony, które stworzyły zielono-żółtą powłokę, następnie grzyby umożliwiające sukcesję mchów i roślin naczyniowych. W kolejnych latach wkroczyły samosiejki okolicznych gatunków drzew: brzozy, osiki, wierzby i topoli dowodząc niewiarygodnej wprost siły vitalnej natury.



Ryc. 2. Teren zadrzewiony. Fot. Mateusz Okrutniak

W 1975 roku ówczesny Wydział Rolnictwa, Leśnictwa i Skupu Urzędu Dzielnicego Kraków – Podgórze, zdając sobie sprawę z konieczności poprawy stanu środowiska tych terenów i wspomżenia naturalnych procesów sukcesji działaniami człowieka, zdecydował o rekultywacji składowiska. Jej biologiczny etap powierzono Instytutowi Melioracji Rolnych i Leśnych Akademii Rolniczej w Krakowie, który w latach 1975–1978 podjął udaną próbę obsadzania skarp i ich podnóży krzewami i drzewami o szczególnie niskich wymaganiach glebowych i siedliskowych. Pośród nich znalazły się m.in.: modrzew

europyjski (*Larix europaea*), brzoza zwyczajna (*Betula verrucosa*), wierzba płacząca (*Salix alba vittelina*), oliwnik wąskolistny (*Eleagnus angustifolia*), dereń syberyjski (*Cornus alba* var. *sibirica*), złota porzeczka (*Ribes aurea*) i karagana (*Caragana arborescens*).



Ryc. 3. Biały urobek wydobyty z wnętrza osadników. Fot. Mateusz Okrutniak

Na kolejne działania trzeba było czekać trzynaście lat. W 1989 r. wciąż przynoszące zyski Krakowskie Zakłady Sodowe z przyczyn środowiskowych postawiono w stan likwidacji. Dwa lata później rozpoczęto prace demontażowe aparatury i urządzeń produkcyjnych oraz właściwe działania rekultywacyjne osadników, które trwały do 1996 r. Obejmowały one trzy fazy:

- rekultywację przygotowawczą (szczegółowe opracowanie dokumentacji techniczno-kosztorysowej mającej na celu rozpoznanie nieużytku pod względem położenia, powierzchni, rzeźby terenu, budowy geologicznej itp.);
- rekultywację techniczną (właściwe ukształtowanie rzeźby terenu, wyrównanie powierzchni składowiska, zapewnienie odpowiedniego nachylenia i umocnienie skarp, badanie stateczności, regulacje stosunków wodnych, pokrycie toksycznych osadów i jałowego gruntu dywanową warstwą gleby oraz budowę dróg dojazdowych);
- rekultywację biologiczną (odbudowa biologiczna zboczy, wytworzenie nowej warstwy gleby przy współudziale roślin, szczególnie gatunków próchnico-twórczych takich jak rośliny motylkowe i trawy).

W celu poprawy warunków podłoża zastosowano domieszki torfu, gleby i szlamu z kolektora odprowadzającego ścieki komunalne z oczyszczalni w Nowej Hucie. Wykorzystując powyższe materiały, jak również gruz oraz podglebie z głębokich wykopów, powierzchnię osadników pokryto 10–30 cm warstwą gleby. Dodatkowo w celu przyspieszenia rekultywacji opracowano również metody ulepszania gruntu z zastosowaniem kompleksu nawozów mineralnych (NPK). Dla tak przygotowanego podłoża bardzo istotnym czynnikiem był również dobór odpowiednich

gatunków roślin, bez których całe przedsięwzięcie skazane byłoby na niepowodzenie. Pośród najbardziej istotnych kryteriów jakimi się sugerowano należy wyróżnić przede wszystkim niskie wymagania glebowe, wysoki stopień odporności na niekorzystne warunki podłoża i atmosfery oraz duże zdolności adaptacyjne. Nie bez znaczenia były również walory estetyczne. Teren obsiano mieszkanką pastwiskową – różnych gatunków roślin motylkowych, które inicjują odtwarzanie profilu glebowego oraz traw, które spajają i gęsto porastają podłoże. Rośliny motylkowe żyjąc w symbiozie z mikroorganizmami wiążącymi azot (z grupy *Rhizobium*, *Actinomyces alni* i inne), uwalniają jego znaczne ilości do podłoża, które na terenach przemysłowych szczególnie jest w niego ubogie. Na omawianym obszarze możemy spotkać również: nostrzyk żółty (*Melilotus officinalis*), nostrzyk biały (*Melilotus albus*), wrotycze (*Tanacetum vulgare*), trzcinnik piaskowy (*Calamagrostis epigios*), wierzbówkę kiprzącą (*Chamaenerion angustifolium*), krwawnik pospolity (*Achillea millefolium*), jastrzębiec wysoki (*Hieracium piloselloides*), kruszczyk rdzawoczerwony (*Epipactis atrorubens*), komonice zwyczajną (*Latus corniculatus*), koniczynę białą (*Trifolium repens*), lucernę siewną (*Medicago sativa*) oraz niektóre gatunki łubinów (*Lupinus* sp.).

Kolejnym etapem rekultywacji było ponowne nasadzenie drzew i krzewów, z uwzględnieniem gatunków, jakie dawały oczekiwane rezultaty w latach wcześniejszych. Na tym etapie właściwe działania rekultywacyjne zakończono. Należy pamiętać, że florę introdukowaną na terenach Solvay'a przez człowieka wzbogacają również gatunki sąsiadujące, których nasiona roznoszone są przez wiatr (anemochoria), człowieka (antropochoria) i ptaki (ornitochoria). Dziś poza wspomnianymi wyżej gatunkami możemy spotkać brzozę brodawkowatą (*Betula pendula*), topolę włoską (*Populus italica*), lipę drobnolistną (*Tilia cordata*), klon jesionolistny (*Acer negundo*), trzmielina brodawkowatego (*Evonymus verrucosa*), forsycję pośrednią (*Forsythia intermedia*) i głóg dwuszyjkowy (*Crataegus oxyacantha*). Płytką warstwą żyznego podłoża, wysoka zawartość węgla wapnia i skrajnie wysokie pH sprawiają, że drzewa zmuszone są prowadzić swoje systemy korzeniowe płytko pod powierzchnią gleby. Nie pozwala to na właściwy ich rozwój, przez co tylko nieliczne osobniki osiągają właściwe rozmiary, większość drzew ma postać krzewiastą.

Powolny proces powracania roślin na te niegościnnie tereny stał się modelowym przykładem sukcesji – jako permanentnego procesu kolonizacji przez jedne gatunki z jednoczesnym ginieciem innych. Pierwszą jej fazę rozpoczęły ugrupowania pionierskie i grupa

roślin wprowadzonych przez człowieka. W kolejnej fazie wolne nisze ekologiczne zostały zagarnięte przez nowe gatunki. Trzecia faza jest najwyższym osiągnięciem przyrody – stadium klimaksu. Jest to końcowe, stabilne stadium biocenozy, w której tworzące ją populacje znajdują się w dynamicznej równowadze z gradientami środowiskowymi. Na obszarze Solvay'a wyróżniamy dwa typy siedlisk:

- tereny otwarte we wczesnym stadium sukcesji, zamieszkałe przez rośliny zielone i jednoroczne byliny. Stanowią one odpowiednik terenów stepowych i zajmują ok. 65% całości (ryc. 1);
- tereny zadrzewione (zaroślowe i leśne) stanowiące odpowiednik remiz i lasu, obejmują pozostałe 35% (ryc. 2).

To właśnie ta różnorodność nowych siedlisk oferująca bazę pokarmową i miejsca schronienia przyciągnęła również reprezentantów królestwa zwierząt. Skrajnie zdegradowany obszar powstały po dewastacyjnej działalności zakładów dał możliwość wykonania w Katedrze Zoologii i Ekologii Uniwersytetu Rolniczego kompleksowych prac faunistycznych umożliwiających poznanie mechanizmów renaturyzacji takich terenów. Zinventaryzowano mezo- i makrofaunę glebową oraz przejawy ich adaptacji do zastanego środowiska. Określono katalog zwierząt wskaźnikowych będących elementem monitoringu. Zbadano związki fauny z sukcesją zbiorowisk roślinnych oraz przeprowadzono eksperymentalne modelowanie i stymulowanie rozwojem fauny glebowej w celu przyspieszenia procesów glebotwórczych.

Z teoretycznego punktu widzenia wydawać by się mogło, że cienka warstwa antropogenicznej gleby i znajdujące się pod nią wielometrowe osady skutecznie odstraszą organizmy glebowe drążące głębokie korytarze. Rzeczywistość okazała się jednak inna. Pośród osobliwości fauny wykazano obecność dżdżownicy, która wkroczyła w toksyczny osad. Jest to *Lumbricus terrestris* L. – gatunek penetrujący najgłębsze warstwy pośród rodzimych przedstawicieli, drąży korytarze sięgające nawet poniżej 2 m, zasiedlając środowiska, w których pH waha się od 4,0 do 7,0 (powierzchniowa warstwa nawiezionnej gleby na terenie osadników wykazuje wartość pH na poziomie 8,5, osad – 12,2). Drugim gatunkiem wartym zwrócenia uwagi jest kompostowiec – *Eisenia fetida* (Sav.), preferujący przenawożone środowisko podczas, gdy cienka pokrywa ziemna osadników jest uboga w próchnicę [patrz Wszechświat, 2000, 1–3, str. 44–45]. Obecność organizmów glebowych jest dla nas nadzwyczaj istotna gdyż to właśnie one stanowią ogniwo spajające i warunkujące właściwe funkcjonowanie wszystkich składowych ekosystemu. Odgrywają one kluczową rolę w początkowych etapach remediacji przemysłowych

środowisk. Ich aktywność widoczna na każdym etapie przekształceń środowiska glebowego podnosi jego produktywność i żyzność. Próby wprowadzania populacji starterowych *E. fetida* (Sav.) na teren osadników nie przyniosły jednak oczekiwanych rezultatów, było to spowodowane prawdopodobnie niestabilnymi warunkami siedliskowymi oraz presją drapieżników.



Ryc. 4. Plac budowy. Fot. Mateusz Okrutniak

Pośród wszystkich komponentów edafonu wkraczających na tak przekształcony teren można zaobserwować również różne gatunki mrówek. Przeprowadzone latem i jesienią 2002 r. oraz wiosną 2003 r. badania nad ich obecnością jako wskaźnikiem stopnia rekultywacji terenów przemysłowych wykazały występowanie sześciu gatunków należących do trzech rodzajów: *Formica* (zbójnica krwista – *Formica sanguinae*, mrówka rudnica – *Formica rufa*, pierwomrówka łagodna – *Formica fusca*), *Myrmica* (wścieklica zwyczajna – *Myrmica levinodis*) oraz *Lasius* (hurtница pospolita – *Lasius niger*, podziemnica zwyczajna – *Lasius flavus*). Z kolei badania w latach 2000–2001 pozwoliły na określenie fauny roślinożerców. Zebrano przedstawicieli 11 rzędów z dwóch gromad zaliczających się do stawonogów (prostoskrzydłe, ważki, sieciarki, pluskwiki równoskrzydłe, pluskwiki różnoskrzydłe, chrząszcze, skórkowate, błonkówki, muchówki, motyle i pajęczaki). Następnie porównano liczebność i biomasę szarańczowatych (*Acrididae*), będących znaczącymi przedstawicielami roślinożerców odłowionych na terenie badawczym z terenem kontrolnym przylegającym bezpośrednio do składowiska i charakteryzującym się podłożem naturalnym. Umożliwiło to wyciągnięcie wniosków odnośnie przeprowadzonej tam rekultywacji. Brak statystycznie istotnych różnic pomiędzy tymi dwoma badanymi terenami dowiódł, że rekultywacja na poziomie mezofauny zakończyła się sukcesem.

Pająki – reprezentanci makrofauny, chociaż uznawane są za pionierów w zasiedlaniu wolnych nisz ekologicznych terenów rekultywowanych, nie odniosły

znaczącego sukcesu na omawianym obszarze. Odłowione okazy latem i jesienią 2002 r. reprezentowały zaledwie pięć rodzin (wszystkie należały do podrzędu Opisthothela). Najlicniejszym gat. był wałęsak leśny (*Pardosa lugubris*). Tutejsza ubogość Araneidae może być spowodowana regularnie występującymi pożarami, które co wiosnę trawia ich siedliska. Podobne wnioski wyciągnięto na podstawie odłowów ślimaków przeprowadzonych w latach 1998–1999.

Duża ilość ich pustych muszli świadczy o znacznej śmiertelności prawdopodobnie spowodowanej tym samym czynnikiem. Reprezentowane są zaledwie przez pięć gat. należących do dwóch rodzin (rodzina Helicidae: ślimak przydrożny – *Helicella hobbia*, ślimak winniczek – *Helix pomatia*, ślimak ogrodowy – *Cepaea hortensis*, ślimak gajowy – *Cepaea nemoralis*, rodzina Zonitidae: szklarka gładka – *Oxychilus glaber*). Zebrane gatunki nie tworzyły charakterystycznego zespołu dla terenów stepowych, suchych i mocno nasłonecznionych, lecz raczej przypadkowy zlepek poszczególnych gatunków wykorzystujący bogactwo składników podłoża i pokarmu.

Solvayowy step zamieszkują również gryzonie, szczególnie liczną populację stanowi nornik zwyczajny (*Microtus arvalis*), mysz zaroślowa (*Apodemus silvaticus*) i mysz polna (*Apodemus agrarius*). Teren zadrzewiony wzbogacają jeszcze dwa gatunki: mysz leśna (*Apodemus flavicollis*) oraz nornica ruda (*Clethrionomys glareolus*) potwierdzając spójność z postępowaniem sukcesyjnym flory. Przedstawicielem owadożernych jest ryjówka aksamitna (*Sorex araneus*) i jeż wschodni (*Erinaceus concolor*). W 1998 r. nie stwierdzono obecności kreta (*Talpa europea*), jednak już dwa lata później powierzchnie osadników były dość licznie pokryte sypanymi przez nie kopcami, znacznie różniącymi się od tych, do których widoku jesteśmy przyzwyczajeni na co dzień [patrz Wszechświat, 2000, 1–3, str. 44–45]. Ich śnieżno biały kolor dowodził penetracji przez krety wnętrza osadnika.

Niedługo po rozpoczęciu prac rekultywacyjnych rozpoczęto badania awifauny Solvaya. Miały one na celu stwierdzenie jak daleko idące zdolności adaptacyjne do warunków zmienionych przez człowieka obserwujemy u ptaków? Jak odnajdują się w trwale przekształconym środowisku zmuszone szukać nowych ostoj w ich stale kurczącym się środowisku?

Zmiany w biotopie spowodowane produkcją sody kalcyonowanej i kaustycznej nie wpłynęły zasadniczo na zubożenie składu gatunkowego ptaków. W 1994 r. wykazano występowanie 42 gatunków lęgowych. Obserwacje w latach kolejnych potwierdzały stabilność populacji lęgowych (2000 r. – 39 gatunków, 2001 r. – 40 gatunków). Sztucznie stworzone skarpy osadników

upodobały sobie kuropatwy (*Perdix perdix*) i bażanty (*Phasianus colchicus*), wczesne fazy sukcesji na otwartych obszarach osadników kuszą makolągwy (*Acanthis cannabina*), skowronki polne (*Alauda arvensis*), kopciuszki (*Phoenicurus ochruros*), trznadla (*Emberiza citrinella*). W zakrzaczonych i zadrzewionych miejscach skrywają się zięby (*Fringilla coelebs*), zaganiacze (*Hippolais icterina*), dzwońce (*Carduelis chloris*), drozdy śpiewaki (*Turdus philomelos*). Przykładowo wymienione gatunki należą do pospolitych i licznych w całej Małopolsce. Spotkać tu



Ryc. 5. Budowa drogi dojazdowej. Fot. Mateusz Okrutniak

jednak można również ornitologiczne niespodzianki takie jak białorzytka (*Oenanthe oenanthe*), której populacja lęgowa Małopolski szacowana jest na 2 tys. par. W sezonie lęgowym osadniki zamieszkują 1–2 pary. Wiosną na najpóźniej rekultywowanych osadnikach słyszeć również charakterystyczne „derkania”, ich autorem jest kandydat do Polskiej Czerwonej Księgi – derkacz (*Crex crex*).

Obecność wszystkich wymienionych tutaj gatunków roślin jak i zwierząt jest namacalnym dowodem powolnej drogi do zwycięstwa sił witalnych przyrody nad niszczycielskim działaniem człowieka. Odstraszący niegdyś teren „białych mórz” znów stał się miejscem spacerów mieszkańców okolicznych osiedli. Zieleń tego miejsca, zlokalizowanego de facto w pobliżu jednych z najbardziej ruchliwych ulic Krakowa pozwala na chwilę relaksu i zapomnienia z jak bardzo przekształconym środowiskiem mamy do czynienia żyjąc w zurbanizowanych miastach.

Sam teren, na którym znajdowała się infrastruktura produkcyjna KZS poddano kompleksowemu zagospodarowaniu. Proces rozbiórki budynków i budowli fabrycznych, wstępna rekultywacja i realizacja projektów były koordynowane przez Agencję Rozwoju Regionu Krakowskiego. Doskonała lokalizacja przy głównej trasie wylotowej z Krakowa sprawiła, że omawiany obszar cieszył się dużym zainteresowaniem wśród zagranicznych inwestorów. W wyniku

rozstrzygniętego w 1996 r. międzynarodowego konkursu na terenie dawnej fabryki powstało Centrum Handlowe Zakopianka, którego głównym elementem jest hipermarket francuskiej firmy Carrefour wraz z galerią handlową oraz market budowlany Castorama. Pozostałą część terenu wydierżawiono polskim firmom handlującym materiałami budowlanymi. Przeprowadzenie wszystkich inwestycji o tak dużej wartości było możliwe dzięki bardzo wysokim nakładom finansowym podmiotów prywatnych (ponad 60 mln \$), które kilkunastokrotnie przekroczyły wielkość nakładów publicznych. Odtworzono zlikwidowane miejsca pracy. W czasach swej świetności KZS zatrudniały ok. 1500 osób, w 1999 r. w CHZ pracę znalazło blisko 2000 osób.



Ryc. 6. Białe morza – czynne osadniki Solvaya wypełnione węglanem wapnia – 1991 r. (za Poda 1999).jpg

Pozostaje jeszcze pytanie, co z pozostałymi 70 ha?

Racjonalne zagospodarowanie tak dużego obszaru i nadanie mu charakteru rekreacyjno – sportowego wydawałoby się najlepszym rozwiązaniem. Takich rozmiarów park byłby ewenementem na skalę Polski, mógłby nadać miastu specyficzny i indywidualny charakter. Już w XIX w. zauważono, że zbyt duża koncentracja ludzi w jednym miejscu może prowadzić do różnych patologii i wzrostu agresji, co częściowo może być łagodzone przez dużą ilość zieleni w mieście. Zrozumiano, że jej obecność jest niezbędna do prawidłowego funkcjonowania miast. Tereny zieleni miejskiej pełnią funkcje rekreacyjne i zdrowotne łagodząc negatywne skutki życia w metropolii. W niezwykle szybkim tempie życia jakie obecnie prowadzimy parki miejskie stanowią jedyny pomost do świata przyrody, która daje wytchnienie oferując ciszę i spokój, której podświadomie szukamy.

Przedstawiony pierwotnie w 1994 r. miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego uwzględnił

na terenie stawów osadowych utworzenie terenów leśno-parkowych. W 2003 r. plan ten stracił ważność. W 2005 r. postanowiono, że część objętych wieloletnimi zabiegami rekultywacyjnymi osadników będzie stanowiła obszar planowanej inwestycji miejskiej z zakresu zieleni uwzględniony pod roboczą nazwą Park Jana Pawła II. Miał on obejmować park medytacji, tereny rekreacji, sportu oraz usług jak i obiekty



Ryc. 7. Widok ogólny na rekultywowane osadniki i likwidowaną fabrykę sody-1994 r. (za Poda 1999).jpg

kultury i sztuki.

Dziś najstarsza część „białych mórz” ulokowana w najbliższym sąsiedztwie Sanktuarium Bożego Miłosierdzia jest placem budowy, trwają tu prace nad budową Centrum Jana Pawła II „Nie lękajcie się” (ryc. 3, 4). Ma ono obejmować:

- Dom Jana Pawła II (Instytut J.P II, kościół oraz centrum konferencyjne);
- Centrum Rekolekcyjne i Centrum Wolontariatu;
- zaplecze hotelowo – campingowe.

Niestety piękna idea utworzenia na całym obszarze parku upadła. Aktualny projekt uwzględnia co prawda powstanie parku medytacji, tzw. „Gaju świętych” lecz sądząc po ilości planowanych inwestycji będzie on stanowił zaledwie skromny dodatek, a nie główny obiekt. Czy rzeczywiście tego najbardziej potrzebujemy? Czy proces rekultywacji, zainicjowany 20 lat temu był tym uzasadniony? Po 80 latach na wyrwane siłą przyrodzie i zdegradowane obszary powróciło życie, które ponownie niszczy. Bez względu na to czy powstanie tam kolejny ośrodek handlowy, czy centrum kultu religijnego efekt będzie ten sam. Czy to chcemy zostawić w spadku kolejnym pokoleniom? Pozostaje nam tylko żywić nadzieję, że druga część kompleksu, ostatecznie się wolna od zabudowy.

CHEMIZM TOKSYCZNOŚCI GLINU I JEGO ROLA W ROZWOJU CHOROBY ALZHEIMERA

Ewelina Kijak (Kraków)

Glin (Al) to trzeci, po tlenie i krzemie, pierwiastek budujący skorupę ziemską. Stanowi 7,9% jej masy i wchodzi w skład prawie wszystkich typów skał, głównie magmowych i metamorficznych, gdzie występuje w postaci glinokrzemianów a także boksytu i laterytowych glin zwietrzelinowych. Chociaż jest obecny w tak ogromnej ilości jest trudno dostępny dla organizmów żywych. Ze względu na swoją wysoką reaktywność nie występuje w naturze w stanie wolnym, lecz tworzy bardzo stabilny związek – tlenek glinu (Al_2O_3). Jego rozpuszczalność w glebie jest niska, ale postępujące zanieczyszczenie środowiska, zwiększona emisja gazów powodujących powstawanie kwaśnych deszczy, prowadzą do wymywania jonów glinu z gleby i przedostawania się ich do wód powierzchniowych, ekosystemów wodnych, organizmów roślinnych i kolejnych ogniw łańcucha troficznego.

Glin to srebrny, lekki i miękki metal, który jest wyjątkowo odporny na korozję. Jest pierwiastkiem trójwartościowym i zazwyczaj tworzy trójwartościowe, jonowe związki. To pierwiastek amfoteryczny – w pH około 6 jest praktycznie nierozpuszczalny. Jego rozpuszczalność rośnie wraz ze wzrostem lub obniżeniem pH. Aluminium znajduje zastosowanie w niemalże wszystkich gałęziach przemysłu. Najczęściej bywa używany w przemyśle maszynowym, przy produkcji konstrukcji samolotowych, przewodników elektrycznych czy naczyń kuchennych, opakowań i puszek. Jest wykorzystywany w procesach oczyszczania ścieków, gdzie ma za zadanie zmniejszyć ilość mikroorganizmów oraz materii organicznej. Tą drogą przedostaje się do wody pitnej. Pierwiastek ten wchodzi w skład leków zobojętniających kwas solny w żołądku, leków przeciwbólowych, przeciwwymiotnych, szczepionek a także kosmetyków, takich jak matujące kremy, toniki czy fluidy bądź antyperspiranty. Znaleźć go również można w wyrobach spożywczych, w których pełni rolę barwnika, emulgatora, wybielacza lub środka przeciwbzylającego. W produktach pochodzenia roślinnego glin pochodzi z podłoża, na którym żyły rośliny i jest go wyjątkowo dużo w czarnym pieprzu, majeranku czy czarnej herbacie, gdzie występuje w rekordowej ilości 30 000 mg Al/kg suchej masy liści.

Glin jest pierwiastkiem określanym mianem ksenobiotyku – tj. takiego, który naturalnie nie wchodzi w skład organizmów żywych ani nie pełni w nich żadnej

biologicznej funkcji. Za to dość dobrze udokumentowano toksyczne działanie glinu na zwierzęta i na organizm ludzki. Wdychanie pyłów i dymów glinu może powodować wystąpienie zmian w płucach o charakterze pylicy, zwłóknienia tkanki płucnej, astmy, przewlekłego zapalenia płuc i oskrzeli. Nadmiar glinu w organizmie człowieka może prowadzić do wystąpienia niedokrwistości mikrocytarnej oraz chorób układu kostnego, jak np. osteomalacji, czyli tzw. rozmięknienia kości. Aluminium to znana substancja neurotoksyczna, mająca wpływ na rozwój m.in. encefalopatii dializacyjnej, demencji typu Alzheimerowskiego, stwardnienia zanikowego bocznego zachodniego Pacyfiku.

Aluminium może też przenikać do organizmu przez skórę a także być wstrzykiwany domięśniowo lub podskórnym wraz ze szczepionkami. Poza tym glin przenika przez łożysko, co stanowi zagrożenie dla płodu; jest również obecny w mleku ssaków. Najwięcej Al^{3+} trafia do organizmu drogą pokarmową. Według Światowej Organizacji Zdrowia zjadamy około 5 mg glinu dziennie. Obecne w pokarmie związki glinu dysocjują w kwaśnym środowisku żołądka na wolne ligandy i trójwartościowe kationy Al^{3+} , które następnie ulegają hydratacji. Większość glinu pochłoniętego tą drogą trafia niezwiązana do dwunastnicy, gdzie we wzrastającym pH ulega deprotonacji i z wodzianu przekształcana jest w nierozpuszczalny wodorotlenek, który zostaje usunięty z kałem. Mniej niż 1% spożytego aluminium dostaje się do krwi. Prawdopodobnie w proces ten zaangażowany jest bierny mechanizm – dyfuzja przez komórki i macierz międzykomórkową. Absorpcję glinu z jelita zwiększa obecność kwasów karboksylowych, takich jak cytrynian i mleczan, które mogą wiązać jony tego pierwiastka. Trójwartościowe jony Al^{3+} mogą również wiązać fosforany, prowadząc w ten sposób do zmniejszenia ich ilości we krwi a w konsekwencji do zaburzeń szkieletu. U zdrowych ludzi nerki mogą wydalać cały glin wchłonięty drogą pokarmową. Natomiast w przypadku niewydolności nerek może dojść do kumulacji glinu w narządach.

Glin, który dostanie się do krwi, jest obecny w formie kompleksów z różnymi cząstkami organicznymi. Większość, 80–94% glinu, jest związana z transferyną – białkiem odpowiedzialnym za transport żelaza, a 7–8% tego pierwiastka obecnego w osoczu wiąże się z cytrynianem, który w normalnych warunkach

przyłącza jony wapnia. Al^{3+} z łatwością zastępuje wapń (bądź magnez) w takich kompleksach. Istnieje doniesienia, że pewna ilość glinu łączy się z erytrocytami, lecz nie wiadomo, czy jest on wchłonięty przez te komórki, czy tylko powiązany z występującą w błonie komórkowej erytrocytów transferyną.

Średnia zawartość glinu w organizmie zdrowego człowieka, z prawidłową funkcją nerek, wynosi około 30 – 330 mg. Natomiast fizjologiczne stężenie Al^{3+} w osoczu wynosi 1–10 $\mu g/l$. Najwyższe stężenia glinu u ludzi narażonych zawodowo stwierdzono w płucach i w kościach. Wysokie stężenia pierwiastka w płucach, które rosną wraz z wiekiem, wynikają z kumulacji nierozpuszczalnych związków glinu. Aluminium pobrane z pokarmem gromadzi się w pierwszej kolejności w tkance kostnej, śledzionie i wątrobie. Może się również deponować w nerkach, sercu i mózgu. Niezaabsorbowany glin pobrany z pokarmem usuwany jest z kałem, a ta część, która uległa wchłonięciu do krwioobiegu, niezależnie od drogi wchłaniania, ulega wydalaniu z moczem i w niewielkich ilościach wraz z żółcią.

Glin, podobnie jak żelazo, pobierany jest z krwi przez komórki organizmu w połączeniu z transferyną na drodze endocytozy (wchłaniania do komórki) za pośrednictwem receptorów. Uważa się, że pierwiastek ten łączy się z transferyną w miejscu wiązania jonów żelaza. Transferyna z przyłączonym jonom metalu pobierana jest przez komórki, które posiadają specyficzne dla tego białka receptory. Znajdują się one na powierzchni prawie każdej komórki, z wyjątkiem dojrziałych erytrocytów. Al^{3+} przyłączony do transferyny wiąże się do receptora i cały kompleks wnika do cytoplazmy w pęcherzyku utworzonym z błony komórkowej zwanym endosomem. Panujące w nim niskie pH powoduje dysocjację metalu od reszty kompleksu, który wraca z powrotem do błony komórkowej. W ten sposób glin przekracza także trudną do przebycia, bardzo selektywną dla większości związków, barierę krew – mózg. W mózgu działa neurotoksycznie, przyczyniając się do rozwoju choroby Alzheimera.

Szacuje się, że choroba Alzheimera (AD) dotyka obecnie około 25 milionów osób na całym świecie. Jest przewlekłą chorobą neurodegeneracyjną objawiającą się zaburzeniami pamięci oraz postępującą utratą funkcji poznawczych człowieka – mowy (afazja), zdolności do wykonywania celowych ruchów (apraksja), zdolności do rozpoznawania i używania znanych przedmiotów (agnozja), a także umiejętności planowania, organizowania i kontroli złożonych zachowań. Choroba ta to zespół neurologicznych i klinicznych nieprawidłowości obejmujący zanik kory mózgowej w wyniku tworzenia się tzw. płytek starczych w przestrzeniach międzykomórkowych

i splątków neurofibrilarnych wewnątrz komórek nerwowych (neuronów). Obserwuje się również utratę połączeń synaptycznych pomiędzy neuronami, stres oksydacyjny oraz nasiloną śmierć neuronów.

Pierwszym krokiem do rozwoju AD jest pojawienie się pomiędzy komórkami nerwowymi złożeń białka amyloidu β , czyli rozwój płytek starczych. Amyloid β powstaje z białka prekursorowego amyloidu β ($A\beta PP$) w wyniku jego rozszczepienia przez dwa transbłonowe enzymy, proteazy – β i γ sekretazę. Mutacje w genie kodującym białko $A\beta PP$ oraz presenilinę (gen kodujący katalityczną podjednostkę wchodzącą w skład γ -sekreazy) mogą powodować rozwój choroby. Kolejnym krokiem w przebiegu choroby Alzheimera jest pojawienie się splątków neurofibrilarnych wewnątrz komórek nerwowych, powstających w wyniku hiperfosforylacji białka tau, którego rolą jest stabilizacja jednego z elementów budujących wewnętrzny szkielet komórki – mikrotubul. Kiedy komórki umierają, splątki tworzą się w przestrzeni międzykomórkowej. Badania na zwierzętach dostarczają dowodów, że pojawienie się złożeń amyloidu β w mózgu królika inicjuje hiperfosforylację białka tau. Charakterystyczna jest też masowa, apoptotyczna śmierć komórek nerwowych – zarówno samych neuronów, jak i towarzyszących im komórek glejowych w mózgach osób dotkniętych AD.

Hipoteza, że glin może powodować rozwój choroby Alzheimera została sformułowana przez Igora Klatzo w 1965 roku. Stwierdził on, iż wstrzyknięcie soli glinu do mózgów królików prowadzi do rozwoju splątków neurofibrilarnych. Podobne wyniki uzyskali Crapper i wsp. na kotach (1973). Dowiedli oni także, że w mózgach ludzi cierpiących na chorobę Alzheimera stężenie glinu jest znacząco wyższe niż u ludzi zdrowych. W mózgach osób dotkniętych AD wykryto małe, nierozpuszczalne granulki zbudowane z krzemianu glinu, które były otoczone przez płytki zbudowane z białka – amyloidu. Pozwoliło to wysnuć wnioski, jakoby glinowe granulki miały powodować tworzenie się płytek starczych. Wiadomo jest również, że Al^{3+} wiąże się bezpośrednio do hiperfosforylowanego białka tau i deponuje w tworzących się splątkach neurofibrilarnych. Wpływa również na poziom neuroprzekaźników w mózgu – obniża poziom serotoniny i noradrenaliny w niektórych rejonach mózgu, np. w hipokampie, oraz powoduje obniżenie tam aktywności enzymu koniecznego do metabolizmu acetylocholin – acetylotransferazy cholinowej.

Jak do tej pory nie wykryto żadnej funkcji, jaką miałby pełnić glin w organizmie ludzkim. Wiadomo, że pierwiastek ten ma negatywny wpływ na procesy i białka, w których konieczna jest obecność innych

metali, takich jak magnez lub wapń. Przykładowo – Al^{3+} jest inhibitorem heksokinazy, zależnego od magnezu enzymu niezbędnego w procesie oddychania wewnątrzkomórkowego; zamiast jonów wapnia wiąże się z kalmoduliną i w ten sposób hamuje aktywność enzymów od niej zależnych jak cykliczna adenylationowa, która katalizuje produkcję cAMP – ważnej cząsteczki sygnałowej. Glin przyłącza się także do ATP i hamuje aktywność enzymów, dla których ten związek jest substratem, np. niezbędnej komórkom pompy sodowo-potasowej.

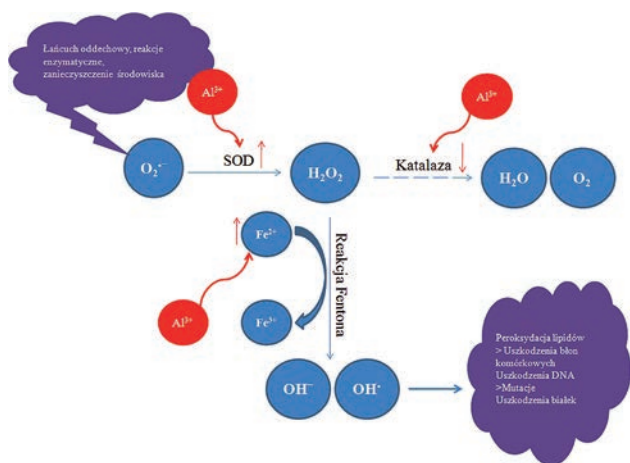
Glin jest pierwiastkiem zdolnym do indukowania tzw. stresu tlenowego, czyli zaburza równowagę pomiędzy ilością reaktywnych form tlenu – wolnych rodników czy nadtlenków, których jest bardzo dużo a ilością lub aktywnością przeciwutleniaczy mających te reaktywne formy tlenu usuwać. Wolne rodniki to związki lub atomy, które posiadają jeden niesparowany elektron. Dążą do pozbycia się go, bądź do przyłączenia kolejnego elektronu i dlatego utleniają napotkane na swej drodze białka, lipidy czy kwasy nukleinowe skutecznie je niszcząc. Glin, który nie ma zdolności do utleniania się i redukcji jest uznawany za metal powodujący wiele uszkodzeń poprzez zwiększanie wewnątrzkomórkowego stężenia aktywnej formy żelaza. W obecności redoks-aktywnego żelaza dochodzi do powstawania bardzo reaktywnych rodników hydroksylowych. Ponadto glin aktywuje dysmutazę ponadtlenkową (SOD) i hamuje katalazę – enzymy zaangażowane w utrzymanie równowagi redoks w komórkach. W takiej sytuacji powstające w komórce anionorodniki ponadtlenkowe są szybko przekształcane przez SOD do nadtlenku wodoru, którego

rozpad na wodę i tlen (katalizowany przez katalazę) jest spowolniony, prowadząc do powstania szkodliwych dla neuronów rodników hydroksylowych. Powodują one uszkodzenia DNA, peroksydację lipidów błon komórkowych, uszkodzenia aminokwasów i białek (ryc. 1).

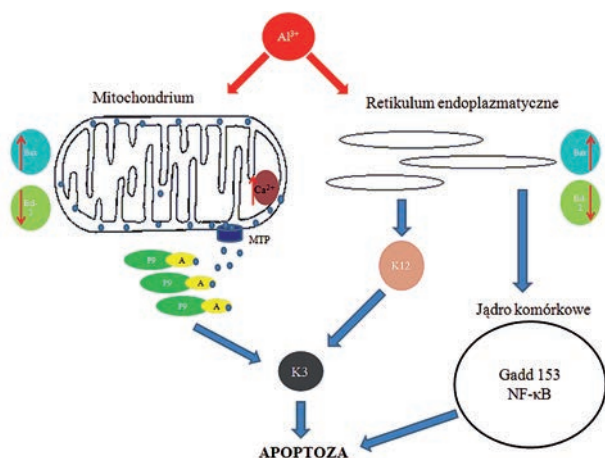
Uważa się, że głównym mechanizmem toksyczności glinu w komórkach jest uruchamianie szlaku apoptozy – jednego z typów programowanej śmierci komórki. Apoptoza to proces niezbędny do prawidłowego funkcjonowania organizmu, głównie w czasie rozwoju embrionalnego i płodowego, ale także w dojrzałym organizmie np. w jelicie lub w skórze. Glin indukuje w mózgu apoptozę wraz z wszelkimi jej symptomami – kurczeniem się komórki, kondensacją i fragmentacją chromatyny (DNA i białka chromosomów). Wywołuje apoptozę w astrocytach – jednym z typów komórek glejowych niezbędnych do funkcjonowania neuronów, prowadząc do śmierci samych neuronów. Akumuluje się także w komórkach nerwowych, powodując zmiany właściwości ich błony komórkowej. Wywołuje jej depolaryzację, czyli zanik gradientu ładunków elektrycznych i jonów występującego w poprzek błony komórkowej neuronu. Pod wpływem glinu zostaje zahamowana wymiana jonów wapnia i sodu w poprzek błon mitochondriów, co prowadzi do nadmiernego gromadzenia się jonów Ca^{2+} wewnątrz tych organelli. Wzrost stężenia Ca^{2+} w ich wnętrzu prowadzi do otwarcia specjalnego kanału w błonie mitochondriów – MTP (ang. *mitochondrial transition pore*). Przez ten kanał wypływa do cytoplazmy komórki mała cząsteczka – cytochrom c, który łączy się z cytoplazmatycznym czynnikiem Apaf-1 i uruchamia kaskadę kaspaz prowadząc do śmierci komórki (ryc. 2). Glin powoduje także zwiększenie ilości proapoptotycznych białek Bax i p53 oraz spadek hamującego apoptozę Bcl-2.

Glin wpływa nie tylko na mitochondria. Powoduje również znaczące zmiany w retikulum endoplazmatycznym (ER), które jest istotnym magazynem jonów wapnia w komórce, a także miejscem występowania cząsteczek regulujących programowaną śmierć komórki: Bcl-XL, Bax i Bcl-2. Glin wywołuje redystrybucję tych białek w komórce oraz aktywację kaspazy 12, która inicjuje apoptozę w sposób niezależny od mitochondriów. Jony Al^{3+} aktywują także czynniki transkrypcyjne Gadd 153 i NF- κ B, które po przejściu do jądra komórkowego inicjują programowaną śmierć komórki (ryc. 2).

Glin odkładający się w organizmie występuje w różnych organellach komórkowych – mitochondriach, lizosomach, retikulum endoplazmatycznym, a także w jądrze komórkowym. Wywołując tam stres oksydacyjny i generując powstawanie wolnych rodników indukuje uszkodzenia DNA. Hamuje również



Ryc. 1. Jony glinu powodują powstanie stresu oksydacyjnego w neuronach. Zwiększają aktywność dysmutazy ponadtlenkowej (SOD), która przekształca powstający w komórce rodnik ponadtlenkowy ($O_2^{\cdot -}$) w nadtlenek wodoru (H_2O_2), a hamują katalazę, przez co rozpad H_2O_2 do wody (H_2O) i tlenu (O_2) jest spowolniony. Glin zwiększa stężenie reaktywnego żelaza w mózgu. Jego obecność umożliwia zachodzenie reakcji Fentona, prowadzącej do powstania rodnika hydroksylowego ($OH^{\cdot}$), uszkadzającego białka, lipidy i kwasy nukleinowe powodując liczne mutacje oraz degradację błon komórkowych.



Ryc. 2. Glin indukuje apoptozę w komórkach nerwowych. Wpływa na mitochondria powodując zwiększenie stężenia jonów wapnia (Ca^{2+}) w ich wnętrzu. Powoduje to otwarcie porów w błonach tych organelli (MTP) i uwolnienie cytochromu c do cytoplazmy komórki (niebieskie kuleczki). Cytochrom c łączy się z białkiem adaptorowym Apaf-1 (A) oraz z prokaspazą 9 (P9) tworząc apoptosom. Uaktywnia tym samym kaspazę 9 oraz całą kaskadę kaspaz, które uczestniczą w procesie śmierci komórki, w tym efektorową kaspazę 3 (K3). Glin zmienia też na poziomie białek regulujących apoptozę zarówno w mitochondriach, jak i w retikulum endoplazmatycznym (ER) – zwiększa ilość proapoptotycznego Bax a zmniejsza hamującego apoptozę Bcl-2. W retikulum endoplazmatycznym powoduje aktywację kaspazy 12 (K12), uruchamiającą kaskadę kaspaz efektorowych, niezależnie od mitochondriów. Stres i uszkodzenia ER wywołane przez glin aktywują czynniki transkrypcyjne – Gadd 153 i NF- κ B, które w jądrze komórkowym inicjują programowaną śmierć komórki. Rysunek wykonano w oparciu o J. Inorg. Biochem., 97 (2003), 151–154, J. Savory i wsp.

procesy naprawy uszkodzonego DNA poprzez zmniejszanie aktywności zaangażowanych w te procesy enzymów, jak np. ligaza DNA. Glin wiąże się do chromatyny i powoduje zmiany w trójwymiarowej strukturze materiału genetycznego. Łączy się z koniecznymi w procesach ekspresji genów białkami – czynnikami transkrypcyjnymi, uniemożliwiając im przyłączenie się do DNA i uruchomienie transkrypcji. Zaobserwowano niższy poziom ekspresji genów kodujących białka obniżające ilość wolnych rodników w komórce. W mózgach myszy z bardzo wysokim stężeniem Al^{3+} wykryto także podwyższony poziom ekspresji genów charakterystycznych dla mózgu ludzi chorujących na chorobę Alzheimera – amyloidu β oraz białka prekursorowego amyloidu.

Glin będąc tak szeroko wykorzystywanym w przemyśle pierwiastkiem może być jednocześnie bardzo niebezpieczny i przyczyniać się do rozwoju wielu schorzeń. Wpływa na komórki nerwowe poprzez indukowanie stresu oksydacyjnego, zmianę aktywności wielu enzymów, właściwości błony komórkowej czy wywołując uszkodzenia materiału genetycznego komórki. W wieloraki sposób uruchamia kaskadę kaspaz powodując śmierć neuronów oraz komórek glejowych. Ze względu na powszechne występowanie, a także na powodowane przez ten pierwiastek szkody został nazwany „nową toksyną środowiska”.

Ewelina Kijak jest doktorantką w Zakładzie Cytologii i Histologii Instytutu Zoologii Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie.
E-mail: ewelina.kijak@uj.edu.pl

KASPAZY – EGZEKUTORZY ŚMIERCI KOMÓRKI

Marta Filipiak (Kraków)

Śmierć kończy procesy życiowe wszystkich organizmów, ale śmierć pojedynczych komórek w organizmach wielokomórkowych jest niezbędna w ich rozwoju i – paradoksalnie – także w ich przeżyciu. Brak zdolności usuwania komórek zbędnych, starych, uszkodzonych i potencjalnie niebezpiecznych, prowadzi do zaburzenia równowagi całego organizmu, powstawania uszkodzeń, chorób, a co za tym idzie do szybkiej śmierci. Przed takim scenariuszem, zarówno rośliny jak i zwierzęta, są chronione przez procesy programowanej śmierci komórkowej, dla których instrukcja jest zapisana w genomie każdej komórki. Procesy te ulegają uruchomieniu wówczas, kiedy jej eliminacja jest korzystna dla organizmu jako całości. Obecnie znanych jest kilka rodzajów programowanej śmierci komórkowej, z których najlepiej poznanym jest proces apoptozy, często określany śmiercią samobójczą czy nawet altruistyczną degradacją komórki. Uszkodzone komórki ulegające

apoptozie same wytwarzają wszystkie białka odpowiedzialne za sprawne i szybkie przeprowadzenie tego procesu. Rozpoczynają tym sposobem kaskadę przemian, które w efekcie końcowym powodują ciche i nieszkodliwe dla organizmu unicestwienie jego pojedynczych elementów. Wszystkie składniki komórki apoptotycznej ulegają degradacji, a pozostałości DNA (kwas deoksyrybonukleinowy budujący chromosomy) – materiału genetycznego, białek, organelli i cytoplazmy zostają upakowane w struktury nazywane „ciałkami apoptotycznymi”. Struktury te pochłaniają na zasadzie fagocytozy sąsiednie komórki, nie pozwalając na rozwinięcie się odczynu zapalnego. Apoptoza jest więc procesem ściśle kontrolowanym, wymaga skomplikowanych mechanizmów regulujących, a także efektywnie działających białek wykonawczych. Egzekutorami apoptozy są enzymy zwane kaspazami, których aktywacja stanowi najczęściej „punkt bez odwrotu” dla życia komórki.

Kaspazy – krótka charakterystyka

Rodzinę kaspaz (ang. *cysteine-dependent aspartate-directed proteases*) stanowią wewnątrzkomórkowe enzymy z grupy proteaz cysteinowych, cechujące się wysoką specyficznością w wyborze swoich białkowych „ofiar” i olbrzymią wydajnością w ich fragmentowaniu. Kaspazy rozpoznają odpowiednie miejsca w białkach będących ich substratami i hydrolizują wiązania peptydowe białek prawie zawsze za aminokwasem Asp (kwasem asparaginowym) w ich łańcuchu polipeptydowym. Taka dokładność podczas hydrolizowania białka potwierdza, że proces apoptozy jest niezwykle uporządkowany, a działalność kaspaz nie jest chaotyczną degradacją wszystkich bez wyjątku białek w komórce. Proteoliza białek docelowych przez kaspazy może natomiast prowadzić do ich aktywacji bądź inhibicji, co precyzyjnie wpływa na szlaki przekazywania sygnału w komórce i pozwala decydować o jej przyszłych losach – przeżyciu lub śmierci. Podczas programowanej śmierci komórkowej kaspazy pełnią często podwójną rolę: wzmacniają sygnał prowadzący do apoptozy poprzez wzajemną kaskadową aktywację, bądź też, w wyniku proteolitycznego cięcia innych białek, indukują powstawanie czynników proapoptotycznych i hamowanie funkcji białek antyapoptotycznych.

Pierwszą poznaną w 1993 roku kaspazą był występujący u ssaków enzym konwertujący jedną z cytokin – interleukinę-1 β (IL-1 β). Wówczas nie wiązano jeszcze funkcji ani budowy tego białka z programowaną śmiercią komórek. Enzym ten, obecnie nazywany kaspazą-1, funkcjonuje w układzie odpornościowym. Przekształca on nieaktywny prekursor interleukiny IL-1 β , która bierze udział w procesach zapalnych, w jej aktywną formę. Odkrycie podobieństwa w budowie ssacej kaspazy-1 z białkiem enzymatycznym uczestniczącym w masowej degradacji komórek nicienia *Caenorhabditis elegans*, było punktem zwrotnym w poznawaniu funkcji tych enzymów. Obecnie znanych jest wiele proteaz należących do rodziny kaspaz. W ludzkich komórkach wykryto ich 14, podczas gdy u stosowanych w badaniach organizmach modelowych, takich jak muszka owocowa *Drosophila melanogaster* występuje 7 enzymów, a u wspomnianego już nicienia *C. elegans* – tylko jeden.

Obecność podobnych białek należących do kaspaz u różnych, ewolucyjnie odległych gatunków wskazuje, że kaspazy są białkami konserwatywnymi ewolucyjnie. Cechują się wzajemnym podobieństwem zarówno w budowie, preferowanych substratach białkowych oraz pełnionej funkcji biologicznej. Większość z nich uczestniczy tylko w procesach śmierci

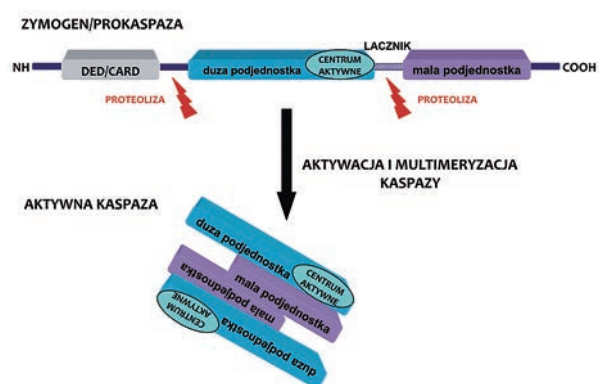
komórkowej, niektóre zaś zaangażowane są w funkcjonowanie układu odpornościowego jak wspomniana kaspaza-1 oraz kaspazy: -4, -5, -11, -12, -13 i -14.

Budowa a funkcja kaspaz

Jak to się dzieje, że obecne we wszystkich komórkach kaspazy nie wpływają na ich kondycję i unicestwiają komórki tylko wtedy, kiedy jest to niezbędne? Wynika to z domenowej budowy tych enzymów. W zdrowej komórce kaspazy są obecne w formie nieaktywnych prekursorów nazywanych zymogenami (prokaspazami). Składają się one z dwóch podjednostek, małej o masie cząsteczkowej około 9 – 12 kDa i dużej – 17–20 kDa. Pomiędzy podjednostkami znajduje się niewielki łącznik, który prawdopodobnie zabezpiecza kaspazę przed autoaktywacją. W dużej podjednostce znajduje się domena katalityczna kaspazy, odpowiedzialna za jej enzymatyczne funkcje, zawierająca resztę cysteinową zawartą pomiędzy sekwencją aminokwasów Gln-Ala-Cys-X-Gly w łańcuchu polipeptydowym. Dodatkowo na N-końcu (koniec aminowy łańcucha polipeptydowego każdego białka) cząsteczki enzymu, przed domeną katalityczną, występuje prodomena, której długość wpływa na funkcję kaspaz i jest podstawą ich podziału na dwie grupy. Kaspazy z długą prodomeną zawierającą regiony odpowiedzialne za interakcję białko-białko (kaspazy z innym białkiem), tak zwane domeny śmierci, jak CARD (ang. *Caspase Activation and Recruitment Domain*) czy DED (*Death Effector Domain*) nazywamy inicjatorowymi. Długie prodomeny wraz z ich „odcinkami śmierci” są niezbędne podczas aktywacji kaspaz, ponieważ służą do tworzenia kompleksów z białkami, które tę aktywację rozpoczynają. Natomiast kaspazy posiadające w swojej strukturze krótką prodomenę określa się mianem efektorowych. Aktywacja kaspaz efektorowych jest już zależna tylko od działania kaspaz inicjatorowych, ponieważ proteolitycznie tną one enzymy wykonawcze, kaskadowo uruchamiając ich funkcjonowanie w komórce. Kaspazy inicjatorowe uczestniczą w początkowych etapach apoptozy i mają na celu amplifikację sygnału śmierci i kaskadową aktywację kaspaz efektorowych. Te ostatnie natomiast, raz aktywowane, w szybkim tempie proteolitycznie degradują składniki komórki. W komórkach ssaków za kaspazy inicjujące i wzmacniające procesy apoptotyczne (z długą prodomeną) uznaje się kaspazę-2, -8, -9 i 10, a ostatecznymi wykonawcami śmierci komórek są kaspazy-3, -6 oraz -7 (z krótką prodomeną).

Po otrzymaniu przez komórkę sygnału do uruchomienia programowanej śmierci, zymogeny kaspaz

(prokaspazy) ulegają aktywacji, co skutkuje przecięciem łącznika pomiędzy podjednostką małą i dużą, a często także utratą prodomeny. Rozdzielone podjednostki pochodzące z dwóch zymogenów łączą się, tworząc aktywną formę kaspazy – tetramer zbudowany z dwóch małych i dwóch dużych podjednostek. Są one względem siebie ułożone w taki sposób, że dwa centra aktywne enzymu (zawarte w dużych podjednostkach) zwrócone są na zewnątrz cząsteczki i leżą po przeciwnych jej stronach, usytuowane w szczelinach utworzonych przez obie podjednostki (ryc. 1). Taka postać aktywnego enzymu, z dwoma centrami sprawującymi niezależnie od siebie funkcje katalityczne, umożliwia mu efektywną proteolizę białek komórkowych.



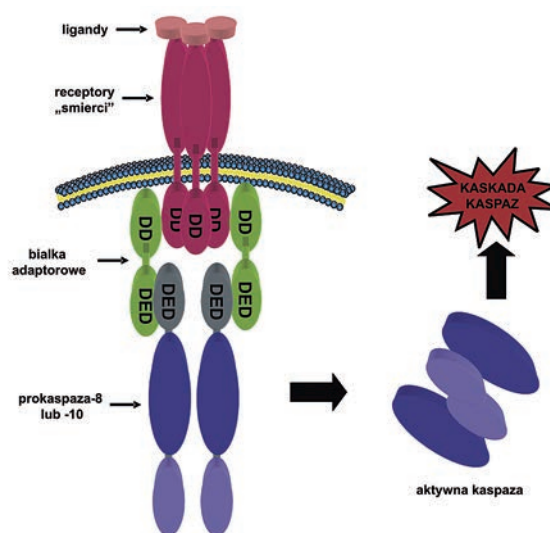
Ryc. 1. Budowa kaspaz oraz schemat powstawania aktywnego tetramery. W komórkach kaspazy występują w postaci nieaktywnych zymogenów (prokaspaz) zbudowanych z: podjednostki dużej zawierającej domenę katalityczną, podjednostki małej oraz prodomeny. Ich aktywacja przebiega poprzez autoproteolizę lub proteolityczne cięcie przez inne kaspazy prowadzące do rozdzielenia dużej i małej podjednostki oraz usunięcia prodomeny. Tworzenie aktywnego heterotetramery enzymu przebiega poprzez łączenie się dwóch podjednostek dużych i dwóch małych niezależnych zymogenów.

Aktywacja kaskady programowanej śmierci komórkowej

Kaspazy działają kaskadowo i stanowią same dla siebie substraty, więc uruchomienie jednego enzymu powoduje w efekcie masową aktywację pozostałych kaspaz danego szlaku apoptotycznego. Forma aktywna kaspazy może powstać w wyniku autoaktywacji (autoproteolizy) lub proteolizy przez inną funkcjonalną kaspazę. Kaskada rozpoczyna się od autoproteolizy zymogenów kaspaz inicjatorowych i może przebiegać dwoma drogami w zależności od czynnika wywołującego śmierć komórki: szlakiem zewnętrznopochodnym lub wewnętrznopochodnym.

Zewnętrzne pochodna indukcja kaspaz jest reakcją komórki na sygnały indukujące apoptozę pochodzące ze środowiska zewnątrzkomórkowego. Zapoczątkowywana jest przez przyłączenie odpowiednich cząstek

(ligandów) do „receptorów śmierci” obecnych w błonie komórkowej. Należą do nich receptory z nadrodziny czynnika martwicy nowotworów TNF (ang. *Tumour-Necrosis Factor*) jak: CD-95, TRAIL-R1, TRAIL-R2, TNF-R1, TNF-R2. Receptory te są wbudowanymi w błonę komórkową specyficznymi białkami, których zewnątrzkomórkowe regiony odpowiedzialne są za rozpoznanie właściwego dla nich liganda. W części cytoplazmatycznej tego białka umieszczonej wewnątrz komórki, występuje zbudowana z 80–90 aminokwasów, domena śmierci DD (ang. *Death Domain*). Związanie liganda z receptorem jest sygnałem do trimeryzacji, czyli łączenia trzech sąsiadujących ze sobą receptorów, po której następuje przyłączenie do domen śmierci białek adaptorowych takich jak: FADD, TRADD czy RIP. Białka te także zawierają domenę DD, którą niczym pasujące puzzle wiążą się z domenami śmierci receptorów, oraz domenę DED, przez którą łączą się z homologicznym regionem występującym w prodome nie niektórych nieaktywnych kaspaz (np. kaspazy-8 czy -10). Utworzony w ten sposób kompleks białkowy złożony z trzech receptorów, białek adaptorowych i cząsteczek prokaspazy-8 lub -10 określa się jako DISC (ang. *Death-inducing Signaling Complex*). W kompleksie tym, na skutek autoproteolizy związanej z lokalnym wzrostem stężenia enzymów dochodzi do przekształcenia zymogenu w aktywną formę inicjującą kaspazy-8 lub -10, której celem jest uruchomienie enzymów wykonawczych takich jak kaspaza-3, -6 i -7 (ryc.2).



Ryc. 2. Schemat zewnątrzpochodnego szlaku aktywacji kaspaz. Receptory śmierci obecne w błonie komórkowej, po związaniu liganda, ulegają trimeryzacji i wiążą białka adaptorowe. Prokaspaza-8 lub -10 łączy się z białkami adaptorowymi tworząc podbłonowy kompleks DISC. Wewnątrz kompleksu cząsteczki prokaspaz ulegają autoaktywacji i uruchamiają kaskadę apoptotycznej proteolizy.

Drugą poznaną drogą aktywacji kaskady enzymów degradujących komórkę w trakcie apoptozy jest

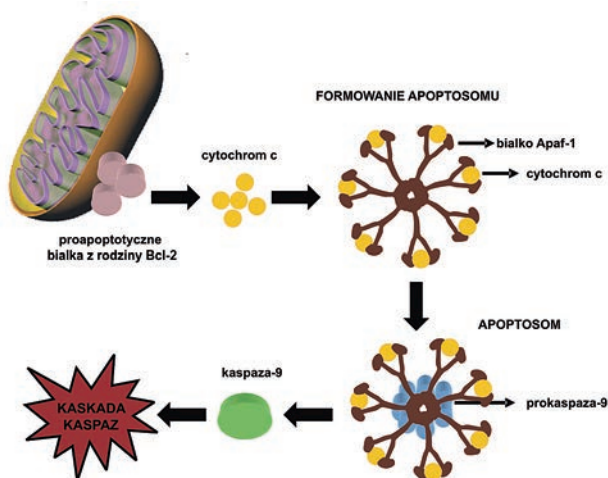
szlak nazywany wewnątrzpochodnym, ponieważ jest reakcją na uszkodzenia we wnętrzu samej komórki. Nieodwracalne zniszczenia DNA, wzrost poziomu wolnych rodników czy wolnych jonów wapnia w cytoplazmie jest pierwszym sygnałem alarmowym dla komórki mówiącym, że jej obecność stanowi zagrożenie dla całego organizmu. Wówczas, pod wpływem białek z rodziny Bcl-2, wszechstronnych, hamujących bądź stymulujących regulatorów śmierci komórkowej, dochodzi do uwolnienia cytochromu c z wnętrza mitochondriów – centrów energetycznych komórek. Białka z rodziny Bcl-2 gromadzą się przy błonach mitochondrialnych, tworząc agregaty i kanały zwane porami zmiany przepuszczalności, które powodują utratę szczelności błon mitochondrialnych i wypływ wielu białek i jonów z mitochondriów. Wśród tych białek, oprócz wspomnianego cytochromu c, znajdują się również inne cząsteczki wspomagające proces apoptotyczny, jak: AIF (*Apoptosis Inducing Factor*), Smac/Diablo, OmiHtrA2 oraz zlokalizowane w mitochondriach prokaspazy-2, -3, -9. Wpływ cytochromu c umożliwia jego wiązanie się z obecnym w cytoplazmie białkiem Apaf-1 (*Apoptotic Protease Activating Factor-1*), które następnie przyłącza cząsteczki stanowiące źródło energii - ATP lub dATP. Tak złożony kompleks białek tworzy strukturę nazywaną apoptosomem. Jego funkcją jest rekrutowanie zymogenów kaspazy-9, zawierającej w swojej prodomeinie regiony umożliwiające wiązanie CARD (ryc. 3). Zebrane razem nieaktywne formy enzymu ulegają

w apoptosomie autoproteolizie, tracą prodomenę i dzielą na dwie podjednostki. Następnie dwie podjednostki duże i dwie małe z różnych zymogenów łączą się w pary, tworząc aktywny czterodomenowy enzym. Bezpośrednim substratem aktywowanej kaspazy-9 jest główny enzym wykonawczy apoptozy kaspaza-3.

Oba szlaki aktywacji kaspaz mogą indukować degradację komórek działając osobno lub równolegle. Szlak receptorowy często jest ostatecznie wspomagany przez drogę mitochondrialną i odwrotnie. Tworzenie apoptosomu w szlaku wewnętrznym prawdopodobnie uwrażliwia komórki na działanie ligandów niosących sygnał do apoptozy. Wiadomo, że proces śmierci komórek pozbawiony etapu tworzenia apoptosomu przebiega z dużo mniejszą wydajnością w aktywacji kaspaz.

Kaspazy pod kontrolą

Zdrowe komórki i takie, które nie powinny być eliminowane wykształciły mechanizmy mające na celu zablokowanie nieuzasadnionej aktywacji bądź działania kaspaz. Te apoptotyczne proteazy cysteinowe są kontrolowane za pomocą trzech sposobów: ścisłej regulacji aktywacji, różnej lokalizacji w stosunku do substratów oraz inhibicji przez wiążące się z nimi białka. Utrzymywanie w komórce kompletnie zsyntetyzowanych enzymów w postaci nieaktywnych zymogenów, choć z jednej strony może wydawać się niebezpieczne, to jednak z drugiej, umożliwia ich szybkie uruchomienie wtedy, kiedy jest to konieczne. Jak już wcześniej wspomniano, aktywacja prekursorów kaspaz inicjatorowych jest procesem skomplikowanym i wymaga współdziałania wielu białek regulatorowych i proapoptotycznych. Złożoność procesów w tym przypadku jest bardzo korzystna, ponieważ zapobiega zgubnym efektom wynikającym z przypadkowego błędu w jednym ze szlaków przekazywania sygnału śmierci. Regulacja kaspaz odbywa się również poprzez zlokalizowanie ich w cytoplazmie komórki z dala od substratów. Jako że substratami kaspaz są również inne kaspazy, które na zasadzie proteolizy ulegają aktywacji, różne ich usytuowanie chroni komórkę przed rozpoczęciem tej kaskady enzymatycznej. W apoptotycznej komórce kaspazy przemieszczają się do miejsc występowania swoich białek docelowych. Ostatnią formą kontroli nad kaspazami jest obecność w cytoplazmie białek hamujących ich aktywację i funkcje należących do grupy IAP (ang. *Inhibitory Apoptosis Proteins*). Białka te w swej budowie zawierają, od jednej do trzech (każda złożona z 65–80 reszt aminokwasowych), specjalnych domen BIR (ang. *Baculoviral IAP-like Repeats*). Poprzez te domeny IAP mogą wiązać się



Ryc. 3. Schemat wewnątrzpochodnej drogi aktywacji kaspaz inicjatorowych. Otrzymanie sygnału do apoptozy powoduje tworzenie kanałów w błonach mitochondrialnych i uwolnienie z wnętrza mitochondriów czynników proapoptotycznych, prokaspaz oraz cytochromu c. W cytoplazmie rozpoczyna się proces formowania apoptosomu. Cytochrom c łączy się z cytoplazmatycznym białkiem Apaf-1 po czym następuje oligomeryzacja takiego kompleksu. Powstaje heptameryczna struktura, do której wiążą się cząsteczki prokaspazy-9. W apoptosomie cząsteczki prokaspazy-9 ulegają aktywacji na skutek autoproteolizy, zostają uwolnione i rozpoczynają kaskadę aktywacji enzymów wykonawczych apoptozy.

do proteaz cysteinowych, uniemożliwiając im wiązanie się do substratu i jego proteolizę. Oznacza to, że inhibitory IAP stale współzawodniczą z substratami o miejsce wiązania z centrum aktywnym kaspaz. Jeśli komórka jest prawidłowa, wówczas poziom inhibitorów IAP jest na tyle wysoki, że wygrywają one to współzawodnictwo i kaspazy pozostają nieaktywne. Dotychczas dowiedziono, że białka IAP mogą blokować aktywność kaspaz wykonawczych-3 i -7 oraz inicjatorową kaspazę-9. Inhibicja ta zostaje zniesiona po indukcji programowanej śmierci pod wpływem czynników proapoptotycznych, takich jak uwalniany z mitochondriów Smac/Diablo, który łącząc się z przedstawicielami rodziny IAP zapobiega ich interakcjom z proteazami cysteinowymi.

„Ofiary” proteaz cysteinowych

Zidentyfikowano już dziesiątki białek, względem których skierowana jest aktywność proteolityczna kaspaz apoptotycznych, a ich lista ciągle rośnie. Ze względu na kaskadowy charakter aktywacji tych enzymów, jedne – jeszcze nieaktywne – stanowią substraty dla innych już uruchomionych. Pierwszym opisanym poza prokaspazami substratem tych enzymów była polimeraza PARP (ang. *Poly-(ADP-ribose) Polymerase*) związana z naprawą uszkodzonego DNA w komórkach. Obecnie do cząsteczek procesowanych przez enzymy wykonawcze apoptozy zalicza się białka regulujące cykl komórkowy: cykliny oraz kinazy zależne od cyklina, a także liczne białka cytoszkieletu, w tym: aktynę, fodrynę, keratynę, gelsolinę oraz białka utrzymujące strukturę jądra komórkowego jak: laminy czy histony. Do wielkiej grupy substratów kaspaz zalicza się także białka związane z metabolizmem DNA i RNA: DNAzy, DNA-PK, endonukleazę CAD razem z jej inhibitorem ICAD oraz czynniki transkrypcyjne i inne białka zaangażowane w szlaki sygnalizacji komórkowej. W celu amplifikacji sygnału śmierci komórkowej kaspazy proteolizują także czynniki pro- i antyapoptotyczne: należące do rodziny Bcl-2 czy IAP.

Kaspazy a choroby

Kaspazy odpowiedzialne za przeprowadzenie programowanej śmierci komórki, zarówno apoptozy, jak również w niektórych przypadkach autofagii (samostrawienia komórki) oraz zaangażowane w funkcjonowanie układu odpornościowego odpowiedzialne są za patogenezę wielu chorób. Zalicza się do nich choroby

neurodegeneracyjne, zaburzenia funkcji układu immunologicznego, posocznice, nowotworzenie, zawały serca czy udary. Schorzenia te mogą być powodowane zarówno przez zbyt wysoką aktywność proteaz cysteinowych jak również ich niedobór. Przykładem szkodliwej nadaktywności jest udział kaspazy-1 w udarach. Próby zahamowania funkcji wszystkich enzymów z tej rodziny doprowadziły do znaczącego ograniczenia podudarowego uszkodzenia komórek nerwowych, a badania na zwierzętach pozbawionych funkcjonalnej kaspazy-1 lub -11 dowiodły, że zmniejsza się u nich ryzyko wystąpienia udarów. Zbyt wysoka aktywność kaspaz-1, -8 i -9 obserwowana jest również w chronicznych chorobach neurodegeneracyjnych, jak choroba Parkinsona, choroba Alzheimera czy płasawica Huntingtona. Przyczyny dysfunkcji proteaz cysteinowych w tych jednostkach chorobowych nie są jeszcze poznane i obecnie stanowią jeden z obiektów zainteresowania neurobiologów, ponieważ mogą stanowić potencjalny cel terapii tych schorzeń. Z kolei procesy nowotworowe, w przeciwieństwie do neurodegeneracji i udarów, są związane z obniżeniem bądź utratą aktywności poszczególnych kaspaz. Komórki uszkodzone, które potencjalnie mogą ulec transformacji nowotworowej, w normalnych warunkach otrzymują sygnał do rozpoczęcia programowanej śmierci. Jednak w wielu przypadkach proces ten nie zachodzi, prowadząc do powstania nowotworów, które są obecnie jedną z najczęściej diagnozowanych jednostek chorobowych u ludzi. Wiąże się to z wykształceniem przez transformowane komórki mechanizmów zabezpieczających je przed apoptozą, w tym także ograniczenia działania kaspaz. Wiele typów nowotworów wykazuje brak aktywności kaspazy-8, która rozpoczyna receptorowy szlak apoptotyczny i przekazuje sygnał indukujący śmierć, pochodzący od otaczających go komórek. Co więcej, komórki nowotworowe posiadają w swojej cytoplazmie wysoki poziom białkowych inhibitorów kaspaz - IAP, których nadmiar powodować może całkowitą blokadę funkcji proteaz apoptotycznych. Zjawisko to potwierdza się na tyle często, że poziom określonych białek należących do rodziny IAP może stanowić podstawę rokowania w danym przypadku choroby nowotworowej. Poznanie zarówno udziału kaspaz jak i przyczyn zaburzeń ich aktywności w tak trudnych do leczenia schorzeniach pozwoli na zastosowanie leków uruchamiających lub blokujących szlaki apoptotyczne z ominięciem uszkodzonych elementów. Modulacja aktywności proteaz cysteinowych może stanowić klucz do zrozumienia mechanizmów powstawania wspomnianych chorób, a także opracowania innowacyjnych terapii.

KATASTROFA W TAJDZE

Marek Żbik (Australia)

Poranek trzydziestego czerwca 1908 roku, tu, w środkowej części syberyjskiego „kontynentu” był pogodny i słoneczny. Słońce wstało bardzo wcześnie i jak zwykle o tej porze roku o godzinie siódmej wisiało wysoko nad horyzontem i jasno oświetlało bezkresne przestrzenie lekko pofałdowanego, pokrytego lasem płaskowyżu. W skalne podłoże głęboko wciśnięte liczne potoki i rzeka Podkamienna Tunguska mozolnie toczyła swe wody do wielkiego Jeniseju.

Oto nagle wysoko ponad syberyjską tajgą pojawił się jaskrawo świecący obiekt, przemieszczający się niewiarygodnie szybko z południowego wschodu na północny zachód. Tajemniczy ten obiekt przeszywał przestrzeń niczym świetlisty promień, pozostawiając za sobą ognistą smugę; zniżał się coraz bardziej nad pokrytym tajgą płaskowyżem. Wydawać się mogło, że za chwilę ów dziwny promień niechybnie zderzy się z ziemią. Zanim to jednak nastąpiło, w ułamku sekundy ponad tajgą, potworny błysk zalał całą krainę oślepiającym blaskiem. W ciągu kilku sekund fala zagęszczonego powietrza uderzyła w zieloną gęstwinę tajgi. Wszędzie gdzie przechodziła łamała wiekowe olbrzymie limby niczym zapalki, wiele wyrwała z korzeniami w ułamku sekundy. Gorący błysk o temperaturze wielu tysięcy stopni, niczym olbrzymimi promiennik, zapalał i zwęglął każdy suchy i łatwopalny przedmiot na przestrzeni wielu kilometrów od miejsca eksplozji.

Natychmiast po gorącym błysku, równocześnie z nadejściem fali uderzeniowej, nastąpił ogłuszający huk i trwający długo po nim łoskot, dźwiękowy efekt wielkiego wybuchu.

Przy ujściu niewielkiego potoku do rzeki Czamby, około 70 km w linii prostej od epicentrum eksplozji, znajdowało się obozowisko Ewenka, Iwana Piotrowicza. Wypasał on tam swoje stado reniferów, mając w pobliżu pastwiska prowizoryczną zagrodę i szałas. Rankiem trzydziestego czerwca 1908 roku Iwan wraz ze swoją żoną Akuliną i znajomym Wasylem Okczenem smacznie spali w szałasie niedaleko zagrody reniferów. W momencie spadku fali uderzeniowej, ich lekki szałas – wybudowany z naciągniętych na drewniany szkielet wyprawionych skór reniferów – wyleciał w powietrze wraz ze śpiącymi w nim ludźmi niczym piłka uderzona od spodu. Akulina i Wasyl szczęśliwie upadli na miękki mech, kiedy Iwan uderzył o drzewo, w wyniku czego złamał rękę i na krótko stracił przytomność. Paniczny strach

wywołany niespodziewanym wydarzeniem ogarnął wszystkich i sprawił, że Iwan zaniemówił i dopiero po kilku latach odzyskał mowę. Wasyl Okczen nie stracił przytomności, ale obudził się w momencie, kiedy wraz z szalasem i znajdującymi się w nim przyjaciółmi znajdował się w powietrzu. Usłyszał niewiarygodnie głośny, długotrwały huk a po upadku odczuł wyraźne drgania gruntu, dookoła waliły się płonące drzewa, wiał silny wiatr, wszystko zaczęła przesłaniać mgła i tumany dymu. Huk wkrótce ucichł, las jednak płonął dalej. Kiedy szok minął, cała trójka zaczęła szukać reniferów, które przełknięte hukiem rozpiechły się po okolicy. Poszukiwania zwierząt w płonącej tajdze okazały się mało skuteczne i wielu reniferów nie udało się im odnaleźć.

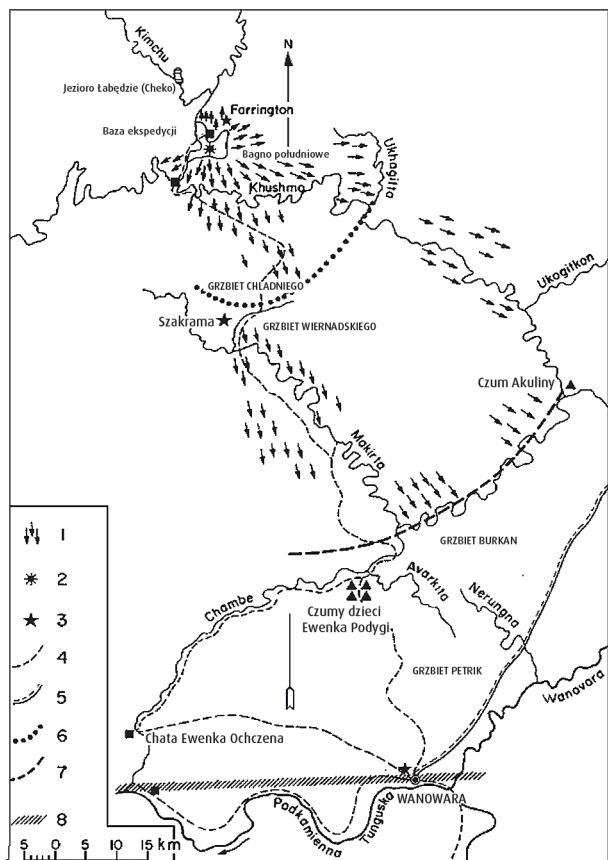


Ryc. 1. Leonid Kulik pierwszy badacz meteorytu tunguskiego. Archiwum Instytutu Geochemii i Chemii Analitycznej Akademii Nauk ZSRR.

Kilka kilometrów dalej od miejsca eksplozji, w pobliżu rzeki Czamby, na reniferowym szlaku do faktorii Wanowara znajdowały się szalasy dzieci Ewenka Podygi: Czekarena, Czuczancza i Nalagi. One również spały owego pamiętnego ranka, a obudził je silny, długotrwały grom. Słysząc jakieś uderzenia i wyczuwając wyraźnie trzęsienie ziemi, rozleżał

się głośny trzask i szum. Straszliwa burza, w której nie sposób było utrzymać się na nogach, waliła las w pobliżu szałasów. W oddali, w kierunku północnym, widać było wysoki obłok dymu.

Wszystkie opowiadania Ewenków, którzy byli świadkami tajemniczej katastrofy w tajdze, zanotował J.M. Susłow, delegat na zgromadzeniu Ewenków w czerwcu 1926 roku, czyli osiemnaście lat po zaistnieniu wydarzenia. Relacje te zostały opublikowane rok później w szesnastym tomie Mirowiedienia.



Ryc. 2. Plan przedstawiający okolice spadku meteorytu tunguskiego: 1 – obszar powalonego lasu, 2 – przypuszczalne miejsce uderzenia meteorytu, 3 – pomiarowe punkty astronomiczne, 4 – ścieżka, którą podążał Kulik, 5 – droga do faktorii Strielka, 6 – granica zasięgu opalonego lasu, 7 – granica powalonego lasu, 8 – granica zasięgu fali wybuchu. Archiwum Instytutu Geochemii i Chemii Analitycznej Akademii Nauk ZSRR; zmienione.

Opisane przez Ewenków fakty nie pozostały bez wpływu na ich wyobraźnię. Oto przestraszonym Ewenkom wydawało się, że ze wszystkich stron podkradają się do nich Odni, straszliwe, bezkształtne stwory. Powaliły one las, współdziałając ze swoimi braćmi Uczirum (śmiercią), a groźne Agdy – w postaci żelaznych ptaków z płomiennymi oczyma i ziejące ogniem – zleciały z nieba i podpaliły tajgę. Trzeba było uciekać z tego przeklętego miejsca, w którym zagubione renifery, podstawa życia Ewenków, padły w większości pastwą płomieni, a pośród pogorzelska walały się ich zwęglone trupy.

Oficjalnie, jako poddani cara rosyjskiego, Ewenkowie byli chrześcijanami wyznania prawosławnego. Duchowieństwo zabiegało więc, by wypełniali wszystkie nakazy obrządku, chrzcili swoje dzieci i poznawali podstawy religii. Jednakże o wiele bardziej niż Boga i świętych Ewenkowie bali się swoich bóstw i duchów zamieszkujących, według ich dawnych wierzeń, niebo i ziemię. Żyli wśród nich jeszcze szamani, swojego rodzaju pośrednicy pomiędzy ludźmi a światem duchów. Według ich koncepcji miejsce, w którym groźny bóg Agdy wśród gromów, dymu i płomieni zstąpił do tajgi, było objawione szamanom, a ci z kolei nałożyli na to straszliwe miejsce swojego rodzaju klątwę. Ewenkowie pod groźbą najcięższych kar nie mogli przekraczać granic zakazanej strefy.

Około 80 km na południe od epicentrum wybuchu, nad brzegiem rzeki Podkamiennej Tunguskiej, znajduje się najbliższa zakazanej strefy, osada ludzka, faktoria Wanowara. Nieliczni mieszkańcy tej osady byli również świadkami niecodziennego zjawiska. Z relacji mieszkańców ówczesnej Wanowary można wnioskować, że w tej miejscowości doskonale widoczny był kolosalny błysk, początek wybuchu, a później, po upływie pięciu czy sześciu minut, napłynęła gorąca fala powietrza. Jej podmuch musiał mieć znaczną siłę i wyrządził wiele szkód. Wyczuwano też silne wstrząsy gruntu i słyszano grzmot eksplozji.

Jeden z mieszkańców Wanowary, Siemionow, nie pamiętał dokładnie roku owego wydarzenia sprzed ponad dwudziestu lat, pamiętał jednak, że coś niesamowitego wydarzyło się w porze orki. Siemionow przebywał rankiem owego dnia na ganku w swoim domu w faktorii Wanowara. Był zwrócony twarzą na północ. W momencie, kiedy zamachnął się siekierą, żeby nabić obręcz na stawnicę, cała północna część nieba rozwarła się, a w tym rozwarciu pojawił się ogień, który w mgnieniu oka ogarnął całą tę część nieboskłonu. W tymże momencie Siemionow odczuł silny udar cieplny. Wydawało mu się, jakby zapaliła się na nim koszula. Żar szedł wyraźnie od północy. Chciał zedrzeć i zrzucić z siebie koszulę, ale w tym momencie niebo na powrót zwarło się i rozległa się tak gwałtowna detonacja, że jej siła wyrzuciła go z ganku na odległość trzech sążni. W pierwszej chwili stracił przytomność. Po wybuchu przetoczył się łoskot, jak gdyby z nieba spadały kamienie lub jakby strzelano z armat. Ziemia drżała. Gdy na niej leżał, przyciskał ze strachu głowę do ziemi, chcąc ją mieć jak najniżej, by kamienie nie rozłupały mu jej. Kiedy niebo się rozwarło, z północy przemknął obok chałupy gorący powiew, pozostawiając na ziemi ślady w postaci ścieżek usypanego pyłu. Okazało się później, że wiele szyb zostało wybitych, a w stodole

wyłamało skobel u drzwi. W chwili, kiedy pojawił się ogień, Siemionow dostrzegł, że pracujący koło okna swojej chałupy sąsiad Kosołapow przykucnął, schwytał się obiema rękami za głowę i wbiegł do izby.

Córka Siemionowa, mieszkająca w faktorii Wano-wara, również była świadkiem tej niecodziennej sceny. W chwili katastrofy wraz z przyjaciółką poszła po wodę do źródła. Przyjaciółka czerpała wodę, ona zaś stała obok, zwrócona ku północy. Nagle ujrzała, że niebo na północy rozstąpiło się do samej ziemi i buchnął z niego ogień. Obje skamieniały przerażone, lecz niebo zwarło się z powrotem, a zaraz potem rozległy się grzmoty, podobne do wystrzałów. Pomyślały, że z nieba spadają kamienie, i przerażone rzuciły się do ucieczki. Gdy córka Siemionowa dobiegła do domu, ujrzała jej ojca, leżącego bez przytomności obok sto-dół naprzeciw ganku chałupy.

Wyraźnie odczuwalne mechaniczne zjawiska, takie jak wstrząsy ziemi, drżenie szyb w oknach, otwieranie się drzwi, spadanie przedmiotów itp., obserwowano nawet w odległościach sześciuset czy siedmiuset kilometrów od epicentrum zjawiska w miejscowościach takich jak Kańsk, Jenisejsk i inne. Oto przykłady relacji, jakie zebrano w tych miejscach: Kierownik stacji meteorologicznej Kireńsk, położonej pięćset kilometrów od miejsca katastrofy, w swoim liście z dwudziestego ósmego czerwca 1908 roku (według starego kalendarza) tak opisał zjawisko: „Siedemnastego czerwca na północnym zachodzie od Kireńska obserwowano niezwykle zjawisko, trwające w przybliżeniu od siódmej piętnaście do ósmej rano. Słychać było głuchoe dźwięki, wzięte za odgłosy kanonady artyleryjskiej. Po skończeniu pracy spojrzałem na wskaźnik barografu i ze zdziwieniem ujrzałem kreskę nad linią zrobioną o ósmej rano. Wskazywało to na nagły i krótkotrwały wzrost ciśnienia atmosferycznego. W tym czasie nie wstawałem z miejsca... Nikt nie wchodził do pokoju”. Dalej donosił, że według opowiadań świadków około siódmej piętnaście rano na północnym zachodzie pojawił się ognisty słup, niczym lanca. Po jego zniknięciu słychać było pięć silnych wybuchów, jakby armatnich, następujących szybko jeden po drugim. Później widać było w tym miejscu gęsty obłok. Po około piętnastu minutach znów dały się słyszeć podobne wybuchy.

Noc trzydziestego czerwca 1908 r. w całej Anglii wyglądała niezwykle. Oto w Londynie północno-wschodnia część nieba zabarwiona była światłem w odcieniu od różowego do rudego. Świecenie nieba było tak silne, że można było czytać o północy nawet drobny druk.

Pismo *Nature* donosiło w relacjach angielskich obserwatorów, że zjawisko widoczne było na całym terytorium Zjednoczonego Królestwa. Niektórzy brali

to świecenie za zorzę polarną, jednakże badania spektroskopowe wykluczyły taką naturę świecenia. Podobne zjawiska były obserwowane na znacznej przestrzeni Europy.



Ryc. 3. Widok powalonego lasu w miejscu tunguskiej katastrofy, fotografia wykonana w czasie ekspedycji w maju 1929 roku. Archiwum Instytutu Geochemii i Chemii Analitycznej Akademii Nauk ZSRR.

O jasnych nocach i świecących, srebrzystych obłokach donosiły w tym czasie liczne rosyjskie gazety, jak „Russkoje Słowo” czy „Nowoje Wriemja”. Nocne świecenie nieba nie było w tym czasie zauważalne we wschodniej Syberii i w Ameryce. Im bardziej na zachód, tym omawiane zjawisko było wyraźniej widoczne. Bardzo interesujące są nieliczne informacje podane przez badaczy, którzy obserwowali zjawisko przy pomocy rozmaitych instrumentów pomiarowych. Powstały fotografie obrazujące rozproszone w górnych warstwach atmosfery światło słoneczne czy srebrzyste obłoki. Do nich również należą wyniki badań spektroskopowych, które wykazały ponad wszelką wątpliwość, że widmo nie zawiera charakterystycznych linii emisyjnych dla zorzy polarnej i jest typowe dla rozproszonego światła zmierzchania.

Już w 1908 roku na łamach pism naukowych rozwinęła się dyskusja dotycząca przyczyny, która wywołała anomalne świecenie atmosfery w nocy z trzydziestego czerwca na pierwszego lipca. W dyskusji wysunięto wiele hipotez genezy obserwowanego tajemniczego zjawiska. Jeden z uczonych, nie posiadając informacji o katastrofie w syberyjskiej tajdze, pisał: „...dobrze byłoby dowiedzieć się, czy nie pojawił się ostatnimi czasy w Danii czy gdzie indziej na wschodzie wielkich rozmiarów meteoryt”.

Jak już wspomniano powyżej, o katastrofie w syberyjskiej tajdze wiedzieli tylko bezpośredni jej świadkowie. Pojawiło się również kilka wzmianek w lokalnych syberyjskich gazetach. Z czasem jednak wspomnienia przybłąkały, raporty przesyłane do władz zawieruszyły się w obszernych szufladach urzędników często wypierane przez ważniejsze bardziej

nagłące wydarzenia. Brakowało również środków na sprawdzenie tych niewiarygodnych, docierających z terenu informacji.

Mijały lata. W Rosji nastąpił czas zawieruchy wojny światowej oraz wielkich rewolucyjnych przemian społecznych. Nie był to dobry czas by zajmować się nauką, toteż badania nie były priorytetem. Znalazł się jednak człowiek, który wiedziony wielką pasją badacza przypadkiem trafił na ślad tajemniczej katastrofy.

Człowiekiem tym był Leonid Kulik (ryc. 1.). W 1913 roku rozpoczął on pracę w Muzeum Mineralogicznym Akademii Nauk.



Ryc. 4. Pień drzewa w centrum zagłębienia Susłowa. Archiwum Instytutu Geochemii i Chemii Analitycznej Akademii Nauk ZSRR.

Prace Kulika w Muzeum Mineralogicznym upoważniły Wiernadzkiego do podjęcia inicjatywy utworzenia oddziału meteorytowego. Powstał on w 1921 roku. W związku z tym Kulik zaproponował przygotowanie od dawna zamyślanej ekspedycji meteorytowej.

Na początku września 1921 roku ekspedycja pod kierunkiem Kulika wyruszyła w drogę. Do tego celu wykorzystano wagon kolejowy doczepiony do pociągu. Tuż przed odjazdem pociągu, do którego dołączony był wagon ekspedycji, podbiegł redaktor naczelny „Mirowiedienija” Swiadsky i przekazał on Kulikowi kartkę z kalendarza Otto Kirchnera z 1910 roku. Na odwrocie kartki znajdowała się wiadomość, jakoby siedemnastego czerwca (według starego kalendarza) 1908 roku w pobliżu Kańska, niedaleko stacji Filimonowo, spadł gigantycznych rozmiarów meteoryt. Był on widziany przez pasażerów przejeżdżającego pociągu. Swiadsky prosił Kulika o sprawdzenie na miejscu tej wiadomości, gdyż, jak stwierdził, „nie ma dymu bez ognia”.

Ekspedycja trwała od maja 1922 roku, przemierzając ponad dwadzieścia tysięcy kilometrów i wzbogaciła kolekcję Akademii Nauk ZSRR wieloma egzemplarzami meteorytów.

W czasie trwania ekspedycji Kulik odwiedził również przystanek Filimonowo. Okazało się, że rzeczywiście trzynaście lat wcześniej, dnia trzydziestego

czerwca, obserwowano tam przelot wielkiego bolidu. Upadł on jednak gdzieś dalej w kierunku północnym.

Na podstawie zebranych relacji ustalono, że ranniem trzydziestego czerwca 1908 roku nad okręgiem jenijskim przeleciał ogromny bolid, który upadł gdzieś daleko na północy, być może w basenie rzeki Podkamiennej Tunguskiej. Sporządzono również schematyczną mapę z prawdopodobnym miejscem upadku meteorytu. Ciekawe, że nazwy „meteoryt tunguski” użył Kulik dopiero wiele lat później. Początkowo, w pierwszej wzmiance o rezultatach ekspedycji, opublikowanej w „Mirowiedieniu” w 1922 roku, Kulik pisze o „meteorycie z 30 czerwca 1908 roku”.

I tak w lutym 1927 roku Kulik wraz z Giulichem wyruszyli pociągiem z Leningradu. Po wielu dniach dojechali do miejscowości Tajshed. Tutaj czternastego marca przesiedli się na konie, by w ten sposób czterysta kilometrów wędrować po śniegu do małej miejscowości Kieżma. Należy pamiętać, że podróż w tych bezludnych okolicach nie należała do łatwych. Wielokrotnie musieli przeprawiać się przez dzikie rzeki, bo przerzucone przez nie mostki w większości nie nadawały się do użytku. Mimo tych uciążliwości dotarli do Kieżmy już dziewiętnastego marca. Uzupełnili tu zapasy i trzema podwodami wyjechali do odległej około dwustu kilometrów na północ małej faktorii Wanowara. Jechali na saniach ciągniętych przez konie. Wkrótce droga przez tajgę przeobraziła się w wąski, trudny do przebrnięcia trakt. Faktoria, położona na prawym, wysokim brzegu rzeki Podkamiennej Tunguskiej, była małą osadą złożoną z kilku zamieszkałych domostw i zabudowań gospodarczych. Miejscowość stanowiła wysunięty na północ punkt cywilizacji, gdzie koczowniczo żyjący tubylcy, Ewenkowie, mogli wymieniać skóry upolowanych zwierząt na artykuły przemysłowe, broń myśliwską, siekiery, noże itd.

Po przyjeździe i zakwaterowaniu się w Wanowarze Kulik dowiedział się, że „zakłete” miejsce znajduje się około osiemdziesięciu kilometrów dalej na północ, a wiedzie tam szlak reniferowy, po którym można przejechać konno. Kulikowi udało się jednak namówić Ewenka Luczetkana, by poprowadził go do granicy zakłetej strefy. Następnego dnia Kulik z Luczetkanem i jeszcze jednym pracownikiem leśnym opuścili konno Wanowarę. Niestety, osiągnięcie zakłetej strefy z marszu nie udało się. Konie, zmęczone i nadmiernie obciążone, nie były w stanie przedrzeć się przez zasypaną głębokim śniegiem tajgę. Musieli zawrócić i w czasie kilku dni postoju w faktorii Kulik przygotowywał następną wyprawę. Udało mu się namówić Ewenka przezwiskiem Ochczen, mieszkającym wraz z rodziną w pobliżu ujścia rzeki Czamby do Podkamiennej Tunguskiej, by był przewodnikiem

prowadzącym Kulika do miejsca katastrofy. Na jego dziesięciu reniferach miała wyruszyć wyprawa aż do granicy zaklętej strefy.

Trzynastego kwietnia stanęli u granicy powalonego lasu. Gęstymi rzędami leżały obok siebie olbrzymy syberyjskiej tajgi, nagimi koronami witając przybyśców. Wyjaśniło się również, dlaczego Ochcen tak łatwo się zgodził być przewodnikiem Kulika. Opośdał leżał przysypany śniegiem olbrzymi niedźwiedź, upolowany przez Ochczena, po którego i tak musiałby on tu przyjechać.

Kulikowi udało się uzyskać kilkudniową zwłokę, by mógł rozejrzeć się po okolicy. W oddali ukazała się charakterystyczna sylwetka wzgórza nazywanego przez Ewenków Szakrama (głowa cukru). Piętnastego kwietnia Kulik znalazł się na jego szczycie i mógł rozejrzeć się po okolicy. Był wstrząśnięty tym, co zobaczył. Ślady gigantycznej katastrofy były doskonale widoczne pomimo upływu dziewiętnastu lat.

„Nie mogę w pełni – pisze Kulik w swoim dzienniku – wyobrazić sobie tragedii związanej z upadkiem meteorytu... Nie widać stąd, z naszego punktu obserwacyjnego, śladu lasu; wszystko powalone i spalone, na tę martwą przestrzeń naciera młoda dwudziestoletnia roślinność”. Podobnych zniszczeń nigdy Kulik nie widział i nie mógł sobie nawet wyobrazić. Jak okiem sięgnąć, wszędzie leżały powalone, złamane niczym zapalki bądź wyrwane straszliwą siłą wielkie limby, olbrzymy syberyjskiej tajgi. Widniały ślady wielkiego pożaru. Kulik jeszcze wtedy nie mógł widzieć większej części powalonych drzew, przysypanych grubą warstwą śniegu. Być może przypuszczał, że spłonęły doszczętnie. Sam pożar, jak to sobie wyobrażał, został wywołany przez gorącą falę sprężonego powietrza, gnaną przed czołem pędzącego z kosmiczną prędkością meteoroidu. Nie brał jeszcze pod uwagę termicznego efektu błysku eksplozji.

Ze szczytu wzgórza Szakrama Kulik przeszedł na grzbiet Chladniego, skąd mógł ogarnąć większą część okolicy. Chłonał wzrokiem szczegóły morfologiczne terenu, robił notatki, szkice i zdjęcia. Powierzchnia terenu była tu mocno pofałdowana, wełnista. Jak zauważył Kulik, przed nim w kierunku północy nie było widać śladu tajgi. Północne zbocza wzgórz były dokładnie ogołocone z drzew, na południowych zaś, w miejscach osłoniętych od groźnego podmuchu, zachowały się szczątki lasu. Patrząc z kolei na zachód w kierunku grzbietu Lakura, widział płaszczyzny powalonego lasu, bielejące na szarym tle tajgi. Rozejrzawszy się po okolicy, doszedł do wniosku, że miejsce spadku meteorytu znajduje się za widocznymi na północ od grzbietu Chladniego białymi pozbawionymi drzew wzgórzami. Pomiędzy tymi wzgórzami

płynęła rzeka Chuszma. Fakt ten zapamiętał, mając zapewne już gotowy plan dotarcia do rejonu spadku meteorytu. Ze względu na stanowczy sprzeciw Ewenków Kulik musiał wyruszyć w drogę powrotną. Tym razem marsz był szybki i dwudziestego drugiego kwietnia powrócili wszyscy do Wanowary.

Kulik opracował nowy plan dotarcia do miejsca domniemanego spadku meteorytu. Zakupił dostatecznie silnego i wytrzymałego konia, wynajął dwóch flisaków, mieszkańców jednej z nadangarskich wiossek, którzy zgodzili się być jego przewodnikami. Uzupełniwszy zapasy żywności i doczekawszy się roztopów i ruszenia lodów na rzece, Kulik opuścił trzydziestego kwietnia 1927 roku Wanowarę. Drogą prowadzącą do faktorii Strielka dotarł do środkowego biegu Czamby. Stąd wyruszył dwudziestego maja spływając na dwóch tratwach po Czambie, gdzie załogi obydwu tratw walczyły z przybierającą wodą i z niebezpieczną krą.

Chuszma, jak się okazało, była już wolna od lodów. Tu Kulik zdecydował się na pozostawienie jednej z tratw, dobrze umocowanej na brzegu dla ułatwienia drogi powrotnej. Wykonano nową tratwę i wyruszono dalej. Tratwy trzeba było ciągnąć brzegiem pod prąd wody. Wykorzystano do tego zakupionego konia. Dwudziestego dnia podróży po raz pierwszy zauważyli fragment powalonego lasu na szczycie mijanego wzgórza. Drzewa leżały powalone w kierunku południowo-wschodnim. Na następnym wzgórzu sytuacja wyglądała podobnie. Po następnych dwóch dniach dotarli do obszaru, gdzie wywał lasu był pełny. Pośród cmentarzyska drzew, zieleniła się dwudziestoletnia roślinność. Bywało i tak, że powalone drzewa przegradzały rzekę, trzeba było toporami torować sobie drogę wśród pni. Trzydziestego maja ekspedycja dotarła do ujścia strumienia Czurgima, lewego dopływu Chuszmy. Tu przystąpiono do budowy obozu – bazy. Pozostawiono w nim część żywności i sprzętu. Podążając śladem powalonych drzew Kulik poruszał się głęboką doliną w górę strumienia. Po kilku kilometrach dotarli do jego źródeł, którym okazało się rozległe bagnisko otoczone amfiteatrem wzgórz. Kotlina mogła mieć od pięciu do dziesięciu kilometrów średnicy i raczej nieregularną formę. U jej wylotu Kulik rozbił drugi obóz, skąd rozpoczął wędrówki po okolicznych wzgórzach.

Teraz odkrył rzecz zdumiewającą. Na wszystkich wzgórzach otaczających kotlinę powalone drzewa, kikutami wyrwanych korzeni wskazywały bagnistą kotlinę jako punkt centralny. Drzewa układały się jak wskazówki zegara, centrycznie wokół osi. Wywał lasu był zatem radialny. Tego Kulik nigdy się nie spodziewał.

Teraz postanowił dokładnie zbadać wnętrze bagnistej kotliny. Ze zdziwieniem stwierdził, że na jej

dnie las nie został tak doszczętnie powalony jak na okolicznych wzgórzach. Wiele drzew stało pionowo, były jednak martwe. Pozbawione gałęzi, odarte z kory i opalone od wierzchołków do korzeni.



Ryc. 5. Głaz Jankowskiego. Archiwum Instytutu Geochemii i Chemii Analitycznej Akademii Nauk ZSRR.

Takie opalenie drzew wykluczało zwykły pożar lasu, przechodzący zazwyczaj po poszyciu i opalający jedynie dolne partie pni. Tu najwidoczniej czynnik termiczny zadziałał błyskawicznie na całą powierzchnię drzew. Ten pozbawiony gałęzi, martwy las nazwano „lasem słupów telegraficznych”. Zdarzały się również tu przewrócone drzewa, lecz ich kierunek zalegania był przypadkowy i nie korespondował z obserwowanym dookoła radialnym wywałem tajgi. Fakt ten trudno było wytłumaczyć, kiedy na ogromnych przestrzeniach las został całkowicie zniszczony, tu w centrum katastrofy, gdzie Kulik spodziewał się ujrzeć ogromne ciało spadłego z kosmosu meteorytu, część lasu zachowała się w postaci stojącej, a nawet niektóre drzewa przeżyły katastrofę. Kulik stwierdził jedynie, że stało się tak najprawdopodobniej w wyniku interferencji fali uderzeniowej, rozchodzącej się radialnie z miejsca upadku meteorytu. Gdzie jednak upadł ten kosmiczny gigant? Nigdzie nie było widać wielkiego krateru uderzeniowego, na którego dnie Kulik spodziewał się ujrzeć cel swojego znoju – meteoryt, przyszłą ozdobę kolekcji, jakiej nie było jeszcze na świecie. Kulik dostrzegł jednak na powierzchni błot, na dnie kotliny, liczne wolne od roślinności okrągłe oczka wodne o średnicach od dziesięciu do pięćdziesięciu metrów. Teraz był przekonany, że meteoryt rozpadł się tuż przed upadkiem i w postaci deszczu odłamków wyłobił szereg różnej wielkości kraterów. Kratery te zostały z kolei wypełnione wodą z tajającej tu wiecznej zmarzliny podścielającej tajgę wielometrowej grubości przemarzniętą warstwą gruntu. Należało jedynie spuścić wodę z kraterów by dobyć fragmenty meteorytu. Nie miał jednak już na to czasu ani potrzebnych narzędzi, kończyła się również żywność. Należało udać się w drogę powrotną.

Po tej wyprawie nastąpiło wiele innych, a wszystkie z olbrzymim zaangażowaniem starały się wyjaśnić liczne tajemnice związane ze spadkiem dziwnego przybysza z kosmosu.

Kulik przeżywał w czasie trwania poszukiwań wiele wzlotów i upadków, musiał pomimo ewidentnego braku sukcesu podtrzymywać aurę końcowego sukcesu swoich wysiłków. Oczami wyobraźni widział siebie wiozącego na olbrzymiej platformie meteoryt o rozmiarach, jakiego dotąd ludzkość nie widziała. On zaś siedzi na tej bryle żelaza z kosmosu i przejeżdża poprzez wiwatujące tłumy mieszkańców Moskwy.

Jego entuzjastyczne wystąpienia w rozmaitych stowarzyszeniach pozwoliły mu na zjednywanie ludzi do swojej idei oraz na zgromadzenie niezbędnych środków dla odbycia kolejnych ekspedycji. Badania prowadził teraz za pomocą wagi magnetycznej, która jest rodzajem kompasu z igłą magnetyczną nie na pionowej, lecz pionowej osi. Za pomocą takiego urządzenia można wykryć anomalie magnetyczne, a tym samym bryłę żelazną meteorytu ukrytą głęboko pod powierzchnią gruntu lub wody. Kulik bowiem nie miał co do tego wątpliwości, że spadły w bagno meteoryt tunguski był meteoritem żelaznym. Jego pewność oparta była na bardzo naiwnych, jak to dziś możemy ocenić przesłankach. Oto jak uzasadnia swój pogląd w dzienniku: „Nie znamy meteorytów kamiennych o masie nawet tony, z drugiej strony największe ze znanych meteorytów, częściowo wystawione w muzeach i osiągające masę dziesiątków ton... są meteorytami żelaznymi.”

Brak sukcesu powodował, że wielu badaczy wysuwało argumenty negujące poszukiwania Kulika i wręcz twierdzili, że badane w syberyjskiej tajdze jeziora nie są żadnymi kraterami meteorytowymi, lecz normalnymi w tym obszarze objawami termokrasu powstającymi w terenach wietrznej zmarzliny. Kulik popadał w obsesję. Znajdowane odłamki obtopionego w pożarze szkliska uznaje za objawy metamorfizmu uderzeniowego, w wyniku którego na skutek wysokiej temperatury podczas zderzenia meteorytu z ziemią, grunt uległ stopieniu. Co gorsza, udało się po wielkich trudach spuścić wodę z jednego z domniemyanych kraterów, zagłębienia Susłowa, na dnie którego miał spoczywać wielki fragment kosmicznego żelaza. Woda spłynęła, a po oczyszczeniu dna, zdumionym oczom uczestników ekspedycji, zamiast oczekiwanego meteorytu ukazał się ni mniej ni więcej, tylko przegniły u korzenia pień drzewa złamanego w czasie katastrofy. Pień ten (ryc. 4.) prawidłowo ukorzeniony znajdował się prawie w centrum zagłębienia, przecząc swoim istnieniem o jakiegokolwiek wybuchowej teorii powstania tej niecki. Trudno sobie wyobrazić meteoryt uderzający

z kosmiczną prędkością w ziemię, wybijający w niej krater o średnicy kilkudziesięciu metrów, w centrum, którego jak gdyby nigdy nic zachowuje się nienaruszony niczym, ukorzeniony pień drzewa.

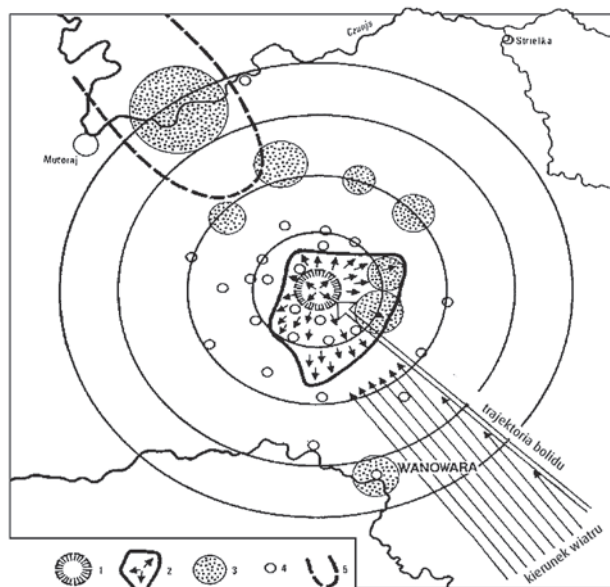
Kulik jest kompletnie zdruzgotany tym odkryciem, które niszczy podwaliny jego teorii. Na wszelki wypadek zabrania fotografować znalezisko. Może to przecież zaszkodzić sprawie i obciąć fundusze na planowane badania. W chwili nieobecności Kulika inny uczestnik ekspedycji, Krinow, późniejszy kierownik Zakładu Meteorytów Akademii Nauk ZSRR, cichaczem, w tajemnicy robi zdjęcie.

Najciekawszym odkryciem jak się teraz wydaje było znalezienie przez jednego z uczestników ekspedycji, myśliwego Jankowskiego, tajemniczego głazu (ryc. 5). Oto pewnego razu, Kulik wyjechał z bazy na kilka dni pozostawiając Jankowskiego na straży obozowiska. Wydzielił mu tygodniową rację żywności, opieczętował magazyn z żywnością i zabronił się do niego zbliżać. Jankowskiego bardzo bolał taki brak zaufania ze strony Kulika. Pracy było niewiele, toteż większość wolnego czasu przeznaczał Jankowski na polowania. Pewnego razu, polując, zapędził się daleko w tajgę, gdzieś koło Czurgima. Ze zdziwieniem natknął się tu pośród młodego lasu na dziwnego wyglądu głaz długości około 2 metrów, szerokości powyżej metra i 80–90 cm wysokości. Głaz był bardzo porowaty, na jego powierzchni widniały liczne zagłębienia, niczym jamki i powleczone był brunatnego koloru warstewką.

Głaz był podobny do meteorytu. Jankowski był przekonany, że odnalazł fragment meteorytu tunguskiego. Wziął nóż i busolę, zabrał się za badanie głazu. Dłubiąc nożem i sprawdzając kompasem stwierdził, że głaz nie jest, jak uprzednio przypuszczał, zbudowany z żelaza. A więc to nie to; Kulik wpoił w niego przekonanie, że jedynie meteoryt żelazny może być tym poszukiwanym meteorytem tunguskim. Obejrzał go jeszcze raz, sfotografował i powrócił do bazy. Niestety nie oznaczył do niego drogi. Kulik wrócił po miesiącu. Jankowski w tym czasie głodował, sam produkował sobie amunicję, chorował po ukąszeniu przez żmiję. Po powrocie Kulika, Jankowski opowiedział mu o znalezisku i pokazał fotografię. Kulik od razu zapalił się do poszukiwań. Dowiedziawszy się jednak, że nie była to bryła żelazna, stracił zapał. Tajemniczy głaz Jankowskiego nigdy nie został odnaleziony, a prawdopodobnie mógłby on być jednym z niewielu fragmentów ciała kosmicznego odpowiedzialnego za katastrofę w syberyjskiej tajdze. Dlaczego Kulik pomimo usilnych namów Jankowskiego nie zdecydował się na odnalezienie tego głazu pozostaje nadal tajemnicą.

Dalszym pracom polowym przeszkodził wybuch wojny w 1941 roku. Kulik, jako ochotnik, zaraz po

rozpoczęciu wojny wstąpił w szeregi Armii Czerwonej. Został ranny w nogę i dostał się do niewoli hitlerowskiej. Osadzono go w obozie jenieckim, gdzie na wiosnę 1942 roku zmarł na tyfus, do ostatniej niemal chwili pomagając jako sanitariusz swoim współtowarzyszom niedoli.



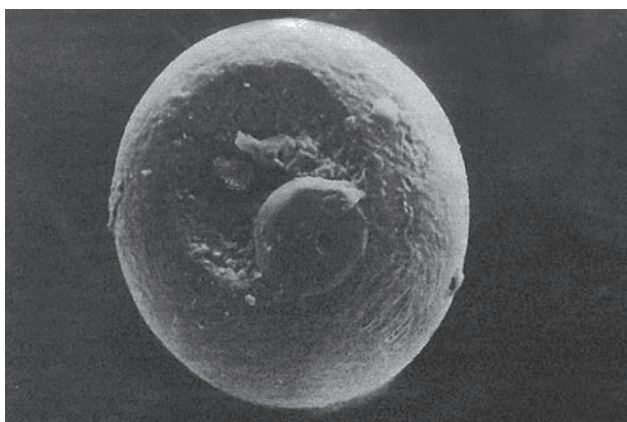
Ryc. 6. Schemat miejsca spadku meteorytu tunguskiego z zaznaczeniem obszarów bogatych w sferule pyłu kosmicznego. 1 – epicentrum, 2 – wywalenie lasu, 3 – miejsca znalezienia anomalnej koncentracji sferul pyłu kosmicznego, 4 – miejscowości, 5 – obszar najwyższej koncentracji sferul w próbkach gruntu. Archiwum Instytutu Geochemii i Chemii Analitycznej Akademii Nauk ZSRR.

Powojenne poszukiwania prowadzone były przez grupę naukowców z Komitetu Meteorytów AN ZSRR pod kierunkiem Kiryła Pawłowicza Floreńskiego.

Floreński doszedł do wniosku, że magnetyczne i krzemianowe sferyczne ziarna znajdujące w próbkach gruntu są materialnymi mikro-pozostałościami ciała meteorytu tunguskiego. Dokonano analizy statystycznej gęstości występowania tych ziaren w różnych miejscach. Po naniesieniu rezultatów na mapę okazało się, że strefa wzbogacenia gruntu materiałem pochodzenia kosmicznego stanowi wąski, wyciągnięty w kierunku północno-zachodnim język. Sugerowało to, że materiał rozpadu bolidu unoszony był z wiatrem i spadał na powierzchnię ziemi na bardzo znacznej przestrzeni. Pas ten o szerokości 50–60 km rozciąga się na odległość większą niż 250 km, a największą koncentrację sferul pochodzenia kosmicznego znaleziono w odległości 80 km na północny-zachód od epicentrum eksplozji.

Po naukowych ekspedycjach uczonych moskiewskich inicjatywę podjęły inne ośrodki naukowe, głównie syberyjskie. Istotną rolę odegrał tu uniwersytet w Tomsku, Wszechzwiązkowe Towarzystwo Astronomiczno-Geodezyjne oraz jego wołżańsko-

-uralska filia. W rejonie spadku meteorytu rokrocznie pracowały grupy młodzieży i pracowników naukowych. Prace koncentrowały się między innymi na dokładnych badaniach i pomiarach terenu wywału lasu oraz ocenie opalenia liści i kory drzew przez energię świetlną wypromieniowaną w momencie wybuchu. Badano również sferule pochodzenia kosmicznego pobierane z próbek torfów i drzew, które przeżyły katastrofę. Porównywano wyniki tych badań z wynikami badań sferul pochodzenia kosmicznego wydzielonych z gruntu zebranych przez ekspedycję Floreńskiego. Były to niezwykle interesujące prace, pozwalające ocenić naturę materii meteorytu tunguskiego, jak i energię eksplozji.



Ryc. 7. Półmilimetrowej średnicy sferyczne ziarno pyłu kosmicznego wydzielone z gruntu, gdzie stwierdzono anomalnie wysoki udział pyłu kosmicznego. Z badań własnych autora.

Powojenny postęp naukowy, a przede wszystkim doświadczenia z bombami nuklearnymi i wyścig w podboju kosmosu wywołały istną burzę poglądów na to, co wydarzyło się w syberyjskiej tajdze. Z początkiem 1960 roku dziewiąta międzynarodowa konferencja meteorytowa poświęcona została prawie w całości sprawie meteorytu tunguskiego. Wtedy to akademik Fieszenkow przedstawił hipotezę, według której meteoryt tunguski mógł być jądrem niewielkiej komety. Nie była to zresztą nowa myśl. Pierwszy za taką hipotezę opowiedział się w latach trzydziestych radziecki uczony Astapowicz równocześnie z amerykańskim astronomem Whippiem. Konferencja odnotowała także pojawienie się i rozprzestrzenianie poglądów bardziej fantastycznych jak hipoteza Kazancewa, mówiąca o katastrofie statku kosmicznego o napędzie jądrowym. Później starano się również nawiązać do możliwości zderzenia się Ziemi z czarną dziurą czy gigantycznym promieniem laserowym.

Jednocześnie prowadzono prace eksperymentalne i modelowe, polegające na detonowaniu niewielkich ładunków wybuchowych ponad makietą lasu. Ustalono, że obraz powalonych drzew na makiecie był najbar-

dziej zbliżony do obserwowanego wywału drzew w rzeczywistości tylko wtedy, kiedy detonowano podłużny, ustawiony skośnie do makiety ładunek wybuchowy. Świadczyć to mogło, że eksplozja nie nastąpiła momentalnie, lecz wybuchający bolid leciał jakiś czas ponad syberyjską tajgą.

Podobne wnioski można było wyciągnąć z obserwacji opalenia drzew w epicentrum. Ustalono mianowicie, że wypromieniowana w błysku eksplozji część energii bolidu stanowiła około dziesięciu procent całkowitej energii eksplozji. Podobne zjawisko zaobserwowano w doświadczalnych eksperymentach z wybuchami nuklearnymi. W odróżnieniu jednak od wybuchów nuklearnych, wypromieniowujących swą energię momentalnie, tu ślady spalenizny świadczyły o tym, że wybuchające i mocno promieniujące gorące ciało meteoroidu poruszało się w przestrzeni ponad lasem około pół sekundy z kosmiczną prędkością około czterdziestu kilometrów na sekundę. Oznaczało to, że wybuch rozciągnął się na drodze około dwudziestu kilometrów.

Na podstawie porównania powstałej i mierzonej fali sejsmicznej wywołanej napowietrznym wybuchem z podobnymi pomiarami prowadzonymi w eksperymentach eksplozjach atomowych, ustalono prawdopodobną moc wybuchu meteorytu tunguskiego. Okazała się ona ogromna, sięgająca od kilkunastu do dwudziestu milionów ton trotylu, najsilniejszego ze znanych w tym czasie materiałów wybuchowych. Była to energia tysiąckrotnie większa od bomby, która doszczętnie zniszczyła Hiroszimę i porównywalna z eksplozjami bomb wodorowych.

Dziś, po latach, wiadomo, że około siódmej rano trzydziestego czerwca 1908 roku ponad południową częścią centralnej Syberii pojawił się jasny bolid. W postaci kuli ognistej przemieszczał się w kierunku z południowego-wschodu na północny-zachód. Przemieszczaniu się bolidu towarzyszyły głośne zjawiska dźwiękowe. Przelot zakończył się eksplozją, której energię oceniono na 10^{23} – 10^{24} ergów. Około dziesięciu procent energii tej eksplozji stanowił potężny błysk, który wzniecił pożar tajgi. Wybuch nastąpił w czasie lotu bolidu i zakończył się gdzieś na wysokości pięciu czy sześciu kilometrów ponad lasem. Fala uderzeniowa spadająca z wysokości na powierzchnię ziemi powaliła syberyjską tajgę na powierzchni 2150 km². Ponadto fala ta obiegła dwukrotnie kulę ziemską i jako skok ciśnienia została zarejestrowana na stacjach meteorologicznych wielu miast. Stała się też prawdopodobnie przyczyną burzy magnetycznej zarejestrowanej w Irkucku. Eksplozja i uderzenie fali zagęszczonego powietrza o powierzchnię ziemi wywołały powierzchniowe trzęsienie ziemi, zarejestrowane w Irkucku i relacjonowane przez wielu

naocznych świadków wydarzenia. Po eksplozji podniosła się chmura dymu i pyłu, która osiągnąwszy wysokość powyżej dwudziestu kilometrów, porwana wiatrami wiejącymi na różnych wysokościach ze zmienną prędkością spowodowała wzbogacenie gruntu w rejonach nawet bardzo odległych od epicentrum eksplozji w materię pyłu kosmicznego w postaci kulistych ziarenek o średnicy od 0.1 do 0.5 mm. Skład chemiczny tej materii, badany w wielu ośrodkach naukowych okazał się typowym dla materii naturalnych, małych ciał kosmicznych często rozpadających się w górnych warstwach atmosfery ziemskiej i wywołujących zjawisko „gwiazd spadających” – meteorów. Skład tej materii nie odbiega od składu innych ciał Układu Słonecznego i jest typowym dla składu chondrytów węglistych, prymitywnej materii budującej część planetoid, jak i również wchodzących w skład prymitywnej materii mineralnej komet.

Masa bolidu przed wejściem w atmosferę Ziemi oceniona została na około milion ton; było to ciało kruche

i uległo dezintegracji w gęstych warstwach atmosfery ziemskiej. Meteoryt tunguski mógł być fragmentem komety albo planetoidy o składzie chondrytu węglistego. Niejasny jest, jak dotąd, związek meteorytu tunguskiego z kometami. Znane komety, które podejrzewano o spowodowanie katastrofy, były jednak daleko od Ziemi. Ponadto jeszcze dziś brakuje nam wystarczających danych o mineralnym materiale komet i ich ewentualnym związku z chondrytami węglistymi.

Dzisiaj po upływie 100 lat od katastrofy tunguskiej, po głębokiej analizie wielu faktów, nie można wyjaśnić wszystkich okoliczności zdarzenia i postawić sakramentalnej kropki nad „i”. Pomimo to opisanie wydarzeń z czerwca 1908 roku, jak i opowieść o ludziach – entuzjastach, poszukiwaczach przygód, bezinteresownie poświęcających swoje urlopy i ciężko pracujących nad wyjaśnieniem tej jednej z największych zagadek XX wieku wydaje się być interesującym tematem dla wielu czytelników, którzy na podstawie opisanych faktów mogą prowadzić własne przemyślenia.

INWAZJE ROŚLINNE

Adam Zajac (Kraków)

Flora Polski liczy około 2500 gatunków rodzimych, które z natury rosną w naszym kraju. W ciągu ostatnich 10,5 tysiąca lat, po ustąpieniu lądolodu na północy, przybywały one sukcesywnie zajmując wraz ze zmieniającymi się warunkami klimatycznymi odpowiednie dla siebie siedliska. Sądzymy, że maksimum ostatniego zlodowacenia przetrwało u nas najwyżej około 500 gatunków roślin, takich jak rośliny wysokogórskie, z których część zasiedla Arktykę i nasze góry oraz rośliny ze specjalnych siedlisk, takich jak torfowiska przejściowe i wysokie. Większość drzew leśnych przybyła na terytorium Polski dopiero po ustąpieniu lądolodu.

Człowiek w okresie ostatniego zlodowacenia przebywał na terytorium Polski, ale uważamy, że nie wprowadził obcych gatunków roślin prowadząc koczowniczy tryb życia. Pierwsza fala obcych gatunków przybyła dopiero z rolnikiem neolitycznym około 7 tysięcy lat temu. Były to chwasty roślin uprawnych oraz rośliny towarzyszące człowiekowi w jego osadach. Te stare rośliny obcego pochodzenia noszą nazwę archeofitów i jest ich w Polsce około 160 gatunków. Ten termin stosujemy do roślin, które przybyły na teren naszego kraju do końca wieku XV. Podział ten jest trochę sztuczny, ale pozwala oddzielić tych przybyszów, którzy zostali wprowadzeni do naszego kraju po epoce wielkich odkryć geograficznych.

Nowi przybysze, rośliny, które zostały zawleczone przypadkowo lub też wprowadzone celowo przez człowieka, określamy terminem kenofitów. To wśród nich upatrujemy najgroźniejszych, agresywnych przybyszów.

Stare chwasty upraw, obniżają produkcję rolną, stąd są zwalczane różnymi sposobami. Poza bardzo nielicznymi wyjątkami spotykamy je tylko w uprawach i na siedliskach ruderalnych w naszych miastach i wioskach. Nie wnikają one do zbiorowisk roślinnych półnaturalnych i naturalnych. Przez tysiące lat wspólnej egzystencji z rodzimymi gatunkami ustaliła się równowaga ekologiczna. Rośliny te w większości przypadków pochodziły z obszarów o odmiennym klimacie i szacie roślinnej i nie znajdowały w naszej przyrodzie dogodnych siedlisk; zdołały rosnąć tylko tam, gdzie człowiek pod swoje uprawy i osiedla usunął zupełnie naturalną roślinność, z którą nie mogły wytrzymać konkurencji.

W Polsce jest około 460 zdomowionych gatunków obcego pochodzenia. Musimy sobie teraz wyjaśnić termin „zdomowiony”. To gatunek, który przybył jako obcy do naszego kraju dzięki człowiekowi i zajmuje trwałe siedliska w naszym kraju rozmnażając się generatywnie lub wegetatywnie. Odliczając stare chwasty (archeofity) jest ich w Polsce około 300 gatunków. Ciągłe zresztą przybywają nowe zawlekane

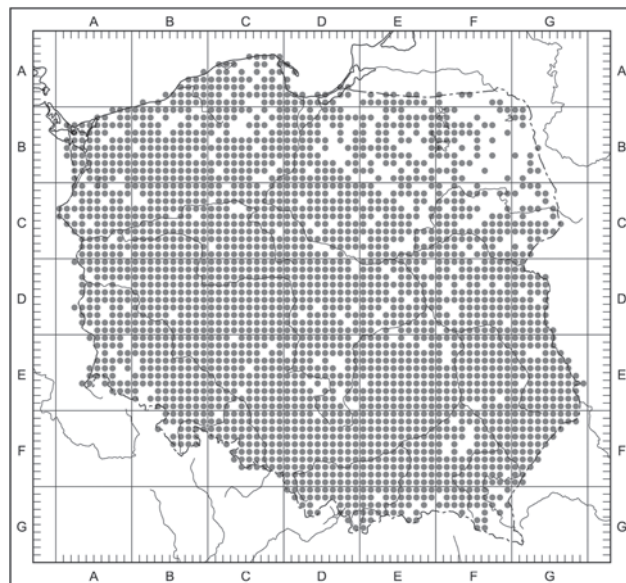
z transportem, różnymi materiałami, czy celowo wprowadzane do uprawy. Co roku przybywa jeden lub kilka gatunków. Trudno je na początku zauważyć, chociaż botanicy starają się takich nowych przybyszów zidentyfikować i poinformować innych badaczy, że oto pojawił się nowy gatunek, na który należy zwrócić uwagę. Pierwsze stadium osiedlenia się takiego nowego przybysza, kiedy jeszcze nie można powiedzieć, że to gatunek zadomowiony, określamy mianem efemerofita. Większość zawlekanych gatunków po początkowym sukcesie, który polega na tym, że roślina wykiełkuje i rozwinie się, ginie. Zawlekane są rośliny z różnych obszarów klimatycznych Ziemi i z różnych siedlisk, stąd ich sukces będzie zależał od tego jak zachowają się w zmienionych warunkach na nowym obszarze. Liczba takich zidentyfikowanych przybyszów, którzy nie odnieśli sukcesu przekracza w Polsce sześćset. Przypuszczamy, że było tych gatunków zdecydowanie więcej, ale nie zostały przed wyginięciem zauważone. Ich identyfikacja jest czasami trudna, gdy nie wiadomo, jakiej flory użyć by je oznaczyć.



Ryc. 1. Żółtlica drobnokwiatowa (*Galinsoga parviflora*). Za: 1796, Figure from Deutschlands Flora in Abbildungen at <http://www.biolib.de>, Johann Georg Sturm (Painter Jacob Sturm), Wikipedia Commons

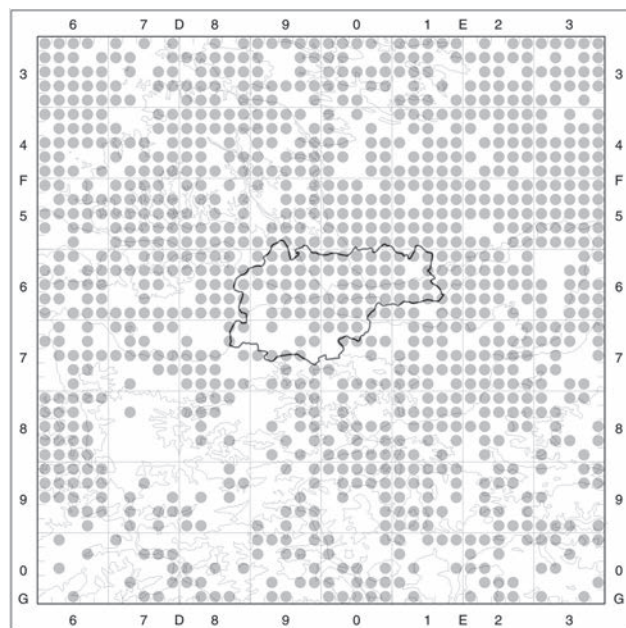
Trzysta gatunków, które odniosły sukces i zadomowiły się w naszym kraju też można podzielić według kryterium jak wielki jest to sukces. Niektóre z nich zostają tylko na siedliskach stworzonych przez człowieka w miastach, lub towarzyszą np. liniom kolejowym itp. Inne stają się chwastami w naszych polach. Sukces osiągają też rośliny z dalekich zawleceń jak np. dwa gatunki żółtlicy (*Galinsoga parviflora* i *G. ciliata*), które pochodzą z górskich obszarów Ameryki Południowej i Środkowej. Rośliny te najprawdopodobniej rozpowszechniły się z ogrodów botanicznych, gdzie sprawozdano je jako ciekawe okazy obcych gatunków. W swojej ojczyźnie są bylinami, a w Europie Środkowej roślinami jednorocznymi, które wymarzają po pierwszych

przymrozkach. Jednak ich owocki w glebie przeżywają zimą. Jedna roślina w ciągu sezonu wegetacyjnego wytwarza tysiące owoców, które rozprzestrzeniają się z wiatrem lub do ich przeniesienia przyczynia się człowiek.



Ryc. 2. Rozmieszczenie w Polsce żółtlicy drobnokwiatowej (*Galinsoga parviflora*) na mapie kartogramowej (10 x 10 km).

Pierwsze dane z Polski to stanowisko w Słupsku, na samym początku XIX wieku. Od tego czasu zajęły całe terytorium Polski. Kartowana w skali kartogramu 10 x 10 km *Galinsoga parviflora* – żółtlica drobnokwiatowa (ryc. 2) stała się pospolitym chwastem polnym, szczególnie



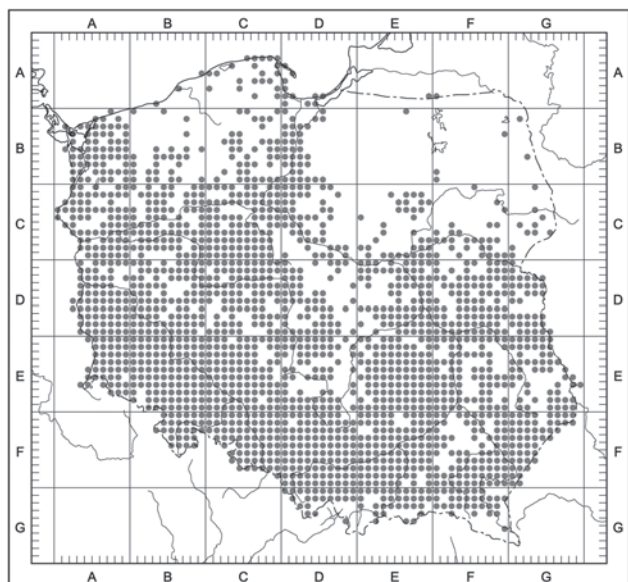
Ryc. 3. Rozmieszczenie w okolicach Krakowa żółtlicy drobnokwiatowej (*Galinsoga parviflora*) na mapie kartogramowej (2 x 2 km).

w uprawach okopowych i ogrodowych. O jej ekspansji może świadczyć inna mapa w skali kartogramu 2 x 2 km wykonana dla okolic Krakowa (ryc. 3). Szczęśliwie

gatunek ten nie wytrzymuje konkurencji w zbiorowiskach naturalnych i półnaturalnych i nie wnika w nie.

Spośród 300 gatunków nowych obcych przybyszów (kenofitów), tylko około 54 stały się roślinami inwazyjnymi. Jaki gatunek można uważać za inwazyjny? Nie ma tu ścisłej definicji, można jednak podać następującą: gatunek **inwazyjny** to taki takson obcego pochodzenia, nie rodzimy dla naszej flory polskiej, który wykazuje ekspansję przestrzenną i w krótkim czasie opanowuje nowe siedliska poszerzając znacznie tak geograficzny zasięg występowania, jak i liczbę i liczebność stanowisk.

Jednak naprawdę groźne dla rodzimej szaty roślinnej są te, które wykazują ekspansję do zbiorowisk półnaturalnych (takich np. jak łąki) i do naturalnych (np. do lasów różnego typu). Takich gatunków zinwentaryzowano w Polsce 38. Wymienione wcześniej żółtlice nie odpowiadają tej poszerzonej definicji gatunku inwazyjnego.



Ryc. 4. Rozmieszczenie w Polsce robinii akacjowej (*Robinia pseudoacacia*) na mapie kartogramowej (10 x 10 km).

Biolodzy od dawna dyskutują, czy gatunki antropofitów mogą wnikać do niezaburzonych zbiorowisk naturalnych. Nie ma tu ścisłej odpowiedzi. Trudno w Polsce niżowej znaleźć takie zbiorowiska roślinne. Lasy w większości przypadków, jeśli nawet mają naturalny skład gatunkowy, to są lasami wtórnymi, często wielokrotnie wyrąbywanymi i zasiedlanymi gatunkami nieodpowiednimi dla siedliska. Musimy też wziąć pod uwagę pewne czynniki działające totalnie, jak np. kwaśne deszcze, czy opad atmosferyczny różnych biogenów. Stąd szata roślinna Polski narażona jest w dużym stopniu na wnikanie obcych przybyszów.

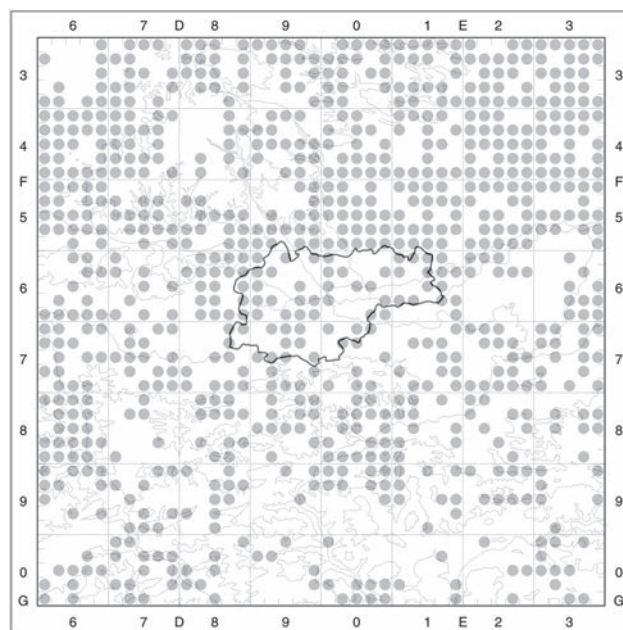
Skąd pochodzą gatunki inwazyjne, jaka jest ich ojczyzna i jakimi drogami przybyły do naszego kraju? Odpowiedź na pierwsze pytanie jest w zasadzie

prosta. Znamy ojczyznę gatunków inwazyjnych rozprzestrzeniających się w Polsce. Są to obszary Ziemi o zbliżonym do naszego klimacie. Aż 23 gatunki po-



Ryc. 5. Kwiaty robinii akacjowej (*Robinia pseudoacacia*). Za: Archenzo, (*Robinia pseudoacacia* flower - May 2005 - Adda river - Italy), Wikipedia Commons

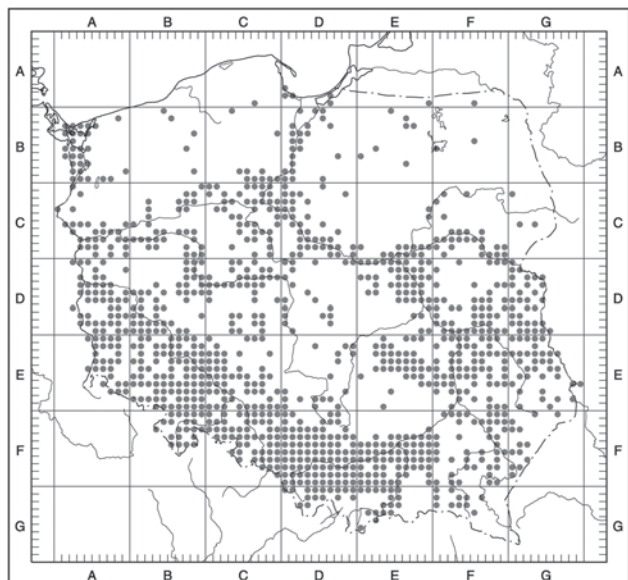
chodzą z Ameryki Północnej, 3 z Europy zachodniej i południowej, 4 z Europy południowo-wschodniej i zachodniej części Azji, a 7 z różnych regionów Azji (np. gór Azji Środkowej, czy Dalekiego Wschodu). Jeden gatunek jest antropofitem powstałym dzięki działalności człowieka. Wśród gatunków północno-amerykańskich aż 20 zostało sprowadzonych przez człowieka celowo, bądź to jako rośliny ozdobne lub użytkowe. Przykładem może być tu dobrze wszystkim czytelnikom znana robinia akacjowa (*Robinia pseu-*



Ryc. 6. Rozmieszczenie w okolicach Krakowa robinii akacjowej (*Robinia pseudoacacia*) na mapie kartogramowej (2 x 2 km).

doacacia) zwana w Polsce popularnie „akacją”. Centrum swego naturalnego zasięgu ma w Appalachach, w wschodniej części Stanów Zjednoczonych. Do

Europy sprowadzona w 1601 roku przez ogrodnika króla Ludwika XIII z Wirginii. W Polsce wprowadzona do uprawy w początkach XVIII wieku. Od tego czasu rozpowszechniła się dzięki uprawie i samodzielnemu rozprzestrzenieniu w wielu regionach Polski. W zasadzie barierę klimatyczną napotkała w północno-wschodnich regionach Polski oraz w niektórych częściach Pomorza Zachodniego (ryc. 4). W okolicach Krakowa należy do gatunków szeroko rozpowszechnionych (ryc. 6). Gatunek ten należy do grupy najgroźniejszych gatunków inwazyjnych, tzw. transformers (przekształcających siedlisko). Robinia żyje w symbiozie z bakteriami uzyskującymi azot z powietrza. Stąd laski robinowie mają w runie szereg ubikwistycznych gatunków azotolubnych. Osusza też bardzo siedlisko. Rozmnaża się nie tylko genera-

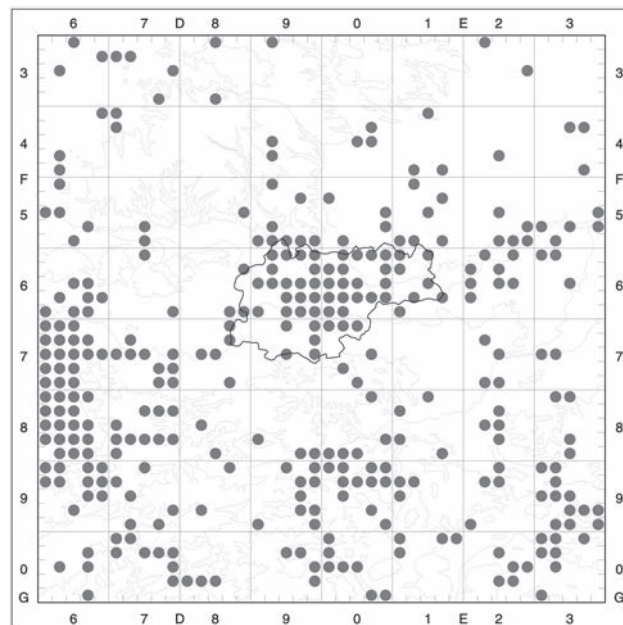


Ryc. 7. Rozmieszczenie w Polsce uczepu amerykańskiego (*Bidens frondosa*) na mapie kartogramowej (10 x 10 km).

tywnie, ale także wegetatywnie z odrostów korzeniowych. W zasadzie, jeśli znajdzie się na terenie, gdzie jej nie chcemy, bardzo trudno się jej pozbyć, a siedlisko zostawia po sobie kompletnie zmienione. Jest szczególnie groźna w rezerwatach kserotermicznych (np. stanowi istotny problem w rezerwacie „Bielinek nad Odrą”, gdzie została posadzona przez niemieckiego właściciela z początku XX wieku).

Przykładem gatunku, który nie został celowo sprowadzony, a samodzielnie przybył z Ameryki Północnej jest uczep amerykański (*Bidens frondosa*) z rodziny astrowatych (Asteraceae). Po raz pierwszy został w Polsce zauważony w drugiej połowie XVIII wieku we Wrocławiu, a w Europie 50 lat wcześniej. W latach sześćdziesiątych XX wieku mapę jego rozmieszczenia w Polsce wykonała Trzcińska-Tacik. Miał on wtedy około 70 znanych w Polsce stanowisk, głównie

w dolinie Odry. Obecnie na początku XXI wieku jest gatunkiem, który opanował znaczną część Polski,



Ryc. 8. Rozmieszczenie w okolicach Krakowa uczepu amerykańskiego (*Bidens frondosa*) na mapie kartogramowej (2 x 2 km).

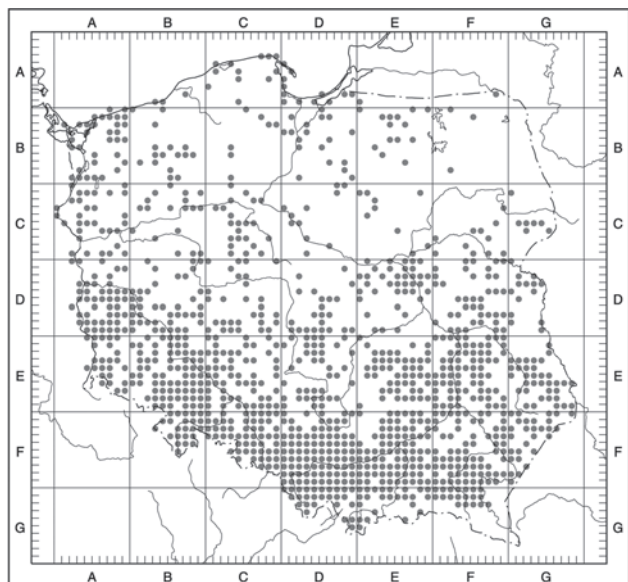
a przede wszystkim szeroką dolinę Wisły (ryc. 7). W okolicach Krakowa posiada kilka centrów lokalnego rozmieszczenia (ryc. 8). Gatunek ten rośnie w Ameryce Północnej w zbiorowiskach nadrzecznych w różnego typu szuwarach. W Polsce w pierwszej fazie swojej ekspansji był znany z doliny rzecznej Odry, ale z siedlisk zaburzonych, zmienionych przez człowieka, z wilgotnych siedlisk w osiedlach ludzkich. Od kilkunastu lat gatunek ten wchodzi w półnaturalne i naturalne zbiorowiska szuwarowe wypierając dwa rodzi-



Ryc. 9. Uczep amerykański (*Bidens frondosa*). Za: Fornax, (Photographed by myself in 1988, Unterfranken, Germany), Wikipedia Commons.

me gatunki uczepów (*Bidens tripartita* i *B. cernua*). Gatunki, które wypiera, były w Polsce bardzo pospolite, ale ten przykład pokazuje, że nie tylko gatunki rzadkie są zagrożone. Uczep amerykański wskazuje też na pewną specyfikę w rozwoju inwazji. Niektóre z obcych przybyszów długo zajmują, czasami przez

stulecia, tylko siedliska zmienione przez człowieka, towarzysząc mu w osiedlach i nie wkraczając w zbiorowiska naturalne. Z czasem, jak sądzimy, wykształcają się ekotypy zdolne do ekspansji i wtedy jest ona uruchomiona prawie momentalnie.



Ryc. 10. Rozmieszczenie w Polsce rdestowca ostrokończystego (*Reynoutria japonica*) na mapie kartogramowej (10 x 10 km).

Szczególną zdolność do ekspansji mają gatunki sprowadzone przez człowieka do uprawy. Zwykle sprowadzana jest duża liczba nasion, czy całych roślin. Reprezentują one znaczną zmienność genetyczną, co stwarza większą szansę, że znajdą się wśród nich ekspansywne ekotypy. Takim przykładem mogą być dwa gatunki rdestowca (*Reynoutria japonica* i *R. sachalinensis*) pochodzące ze wschodniej części Azji. Te piękne byliny miały być ozdobą trawników, tworząc tam ozdobne grupy roślin o okazałych liściach i pięknych festonach kremowych kwiatów. Sprowadzono je do Europy w pierwszej połowie XIX w. Z Polski rdest ostrokończysty podany jako dziedziczył z końca XIX w. Obecnie jest jednym z najuciążliwszych gatunków inwazyjnych zajmujących siedliska łągów nadrzecznych. W zasadzie nad wieloma rzekami można go spotkać w takiej masie, że nie widać tam innych roślin. Tak na przykład opasana jest dolina górnej Wisły. W Polsce rozległy zasięg ma szczególnie rdestowiec ostrokończysty (ryc. 10). W krajach, gdzie sprowadzono rdestowce powstał ich mieszaniec – rdestowiec pośredni (*Reynoutria x bohemica*), który rozpoczął samodzielną ekspansję. Dzisiaj w wielu krajach europejskich wydaje się miliony euro na zwalczanie rdestowców.

Należą one też do grupy gatunków inwazyjnych przekształcających siedlisko.

Kilka przykładów gatunków inwazyjnych powinno nam i władzom w Polsce uświadomić problem z cichymi wrogami, nielegalnymi imigrantami i tymi roślinami, które sami sprowadziliśmy nie przewidując skutków dla rodzimej przyrody. Postępująca globalizacja flor, przemieszczanie się roślin z różnych części świata jest zagrożeniem dla zachowania ojczystej przyrody wcale nie mniejszym niż postępująca urbanizacja i wycinanie lasów. Niektóre z tych przybyszów mają duży wpływ na zdrowie człowieka. Jako przykład może służyć ambrozja bylicolistna (*Ambrosia artemisiifolia*), rzadka jeszcze, na całe szczęście w Polsce, ale już u naszych południowych sąsiadów – w Czechach, na Słowacji czy na Węgrzech stanowiąca poważny problem zdrowotny. Jej ziarna pyłku powodują ciężkie alergie. Na preriach w Ameryce Północnej powoduje gorączkę preriową. U nas podawana jest w komunikatach dla alergików, ale to są ziarna pyłków niesionych przez wiatr z południa. Może nasz klimat będzie dla niej niesprzyjający (za chłody i wilgotny).

Problem gatunków inwazyjnych narasta i nie dostrzegają go na razie nasze władze odpowiedzialne za ochronę przyrody oraz ministerstwo zdrowia. Koniecz-



Ryc. 11. Rdestowiec ostrokończysty (*Reynoutria japonica*). Za: Ancatdubh43, (Detail of a Japanese Knotweed stalk. Taken May 2007.), Wikipedia Commons.

na jest pilna reakcja. Polska powinna też wprowadzić kordon sanitarny dla roślin sprowadzanych dzisiaj z różnych części świata do upraw ogródkowych. W Stanach Zjednoczonych propagowane jest obecnie wysadzanie w ogródkach roślin rodzimych równie pięknych, jak te sprowadzane. Dzisiaj nie ma przecież przeszkód, aby nawet rzadkie gatunki rozmnożyć z hodowli tkanekowych. Może nasze czasopismo *Wszechświat* powinno rozpocząć tę akcję propagandową promującą w ogrodach nasze wspiane rodzime rośliny.

WSZECHŚWIAT PRZED 100 LATY

Ciężka dola kobiet uczonych

Pisma codzienne podają wiadomość, że kilku członków „Académie des Sciences” w Paryżu postanowiło zaproponować kandydaturę Maryi Skłodowskiej na miejsce, opróżnione przez śmierć profesora fizyki Gerneza. W celu umożliwienia wyboru pani Curie, należałoby zmienić ustawę Akademii, która nie tylko nie pozwalała na przyjmowanie kobiet, jako członków, ale nawet zabraniała im wstępu na salę posiedzeń. Kilku członków Akademii, którzy są przeciwnikami emancypacji kobiet, zwalcza kandydaturę p. Curie. Jednym z najzaciętszych jej przeciwników ma być akademik Amagat.

Wiadomości bieżące: Odznaczenie p. Maryi Curie. *Wszechświat* 1910, 29, 767 (27 XI).

Idealny materiał do badań nad rozwojem zarodków

Badania, dotyczące wogóle praw kształtowania się organizmu, są robione w znacznej części na jeżowcach (Echinidae), jako na materyale najbardziej dostępnym dla obserwacji bezpośrednich. Cały rozwój embryonalny tych zwierząt odbywa się poza łonem samicy, a nawet zapłodnienie jaja przez plemnik następuje w wodzie morskiej, po uprzednim wydaleniu elementów płciowych przez samca i samicę. Stosowanie najrozmaitszych wpływów zewnętrznych na taki organizm i obserwowanie, w jaki sposób one oddziałują na żyjącą materię badaną, jest tu znacznie ułatwione, tembardziej, że osłonka jajowa jest zupełnie przezroczysta. Materiał ten więc jest bardzo odpowiedni do badań.

S. Pienkowski: Twory olbrzymie otrzymane drogą sztuczną z jaj jeżowców. *Wszechświat* 1910, 29, 625 (2 X).

Straszliwa rozrodczość

Określeniem liczby zarodników, produkowanych przez rozmaite gatunki grzybów kapeluszowych, zajmował się Reginald Buller. Według jego obliczeń, pieczarka (*Agaricus campestris*) produkuje około 2 000 milionów zarodników, *Coprinus comatus* około 5 000 mil., *Polyporus squamosus* około 11 000 mil., *Lycoperdon giganteum* - 7 bilionów. Szanse atoli rozwoju rozsianych zarodników są bardzo małe. Według Bullera z biliona zarodników rozwija się zaledwie kilka. Olbrzymie mnóstwo zarodników, które rozsiewał ten grzyb, rosnąc w cieplarni, tworzyło istne obłoki; trwało to 13 dni, wogóle jednak rozsiewanie zarodników ciągnie się trzy tygodnie. U innych gatunków okres rozsiewania zarodników jest znacznie krótszy, poczynając od kilku godzin do 16 dni. Ciekawy jest fakt, ustalony przez Bullera, że liczne grzyby-kserofity, pozostające w stanie suchym w ciągu kilku miesięcy a nawet lat, odżywają po zwilżeniu i zaczynają rozsiewać zarodniki. Zarodniki *Daedalea unicolor* i *Schizophyllum commune*, rozsiane przez grzyby, pozostające w ciągu trzech lat w stanie suchym, były zdolne do kiełkowania.

Cz. St. (Statkiewicz): Liczba zarodników i ciągłość życia grzybów kapeluszowych. *Wszechświat* 1910, 29, 640 (2 X).

Długość życia zwierząt

Każde zwierzę i każda roślina ma ograniczony czas życia – jedne z organicznych istot ziemskich żyją stosunkowo długo, inne bardzo krótko; średnią długość życia człowieka oznaczają zwykle na lat 30, wyjątkowo człowiek przeżywał lat 100; opowieści o długowieczności patryarchów uważać musimy tak jak i wzrost ich za legendy, a jednak Mieczników daje im niejako wiarę i ma nadzieję, że w przyszłości uda się człowieczeństwu przedłużyć o wiele średni wiek człowieka. W porównaniu z życiem człowieka, niektóre zwierzęta żyją bardzo krótko, tak np. pszczoła robocza żyje zaledwie rok jeden, pszczoła samica, czyli matka żyje lat

6 do 8, inne owady w stanie w pełni rozwiniętym cieszą się życiem kilkugodzinnym tylko. Z pomiędzy skorupiaków wioślarki (*Daphnidae*) istnieją parę miesięcy. Do najdłużej żyjących zwierząt zaliczają żółwie, następnie z ptaków kruki, papugi, ze zwierząt ssących słonie. Miałem papugę „kakadu”, która u mnie przeżyła lat 27, a już była stara, gdy ją kupił na Ceylonie; miałem kucyka, który przesłużył lat 20 u mnie, a gdy go dostał, był już niemłody. O słoniach powiadają, że żyją lat 100. Żółwie mają żyć lat paręset. Do rzędu istot długowiecznych zaliczają ryby: podania głoszą, że szczupaki, karpie i jesiotry mogą żyć lat 200 i więcej. Czy takie legendy mają swoje uzasadnienie? Niektóre z nich przytoczę tu dla przykładu.

1) Konrad Gessner, profesor w Zurichu, w dziele swoim pod nagłówkiem „Vogel-, Fisch- und Thierbuch”, wydanem w Zurichu w 1580 r., opowiada, że w roku 1497 złowiono w jeziorze około Hejlbunn olbrzymiego szczupaka z miedzianym pierścieniem, na którym był napis w języku greckim, głoszący, że w październiku roku 1230 cesarz Fryderyk II kazał opatrzyć szczupaka pierścieniem i wpuścić go do jeziora. Do tej opowieści Gessnera dodają kroniki, że ów szczupak osiągał długości 19 stóp i że jego szkielet przechowywał się w muzeum w Mannheimie. Za czasów Jerzego Cuviera był rzeczywistie w Mannheimie wielki szkielet szczupaka, lecz ten się składał z kręgów dwu szczupaków ze sobą połączonych. Opowieść Gessnera wraz z rysunkiem owego pierścienia i szkieletu w Mannheimie nie budzą wcale ufności w prawdę przytaczanych szczegółów.

2) Bock w opisie królestwa pruskiego pod tytułem „Versuch einer wissenschaftlichen Naturgeschichte von dem Königreich Ost- und Westpreussen” (Dessau, 1784) wspomina, że w roku 1610 złowiono w rzece Maas szczupaka z pierścieniem, noszącym datę 1448 r. I ta opowieść opiera się na podaniu, które utrzymuje, że pierścień był umieszczony na szyi u szczupaka.

3) Ręczyński w dziele zatytułowanem „Historia naturalis curiosa Regni Poloniae” na str. 152 mówi o szczupaku, którego wiek oznacza na lat 90.

4) Podanie w okolicach Świeży nowogrodzkiej utrzymuje się i dotąd, że szczupak znaczony obrączką i wpuszczony do jeziora Koldyczewskiego, złowiony był w jeziorze Świeży; mówią, że wiek tego szczupaka wynosił 100 lat.

5) Zwiedzając Sans-Souci w siódmym dziesiątku ub. stulecia, słyszałem opowiadania, że karpie w sadzawkach są te same, które karmił własnoręcznie Fryderyk wielki. Wogóle o karpkach głoszą, że one żyją 150 do 200 lat.

Pomijam inne opowiadania, bo one jeszcze mniejszą mają wartość dowodową, świadczyć mając o długowieczności ryb; wogóle nowsze badania, jakkolwiek i one nie są oparte na planowych doświadczeniach, zmniejszyły o wiele długość życia ryb słodkowodnych. Oznaczają one najdłuższy wiek życia ryb na lat 20, wszelako rzeczą jest wielce wątpliwą, czy mamy prawo uznawać tę liczbę za słuszną. Tak np. dorosły wąż „Huso huso” czyli „Acipenser huso”, waży średnio 200 kg, gdybyśmy przypuścili, że taki dorosły wąż ma 20 lat wieku, to ile lat mógłby mieć okaz, o którym Pallas wspomina w dziele swoim, noszącym nagłówek „Reisen in Russland”. Okaz ten miał ważyć 2 800 funtów, sama jego ikra ważyła 800 funtów. Bawiąc nad Ussuri, byłem świadkiem, jak złowiono w tej rzece węża wschodniego „Huso orientalis” olbrzymiego; ważony częściami wykazał wagę 1200 funtów. Gdyby taki jesiotr powiększał średnio o 20 funtów tylko wagę swego ciała co roku, to okaz wspomniany przez Pallas żyłby 140 lat, okaz zaś ussuryjski żyłby lat 60.

Ażebym mógł ocenić wiek danego osobnika zwierzęcego, musielibyśmy mieć pewne i stałe cechy, uwydatnione

w jakiegokolwiek bądź części jego ciała; otóż czy zdolano znaleźć takie cechy? Dla zwierząt ssących nadają się w pewnej mierze zęby, to też wiek konia możemy do pewnego stopnia oznaczyć po jego zębach, atoli nie dalej jak do lat dziesięciu. Gdym dostał kuca, o którym wspomniałem powyżej, znawcy określili wiek jego orzeczeniem, że ma więcej niż lat dziesięć, odtąd wieku jego już po zębach określić nie było sposobu. Zebrałem na Kamczatce całe setki czaszek niedźwiedzi; po zębach czaszek mojej kolekcji starałem się znaleźć pewne dane dla określenia wieku, jednak porównanie ich nie doprowadziło do żadnych dodatnich rezultatów, co najwyżej mogłem wiek niedźwiedzia określić do lat pięciu. Taki sam rezultat osiągnąłem, porównując czaszki soboli kamczackich. O innych zwierzętach ssących nie mam żadnych danych. Co do człowieka, to badania anatomiczne wykazały, że można wiek jego po zębach i kościach określić dosyć dokładnie, lecz tylko okresami, od daty, gdy już wszystkie zęby stały się wykształcone i szwy czaszki zrosły.

Oznaczyć wiek ptaka jest rzeczą niemożliwą - tak samo wiek żółwi i węzów. Co do ryb, to próbowano określać wiek ich za pośrednictwem różnych cech. Tak np. Hederstroem Hans, w wydawnictwach akademii nauk szwedzkiej z roku 1759 ogłosił sposób poznawania wieku ryb zapomocą liczenia narostów współśrodkowych kości na kręgach tułowia. Buffon w roku 1772 w dziele swoim „Dzieje przyrody” utrzymuje, że łuski ryb mogą służyć jako dobra cecha dla określenia wieku ryby; łuski przybierają na wielkości szeregiem linii koncentrycznych, otóż zapomocą liczenia tych linii można określić wiek danego okazu. Inni badacze stosowali tę zasadę do linii koncentrycznych, licząc je na płaskich kościach ryb, tak np. na kości przykrywkowej (operculum), podpokrywkowej (suboperculum) nawet na żuchwie (mandibula), lecz wszystkie próby nie dały zadowalających rezultatów. Główną przyczynę niepowodzenia stanowi ta okoliczność, że łuski i kości u ryb powiększają się nie peryodycznie, jak np. linie współśrodkowe na pniu drzewnym, lecz stale; ryby nie zasypiają na zimę i u nich nie następuje przerwa w czynnościach życiowych, jak u roślin w naszych strefach, lecz i w zimie nawet wytwarzają się nowe części łusk i kości.

Pracując nad rybami karpiowatymi w Dorpacie, starałem się zużytkować wskazówki Hederstroema i Buffona i próbowałem zapomocą liczenia linii koncentrycznych na łuskach i na przykrywce skrzeliowej określić wiek ryby - atoli do żadnych pewnych rezultatów dojść nie potrafiłem, brałem do pomocy t. zwaną kość wyrostkową, u podniebienia ryb karpiowatych umieszczoną, lecz wszystko to było napróżnem staraniem dojścia do pewnych, ściślejszych rezultatów.

Na wystawie obecnej w Warszawie (wystawa druga rybacka 1910 r.) p. J. K. Arnold, starszy specjalista ichtyolog w Petersburgu, przedstawił dwa pudełka oszlone z preparatami ości różnych ryb, dla określenia ich wieku; nie zaznaczono jednak, czy zapomocą tych ości dało się ściśle określić wiek ryby.

B. Dybowski: O wieku zwierząt. *Wszechświat* 1910, 29, 648 (9 X).

Pogromczynie tse-tse

Muchy Tse-tse mają względnie niewielu wrogów, niestety, wśród owadów owadożernych. Przed czasem niedawnym dr. Bouffard odkrył w Bamako owada błonkoskrzydłego, niszczącego Tse-tse: jest to osa z rodzaju *Oxybelus*, która poluje wyłącznie na Glossiny i znosi je do swego gniazda.

Świeżo p. E. Roubaud zamieścił w sprawozdaniach akademii w Paryżu swe spostrzeżenia nad żądlicami (*Bembex*), z których wynika, że owady te również zaliczone być winny do wrogów much Tse-tse. Spostrzeżenia te były czynione w posiadłościach francuskich w Afryce, przeważnie w Dahomeju.

Wzdłuż rzeki Oueme znajdują się miejscowości, w których w większej ilości napotkać można muchy Tse-tse z gatunków: *Glossina palpalis* i *Gl. longipalpis*. Pierwsza gnieździ się w pobliżu rzeki, w sąsiedztwie najbliższemu siedlisk ludzkich, druga - w gęszczu leśnym, dalej od wybrzeży. Roubaud wprowadzał osły do okolicy, zamieszkałej przez *Gl. longipalpis*. Natychmiast liczne żądlice zaczęły uwijać się koło zwierzęcia, nie siadając wszakże na jego skórze; jedna z nich rzuciła się na muchę Tse-tse, która miała zamiar napaść na osła. Wówczas badacz umieścił jedną żądlicę w rurce szklanej, razem z egzemplarzem *Gl. longipalpis*. Po upływie kilku minut, *Bembex* rzucił się na muchę, w jednej chwili przebił ją swym pokładelkiem i schwycił w odnóża tylne i środkowe, jakby mając zamiar unieść ją ze sobą. Po pewnym wszakże czasie żądlica wypuściła swą zdobycz, myśląc już jedynie o odzyskaniu własnej wolności; mucha była sparaliżowana zupełnie.

Po wprowadzeniu osłów do miejscowości, zamieszkiwanej przez *Gl. palpalis*, żądlice nie pokazały się wokoło nich ani razu: oczywiście siedlisko ich było ograniczone. Badając charakter tych okolic, p. Roubaud przekonał się, że w miejscu, gdzie w większej ilości spotyka się *Glossina palpalis* były liczne ślady hipopotamów i antylop, których zapach prawdopodobnie przywabia żądlice. Zauważyć należy, że obecność ludzi, zarówno białych jak czarnych, nie przyciąga tych owadów. Tak więc żądlice polują w miejscach, odwiedzanych przez większe ssaki. Zachodzi teraz pytanie, czy Tse-tse jest ich łupem jedynym? W celu rozstrzygnięcia tej sprawy p. Roubaud umieszczał żądlice w jednym naczyniu z bąkami z gatunku *Tabanus thoracicus*. Żądlice rzuciły się na nie odrazu i unieruchomiły je ciosem pokładelka, lecz nie chwyciły ich później w odnóża. Możliwe jest wobec tego przypuszczenie, że bąki nie stanowią zdobyczy ulubionej żądlic, które polują głównie na glossiny. Z drugiej wszakże strony możliwe jest też, że żądlice były już wyczerpane dłuższym pobytom w niewoli i z tego powodu zatraciły popęd do przenoszenia sparaliżowanej przez się zdobyczy. Działanie jadu żądlic, zarówno na muchy Tse-tse jak i na bąki jest wprost piorunujące. Bąki w ciągu trzech dni po napadzie żądlic pozostawały żywe lecz niezdolne do najlżejszego ruchu.

J. T. (Tur): Żądlice, polujące na muchy Tse-tse. *Wszechświat* 1910, 29, 655 (9 X).

Odporność jeża

Wiadomo oddawna, że jeż wykazuje znaczną odporność względem jadu węzów. Strubell niedawno dowiódł, że zwierzę to również odpornie się zachowuje względem toksyn błonicowych i tężcowych; można zastrzyknąć jeżowi bez żadnej dla niego szkody 1,9 cm³ toksyn tężcowych, których 23 stotysięcznych centymetra sześciennego wystarcza, by zabić człowieka; wynika z tego, że mały ten ssak może znieść bezkarnie 8 000 razy większą dawkę toksyny, niż człowiek. Jeż wykazuje względem cyanków prawie taką samą odporność co nowonarodzone psy i morświnki, które są naogół daleko mniej wrażliwe na te substancje, niż ich postaci dorosłe. Jednakże względem morfiny i yohimbiny jeż nie jest bardziej odporny od innych zwierząt.

G.-T.: Odporność jeża względem toksyn i trucizn. *Wszechświat* 1910, 29, 671 (16 X).

Sposób na gzy?

Wiadomo, że znaczna ilość larw gzy końskiego w żołądku koni może powodować poważne zaburzenia chorobowe, bądź przez perforację ścian żołądka, bądź wywołując objawy bezkrwistości, hamującej rozwój normalny żrebiąt. Proponowane dotychczas środki przeciw tym pasorzytom nie dawały żadnych wyników dodatnich.

Zależy to od znacznej odporności larw *Gastrophilus* na substancje trujące: można trzymać *in vitro* larwy te w ciągu trzech lub czterech godzin w alkoholu, terpentynie, oleju rycynowym, a nawet w sublimacie bez najmniejszej dla nich szkody. Niedawno Portier wykrył przyczyny tej odporności zdumiewającej, leżącą w budowie ich aparatu oddechowego. A mianowicie układ dychałek larw gzów zbudowany jest w taki sposób, że wejście do rurek oddechowych zabezpieczone jest od przenikania cieczy zapomocą całego szeregu przepon i fałd chitynowych, nie dopuszczających cieczy. Tworzy te zatrzymują warstwę powietrza, przylegającą do ich powierzchni. Dla przewyciężenia tej „linii obronnej” niezbędne jest użycie cieczy, mogącej zwilżyć powierzchnię chitynową i posiadającej dość słabe napięcie powierzchniowe, aby przemódz przyleganie gazów. Po całym szeregu doświadczeń Portier przekonał się, że właściwości takie posiada jedynie żółć. Mieszając z żółcią ciecz trującą można zabić larwy *Gastrophilus* w ciągu godziny, w temperaturze 38°C. Zdaje się, że metoda ta, dająca doskonałe wyniki *in vitro*, może być z powodzeniem stosowana do tępienia larw gzów wprost w żołądkach koni.

J. T. (Tur): Nowa metoda tępienia gzów końskich (*Gastrophilus equi*). *Wszechświat* 1910, 29, 671 (16 X).

Koniec najstarszego drzewa

W tym roku bieżącym w Kalifornii uległy zniszczeniu przez pożar znaczne obszary lasów. Spalił się także t. zw. gaj mamutów, w którym rosły wspaniałe welingtonie (*Wellingtonia gigantea* albo *Sequoia*), należące do rodziny śpilkowych, a między nimi najstarsze na kuli ziemskiej drzewo. Wiek tej welingtonii oceniano na 1300 lat, dlatego zniszczenie jej jest prawdziwą klęską dla miłośników przyrody i botaników. Objętość pnia wynosiła 25 metrów, a wysokość drzewa przeszło 109 m (w Galicyi do najgrubszych drzew zaliczają się: dąb koło Odrzykonia, mający obwód 9 m i gruba jodła w Zawoi koło Babiej góry około 7 m obwodu).

F. W. (Wilkoosz): Zniszczenie najstarszego na kuli ziemskiej drzewa. *Wszechświat* 1910, 29, 672 (16 X).

[Obecnie wiemy, że najstarszym drzewem na świecie była nazwana Prometeusz i ścięta wkrótce po jej odkryciu w 1965 r. sosna szczytnoszyzka (*Pinus longaeva*), na której pniu znajdowały się 4844 słoje – żyła prawdopodobnie ponad 4900 lat. Obecnie za najstarsze drzewo uważa się inną sosnę z tego gatunku, nazwaną Matuzalem, której wiek obecnie szacuje się na 4842 lata. Żyje w Białych Górach we wschodniej Kalifornii]

Mutacja cofająca ewolucję?

W Haszczowie, powiecie Tureckim w Galicyi żyje rodzina karczmarzy Józefa i Lai S., w której jest 5-ro dzieci małpoludów (mikrocefale-małogłowcy-matolki), ze znamionami wstecznego rozwoju.

Rodzice, jak również najmłodsze z rodzeństwa w wieku lat dwa, są zupełnie prawidłowi, i w rodzinie tak bliższej jak dalszej nie było dotąd przypadku takiego zwyrodnienia.

Z sześciorga dzieci, 5 jest małpoludami, a wiek ich od 16 do 5 lat. Oznaki zewnętrzne, znamionujące zwyrodnienie, są następujące: wygląd małpi, wzrost mały, ręce niepomiernie długie, budowa ciała wątła, głowy małe, ruchy niezgrabne, oczy małe, włosy przeważnie jasne, szorstkie, szczytnowate.

Druga co do wieku dziewczyna ma najbardziej odrażającą powierzchowność.

Ludzi się boją, i na ich widok uciekają, chowają się do komina, lub pieca chlebowego, i parszają jak młode kocięta zniesione ze strychu, lub innej kryjówki i poraz pierwszy znajdujące się między ludźmi.

Nie mówią, lecz bełkoczą, głosem niemłym, rozumieją jednak, co do nich rodzice mówią. Same nie zdołają jeść, gdyż potraw nie rozróżniają, i biorą do ust trawę i ziemię, dlatego trzeba je karmić. Łaknąc, wskazują jedzenie, jeżeli im jednak kęs z ust wypadnie, już go nie podniosą, chyba że im go kto inny poda. Zadowolenie objawiają grymasem, podobnym do śmiechu, a głód i niezadowolenie płaczem, który jednak jest bardziej podobny do skomlenia. Zwyrodnienie nie zwiększa się lecz pozostaje w mierze.

Do rodziców zgłaszali się już przedsiębiorcy i ofiarowywali im znacznie większą kwotę za odstąpienie tych dzieci, a to w celu obwożenia ich po świecie, i wystawiania na widok publiczny.

F. W. (Wilkoosz): Małpoludy. *Wszechświat* 1910, 29, 703 (30 X).

Złe skutki kastracji pasożytniczej

„Istoty żywe są pomiędzy sobą i ze środowiskiem zewnętrznym solidarne”. O tem wiedzieć musi prawdziwy naturalista; uczy nas tego etologia, która jest podstawą biologii ewolucyjnej, w to wejrzeć powinni ci, którzy pragną tworzyć psychologię zwierząt. Herbert Spencer dał definicję, która może być z korzyścią przyjęta przez świat naukowy: a mianowicie, psychologia jest nauką wyrażającą spójność pomiędzy zewnętrznymi a wewnętrznymi stosunkami istot żyjących. Tak pojęta psychologia jest jedną z postaci etologii. Niektóre fakty etologiczne odkryte przez Giarda będą niezmiernie cenne dla tych, którzy starają się wyprowadzić psychologię na pewny grunt biologii naukowej. Przytoczę tutaj tylko przykład wybrany ze zdarzeń walki, którą prowadzą istoty żyjące pomiędzy sobą i ze światem zewnętrznym; mówić zatem będę o kastracji pasorzytniczej.

W walce o życie zdarza się, że jakieś zwierzę lub roślina umieszcza się jako pasorzyt na innej istocie żyjącej i tym sposobem podlegać odtąd zaczyna wszystkim prawom, związanym z rodzajem nowego życia. Lecz nie tylko pasorzyt się zmienia i to gruntownie. Zauważyć można na przykład często, że charakter płci gospodarza zmienia się skutkiem obecności pasorzyta. Czasami obecność pasorzyta powoduje zwykle zaburzenie czynności funkcjonalnych; zmniejszenie zdolności rozrodczych aż do zupełnego ich zaniku; w pewnych wypadkach owo zmniejszenie może wynikać stąd, że pasorzyt zastępuje mniej lub bardziej gruczoły rozrodcze, przyjmując nawet ich kształt i kolor. Wszystkie te wypadki były zebrane przez Giarda i nazwane „kastacją pasorzytniczą”. Najbardziej jednak zdumiewającym faktem jest to, że tej kastracji towarzyszą zmiany w cechach płciowych drugorzędnych i w instynktach napastowanego zwierzęcia.

Cechy płciowe drugorzędne - to cechy zewnętrzne płci. Pod wpływem pasorzyta samica-ptak przybiera opierzenie samca, u samca-raka zmniejszają się kleszcze i rozszerza ogon jak u samicy, nie dlatego, by ochraniać jajka, których przecież nie zniesie, lecz dla ochronienia pasorzyta, sprawcy tego rozszerzenia. Bardzo cenne są obserwacje Pereza (ojca), dotyczące pasorzytów *Stylopów*, spotykanych u pszczół. Samice - pszczoły w warunkach normalnych mają na tylnych nóżkach do zbierania pyłu z kwiatów szczoteczki z włosków; u samców szczoteczki te są mniejsze. Otóż u samców, które posiadają pasorzyta te szczoteczki rozwijają się znacznie bardziej niż zwykle, tymczasem samice w tym razie posiadają łapki tylne słabsze z mniejszymi szczoteczkami lub też zupełnie bez nich; samice te przestają znosić pył z kwiatów do zbiorów lecz szukają jedynie doraźnego pożywienia i w dodatku pozbawione są zdolności odtwórczych.

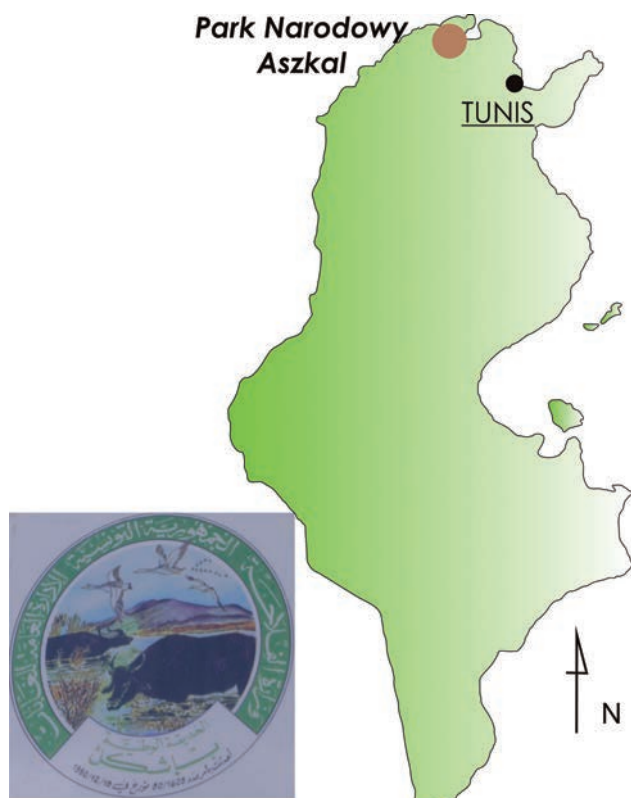
J. Bohst: Znaczenie doświadczenia w biologii i w psychologii porównawczej. *Wszechświat* 1910, 29, 808 (18 XII).

PARK NARODOWY ASZKAL – OAZA ZIELENI W PUSTYNNYM KRAJU

Radomir Jaskuła, Tomasz Rewicz, Jacek Hikisz (Łódź)

Park Narodowy Aszkal znajduje się w północnej Tunezji w gubernatorstwie Bizerta. Jego nazwa pochodzi od jeziora o takiej samej nazwie. Obszar został objęty ochroną jako jeden z pierwszych w kraju. Teren ten został wykupiony już w 1891 roku przez władze gubernatorstwa, a następnie w 1926 roku zy-

i jurajskich zmetamorfizowanych wapieni, a na południowo-zachodnim stoku z marmurów. Klimat jest typowo śródziemnomorski ze średnimi temperaturami stycznia $+11,3^{\circ}\text{C}$ i temperaturą lipca $+25,2^{\circ}\text{C}$ z maksimum dochodzącym do $+40^{\circ}\text{C}$. Roczne średnie opady wynoszą 625 mm, z czego tylko 4% przypada na miesiące letnie.



Ryc. 1. Lokalizacja i symbol Parku.

skal status dobra narodowego. W 1980 roku został podpisany akt ustanowienia Parku Narodowego Aszkal (franc. *Le Parc National d'Ichkeul*), a na arenie międzynarodowej obszar ten uzyskał status obszaru wodno-błotnego objętego Konwencją Ramsarską oraz wpisany został na Listę Światowego Dziedzictwa UNESCO. Jest jednym z dziewięciu parków narodowych w Tunezji. Park ten jest jedynym tego rodzaju obszarem chronionym Tunezji udostępnionym dla turystów bez specjalnego zezwolenia. Obecnie ochroną objęty jest obszar o powierzchni prawie 14 tys. ha, na który składają się: góra Aszkal (1363 ha) oraz jezioro o tej samej nazwie wraz z przylegającymi do niego obszarami podmokłymi (łącznie 12 600 ha). Szczyt góry zbudowany jest głównie z triasowych



Ryc. 2. Brama wjazdowa do Parku Narodowego Aszkal. Fot. R. Jaskuła.

Jezioro Aszkal jest bardzo płytkie. W okresie letnim głębokość wody wynosi średnio 0,9 m, a po zimowych opadach zwiększa się do około 2,5 m. Do jeziora wpada sześć rzek: Oued Douimis, Sejenane, Malah, Rhezala, Joumine i Tine. Wraz z zimowymi opadami rzeki zapewniają stały dopływ słodkiej wody do jeziora. Akwen ma także kontakt z Morzem Śródziemnym poprzez kanał Oued Tinja i lagunę Lac de Bizerta. Tą drogą dostarczana jest do jeziora słona woda. Zasolenie jest kluczowym czynnikiem dla tego obszaru. Wybudowanie tam na rzekach Joumine i Sejenane spowodowało znaczne ograniczenie dopływu słodkiej wody do jeziora i zwiększenie zasolenia. Proces zasalania spotęgowała susza w latach 1999–2002. W najbardziej dramatycznym momencie zasolenie wód jeziora Aszkal przekroczyło 60‰ i było dwukrotnie wyższe niż w Morzu Śródziemnym. Efektem tego było drastyczne zmniejszenie powierzchni zajmowanej przez wodne rośliny z rodziny rdestnicowatych: z 3000 ha do 500 ha. W wyniku tego znacznie zmalała liczba ptaków wodno-błotnych zatrzymujących się na przelotach. Reakcja ze strony UNESCO była zdecydowana i w 1996 r. obszar został wpisany na listę miejsc zagrożonych. Organizacja zagroziła wykreśleniem tego obszaru z Listy Światowego Dziedzictwa w przypadku braku

podjęcia kroków przeciwdziałających dalszym niekorzystnym zmianom w Parku. Ryzyko pozbawienia prestiżu podziało na władze tunezyjskie mobilizując i wymogło szereg zmian. Zapewniono m.in. stały dopływ słodkiej wody do jeziora ze zbudowanych wcześniej zbiorników zaporowych, wyznaczono



Ryc. 3. Największe zwierzęta Parku – introdukowane bawoły domowe (*Bubalus bubalis*). Fot. T. Rewicz.

granice Parku oraz ogrodzono cały teren. Z pomocą przyszła też natura i ulewne deszcze w latach 2002–2005. Działania te ustabilizowały zasolenie na niskim poziomie i pozwoliły odrodzić się florze i faunie. W 2006 roku Park Narodowy Aszkal został wykreślony z listy miejsc zagrożonych. Nadal pozostało wiele problemów takich jak: mały budżet Parku, braki w wykwalifikowanej kadrze, nielegalne kamieniołomy marmuru oraz kłusownictwo. Ponadto w granicach Parku żyje około 1000 mieszkańców, wywierających dużą presję na ten kruchy ekosystem.



Ryc. 4. Budynek Parkowego muzeum. Fot. J. Hikisz.

Świat zwierząt i roślin

Unikatowy charakter Parku Narodowego Aszkal wiąże się jednak przede wszystkim z faktem, że jest to jeden z największych obszarów wodno-błotnych w Afryce Północnej. Z tego też powodu jest to bardzo ważny region z punktu widzenia różnorodności biologicznej w całym basenie Morza Śródziemnego. Na stosunkowo niewielkiej powierzchni Parku znajduje się

duża mozaika siedlisk, od środowisk typowo wodnych (jezioro), poprzez obszary słonawiskowe i błotne, do lasów i nagich skał szczytu Aszkal. Park ten jest jedynym miejscem na świecie objętych ochroną wyznaczoną przez trzy międzynarodowe konwencje: dwie pod patronatem UNESCO („World Heritage” oraz „Man and the Biosphere”) oraz konwencji Ramsar.



Ryc. 5. Panorama na Jezioro Aszkal. Fot. J. Hikisz.

Z punktu widzenia regionu, najcenniejszą częścią Parku jest akwen jeziora Aszkal i przylegające do niego obszary wodno-błotne. Wody jeziora zamieszkiwane są przez kilkadziesiąt gatunków ryb. Wśród nich przeważają gatunki słonawowodne lub nawet typowo morskie, m.in. cefale pospolite (*Mugil cephalus*) i cienkowargie (*M. ramada*), sole zwyczajne (*Solea solea*), labraksy (*Dicentrarchus labrax*), parposze (*Alosa fallax*), sardele europejskie (*Engraulis encrasicolus*), karpieńczyki pręgowane (*Aphanius fasciatus*), czy iglicznice (*Syngnathus abaster*), choć występują tu także ryby słodkowodne, np. brzany (*Barbus barbus*).



Ryc. 6. Kameleon pospolity (*Chamaeleo chamaeleon*). Fot. R. Jaskuła.

Herpetofauna Parku liczy kilkanaście gatunków, w tym mniej lub bardziej związane z jeziorem żaby (*Rana* spp.), trzy gatunki ropuch (*Bufo* spp.), jeden gatunek ropuszki (*Discoglossus pictus*), rzekotka śródziemnomorska (*Hyla meridionalis*), czy dwa gatunki żółwi słodkowodnych – błotny (*Emys orbicularis*) oraz hiszpański (*Mauremys leprosa*). W nieco

wyższych partiach Parku spotkać można żółwia śródziemnomorskiego (*Testudo graeca*), kilka gatunków jaszczurek – w tym m.in. kameleona (*Chamaeleo chamaeleon*), gekony (*Tarentola mauritanica* i *Stenodactylus stenodactylus*) i dwa gatunki scynków z rodzaju ostajnica: *Chalcides ocellatus* i *C. lineatus*. W skład Parkowej herpetofauny wchodzi także cztery gatunki węży: zaskroniec żmijowy (*Natrix maura*) i gniewosz południowy (*Coronella girondica*) oraz jadowne – malpolon (*Malpolon monspessulanus*) i żmija lewantyńska (*Macrovipera lebetina*).



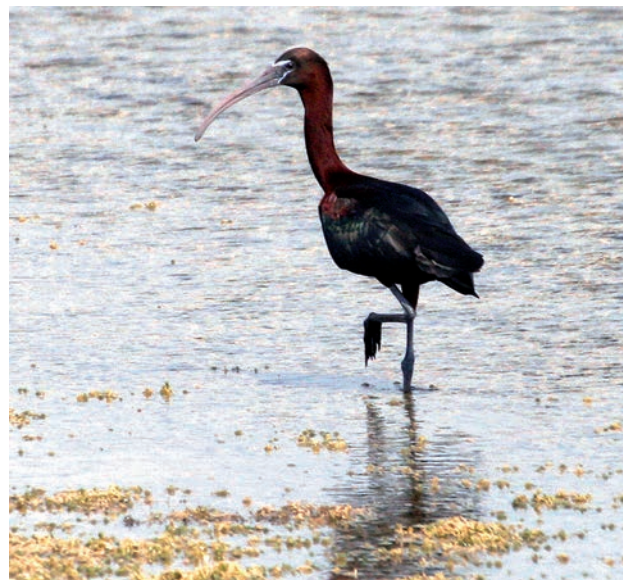
Ryc. 7. Główny szlak prowadzi w Parku w pobliżu mokradeł.... Fot. J. Hikisz

Ssaki są reprezentowane najliczniej przez drobne gryzonie, ale spotyka się tu także tak okazałe zwierzęta jak jeżozwierze afrykańskie (*Hystrix cristata*), czy dziki (*Sus scrofa*). Dużą osobliwością przyrodniczą jest introdukowany w Parku bawół domowy (*Bubalus bubalis*). Wśród drapieżnych ssaków na szczególną uwagę zasługują szakale złociste (*Canis aureus*), mangusty



Ryc. 8. ...by zaraz potem przechodzić wśród oliwkowych drzew. Fot. R. Jaskuła.

egipskie (*Herpestes ichneumon*), żenety (*Genetta genetta*) i koty nubijskie, zwane też niekiedy żbikami afrykańskimi (*Felis silvestris lybica*). Nad wodami Jeziora Aszkal nierzadka jest wydra (*Lutra lutra*). W Parku stwierdzono także cztery gatunki nietoperzy, w tym m.in. nocka dużego (*Myotis myotis*).



Ryc. 9. Otwarte przestrzenie mokradeł to ulubione miejsce żerowania dla wielu gatunków ptaków, m.in. ibisa kasztanowego (*Plegadis falcinellus*).... Fot. P. Minias.

Zdecydowanie najliczniejszą w gatunki grupą kręgowców w Parku są ptaki. To właśnie dzięki nim Park został powołany do życia i zawdzięcza swoją międzynarodową sławę. W okresie wegetacyjnym miejsce to jest siedliskiem wielu gatunków z tej grupy, jednak dopiero w okresie zimowym, gdy ptaki intensywnie



Ryc. 10. ... biegusa zmiennego (*Calidris alpina*).... Fot. P. Minias.

migrują, jezioro Aszkal i otaczające je mokradła, stają się prawdziwą ostoją ptactwa. Szacuje się, że rocznie Park ten odwiedza podczas przelotów od 300 do 400 tysięcy osobników. Dotychczas stwierdzono tu ponad 220 gatunków ptaków, z których przynajmniej 34 gniazduje regularnie na terenie Parku. Do najliczniejszych należą kaczki, w tym m.in. świstun (*Anas penelope*), rożeniec (*A. acuta*), głowienka

(*Aythya ferina*), oraz łyski (*Fulica atra*). Ocenia się, że znajduje tu miejsca do żerowania blisko pięć procent światowej populacji kaczki sterniczki (*Oxyura leucocephala*). Inne gatunki ptaków, których znaczące liczebności rokrocznie odnotowuje się w Parku to m.in. gęś gęgawa (*Anser anser*), marmurka (*Marmaronetta angustirostris*), płaskonos (*Anas clypeata*), podgorzałka (*Aythya nyroca*), czernica (*Aythya fuligula*), czy perkoz zauszniak (*Podiceps nigricollis*). Na obszarze mokradeł Parku spotyka się także derkacze (*Crex crex*), czapłę złotawą (*Bubulcus ibis*) oraz siwą (*Ardea cinerea*), nierzadkie są flamingi różowe (*Phoenicopterus roseus*), bociany białe (*Ciconia ciconia*) i ibisy kasztanowate (*Plegadis falcinellus*).



Ryc. 11. ... czy czapli złotawej (*Bubulcus ibis*). Fot. P. Minias.

Wyższe partie góry El Ichkeul są miejscem gniazdowania drapieżnych ptaków, w tym głównie sokoła wędrownego (*Falco peregrinus*). Spotyka się tu również ścierwnika białego (*Neophron percnopterus*), orła południowego (*Hieraetus fasciatus*) i orzełka włosatego (*H. pennatus*).

Świat bezkręgowców Parku zdominowany jest przez owady, których liczne gatunki spotykane są zarówno na lądzie, jak i w wodach jeziora. Z uwagi na ich słabe rozpoznanie, choćby przybliżona liczba nadal pozostaje nieznana. Przemierzając szlaki Parku z łatwością jednak dostrzeżemy zwinnie latające nad wodą ważki (Odonata), czy największe błonkówki regionu – zadrzechnie (*Xylocopa* spp.). Liczne są tu także motyle, w tym kolorowe rusałki (Nymphalidae) oraz modraszki (Lycaenidae).

Rozpatrując faunę Parku Narodowego Aszkal, warto pamiętać także o tutejszych paleontologicznych

znaleziskach. Badania fosylnych szczątków wskazują, że teren ten jest miejscem, gdzie w trzeciorzędzie i czwartorzędzie licznie występowały wymarłe już dziś całkowicie żółwie *Testudo gigans* i *T. emys*, słoń (*Elephas planifrons*), żyrafa (*Sivattherium maurusium*), czy przypominający wyglądem konia *Stylohipparion libycum*.



Ryc. 12. Jeden z licznych gatunków roślin porastających skaliste zbocze El Ichkeul. Fot. R. Jaskuła

Różnorodność świata zwierzęcego ściśle zależy od roślin występujących w Parku. Roślinność Parku zdominowana jest przede wszystkim przez gatunki śródziemnomorskie i wykazuje wyraźną strefowość. Jak dotąd wykazano z jego obszaru ponad 400 gatunków roślin. Górzysta część Parku porośnięta jest głównie



Ryc. 13. Ostajnica nakrapiana (*Chalcides ocellatus*) – jeden z dwóch gatunków scynków wykazanych z Parku. Fot. R. Jaskuła.

przez gatunki należące do rodziny oliwkowatych: oliwkę europejską (*Olea europaea*) oraz *Phillyrea*

angustifolia. Rosną tu także takie gatunki jak: pista-
cja kleista (*Pistacia lentiscus*), dąb korkowy (*Quer-
cus suber*), czy kolcorośl szorstki (*Smilax aspera*).
Południowe stoki góry Aszkal porastają okazałych



Ryc. 14. Spękania skał to idealne miejsce dla roślin takich jak rozchodnik
niebieski (*Sedum caeruleum*).... Fot. T. Rewicz.

rozmiarów wilczomlecze (*Euphorbia dendroides*),
z kolei na stoku północnym duży udział mają jałowce
(*Juniperus phoenicea*). Ciekawym gatunkiem jest
chamerops niski, zwany też karlatką niską (*Chama-
erops humilis*), osiągający do 5 metrów wysokości
i porastający skalne urwiska. Górskie zakrzaczenia
tworzą ponadto takie gatunki roślin jak, np. drzewo
karobowe (*Ceratonia siliqua*), czystek (*Cistus salvi-
folius*), czy zagrożony wyginięciem *Tetraclinis arti-
culata*. Wśród gatunków porastających górską część



Ryc. 15. ...czy przedstawiciel rodziny kozłkowatych – *Fedia cornuco-
piae*. Fot. T. Rewicz.

Parku są także endemity, w tym m.in. ożanka (*Teucrium
schoenenbergeri*) i trawa z gatunku *Crypsis aculeata*.
Inne, jak np. jaskier (*Ranunculus ophioglossifolius*)
i jeżogłówka (*Sparganium erectum*), w Tunezji znane
są poza Parkiem Aszkal jedynie z kilku stanowisk.

Otwarte przestrzenie w Parku to przede wszystkim
słonawiska i, w znacznie mniejszym stopniu, podm-
okłe łąki. Obszary te porastają przede wszystkim ha-
lofine solirody *Salicornia arabica*, sodówka (*Suaeda
maritima*), czy *Arthrocnemum fruticosum*.

Im bliżej brzegów zbiornika, tym bardziej roślin-
ność przechodzi w wodno-błotną. Brzegi jeziora

Aszkal porośnięte są głównie przez pospolicie tu wy-
stępującą trzcinę pospolitą (*Phragmites communis*).
Licznie występują w tej strefie także rdestnica grze-
bieniasta (*Potamogeton pectinatus*), zamętnica błotna
(*Zannichellia palustris*), rupia morska (*Ruppia mari-
tima*), czy przedstawiciele rodzaju rzęśl (*Callitriche
spp.*). Brzegi w bliskim sąsiedztwie wody chętnie za-
siedlane są przez gatunki z rodzaju *Ekebergia*.

Rozpatrując florę Parku Aszkal, nie można pomi-
nać gatunków, które stanowią bardzo ważną część
pokarmu dla wielu gatunków ptaków gniazdujących
w tej okolicy, bądź odpoczywających tu na przelo-
tach. Do nich należy zaliczyć m.in. sitowce (*Bolbo-
schoenus maritimus* i *Scirpus litoralis*), czy sit (*Jun-
cus subulateus*).



Ryc. 16. Czarnuszka damasceńska (*Nigella damascena*) preferuje miejsca
bardziej zasobne w glebę. Fot. R. Jaskuła.

Informacje praktyczne

W najbliższej okolicy Parku Narodowego nie ma
zbyt wielu atrakcji turystycznych. W samym Parku
znajduje się kilka dość słabo oznakowanych szla-
ków. Jeden z nich prowadzi na najwyższym położonym
punkcie Parku - wzgórzu El Ichkeul o wysokości 511
m n.p.m., na którym wznosi się wieża obserwacyj-
na, inny biegnie południowym wybrzeżem jeziora
Aszkal. Po drodze mija się kilka punktów widoko-
wych oraz niewielką jaskinię, w której według lokal-
nych informacji bytują nietoperze. Na miejscu działa



Ryc. 17. *Blackstonia* sp. – jeden z licznie kwitnących na żółto kwiatów Parku Aszkal. Fot. R. Jaskuła.

niewielkie muzeum, w którym można znaleźć informację o zamieszkującej obszar Parku florze i faunie. Ze względu na ornitologiczny charakter miejsca muzeum poświęcone jest w dużej mierze awifaunie. Tuż przed wjazdem do Parku, na drodze biegnącej wzdłuż jego południowej granicy znajduje się wieża widokowa, z której obserwować można pasące się na rozciągających się dookoła mokradłach bawoły domowe.

Park Aszkal jest otwarty dla wszystkich odwiedzających a pilnujący wjazdu do Parku pracownicy nie pobierają opłat. Przed wjazdem wymagana jest jedynie rejestracja osób chcących zwiedzić Park. Większość przewodników turystycznych podaje informację o zakazie biwakowania i fotografowania na terenie Parku ze względu na bliskość obiektów militarnych. Nie jest jednak to do końca prawda. W samym Parku, jak i w najbliższej okolicy nie ma bazy noclegowej, ale mając ze sobą namiot, z powodzeniem można zanoć w ogrodzie przy wjeździe. Na terenie Parku nie ma także informacji o zakazie fotografowania. Park Narodowy Aszkal otwarty jest dla zwiedzających codziennie, latem od 6:00 do 20:00 a zimą od 8:00 do 18:00.

PARK NARODOWY ISALO

Krzysztof R. Mazurski (Wrocław)

Tytułowy obiekt, będąc ustanowiony w 1962 r. – w dwa lata po odzyskaniu przez Madagaskar wolności spod francuskiej zależności, stanowi jeden z dwudziestu tamtejszych parków narodowych (*parcs nationaux*), w tym dwóch morskich. Ta wielka wyspa, czwarta co do powierzchni – 587 000 km² (o 88% większej od Polski), jest jednym z największych fenomenów przyrodniczych Ziemi. Potężny fragment litosfery oderwał się od prakontynentu Gondwany 50 mln lat temu i stopniowo dryfuje ku wschodowi, będąc oddzielony coraz szerszym i głębszym na 3,5 km Kanałem Mozambickim. Niesie to za sobą różne konsekwencje. Już na pierwszy rzut oka jedną z nich widać w formie ukształtowania powierzchni – wschodnia część Madagaskaru jest wyższa i górzysta, napiera bowiem ona na inną płytę litosfery, co powoduje częściowo wypiętrzanie na linii stykowej. Powstające napięcia spowodowały liczne pęknięcia w środku wyspy, umożliwiając powstanie wielu wulkanów i powierzchniowych wylewów. Rozwinięte na tej drodze masywy przekraczają wysokość 2500 m n.p.m., przy czym najwyższy z nich – Tsaratana, sięga w szczycie Maromakotro 2876 m. Tu więc

dominują – na blisko 2/3 powierzchni, obok wylewnych inne też skały krystaliczne, jak granity, gnejsy i kwarcyty, podczas gdy ku zachodowi są one przykryte skałami osadowymi z mezozoiku i trzeciorzędu, głównie piaskowcami.

Takie rozwinięcie wielkich form powierzchniowych, o generalnie południkowym układzie, wpłynęło przede wszystkim na klimat. Oto bowiem napływające znad Oceanu Indyjskiego dzięki pasatowi wilgotne masy powietrza zatrzymują się na górskich pasmach, podobnie jak monsun wiejący od północy. W rezultacie wysoki opad, ponad 1600 mm, sprzyja egzystencji lasów wilgotnych, deszczowych, we wschodniej części Madagaskaru, zwłaszcza wzdłuż wybrzeża. Ku zachodowi, po przekroczeniu bariery wysokościowej, deszczu jest coraz mniej – przez 800–900 mm na centralnym płaskowyżu (stolica Antananariwa na wysokości 1310 m n.p.m. otrzymuje go 829 mm), by na zachodzie i południowachodzie spaść poniżej 400 mm. W tej części właśnie wykształciły się warunki półpustynne. Owe specyficzne warunki klimatyczne (dodać trzeba, że w okolicach stolicy średnia temperatura stycznia – tamtejszego lata,

kształtuje się wokół 19°C, podczas gdy lipca – 13°C z naprawdę zimnymi nocami) i geologiczne przyczyniły się do wykształcenia się gleb laterytowych, mało



Ryc. 1. Lokalizacja Parku Narodowego Isalo.

przydatnych dla rolnictwa i zalegających często bezpośrednio na krystalicznym podłożu, a posiadających wskutek dużej obecności wodorotlenków żelaza i glinu charakterystyczne zabarwienie. Dało to asumpt do ukucia nazwy „Czerwona Wyspa”.



Ryc. 2. Urzeźbiona krawędź płyty piaskowcowej. Fot. Krzysztof R. Mazurski.

Inną konsekwencją oddzielenia się od Gondwany stał się inny rozwój przyrody ożywionej, które cechą jest obecnie duża ilość gatunków endemicznych i specyficzny ich zestaw. W faunie, przykładowo, brakuje wielkich ssaków i jadowitych węży, przez co swobodne wędrówki są od tej strony bardzo bezpieczne. Nic dziwnego, że władze Republiki Madagaskar, jak nazwało się nowe państwo, którego zasadniczą część populacji stanowi ludność pochodzenia indonezyjsko-malajskiego, częściowo zmieszana z pierwotnymi

mieszkańcami i później sprowadzonymi Afrykańczykami, podjęły szeroko zakrojoną powierzchnio-wo ochronę swojej przyrody. Obok wspomnianych parków narodowych istnieją jeszcze tzw. zamknięte/całkowite rezerwy przyrody (*réserves naturelles intégrales*) w ilości sześciu – w tym kilka prywatnych (!), i rezerwy specjalne/przyrodnicze (*réserves spéciales*) – jest ich dwadzieścia jeden, w tym jeden morski.



Ryc. 3. Słynne skalne okno. Fot. Krzysztof R. Mazurski.

W takim kontekście należy widzieć Park Narodowy Isalo, który zajmuje 81 540 ha, będąc na około 90 km południkowo rozciągnięty w kierunku północno-zachodnim od miasteczka Ranohira – głównego doń punktu wypadowego, z hotelem, motelem i sklepami. Jest to prawie centrum prowincji Toliara. Ochroną objęto północną, najwyższą część niezbyt krajobrazowo – od zewnątrz, urozmaiconego pasma Massif ruiniforme de l'Isalo, które osiąga tu 1267 m n.p.m. Na drugim krańcu, w odległości około 120 km, wysokości kształtują się między 850–900 m n.p.m. Chroniony fragment dotyczy opadającej ku wschodowi jurajskiej płyty piaskowcowej, która ucięta jest na wielu odcinkach stopniem, dochodzącym do kilkudziesięciu metrów wysokości, z oddali tworzących wrażenie swoistych ścian – jak w polskich Górach Stołowych. Jednakże duże urozmaicenie tworzą rozcięcia erozyjne, wykorzystujące miejscami strefy napięć w masywie. Wprawdzie obecnie panuje tu suchy klimat tropikalny, z opadami (maksimum grudzień – luty) osiągającymi rocznie 850 mm, to w przeszłości był on znacznie wilgotniejszy, o czym świadczy pochodzenie licznych wąwozów i jarów, krętych i niekiedy dość głębokich i wąskich. Dziś tymi drugimi, potocznie zwanych kanionami, płynie o wiele mniej wody, a w porze suchej stają się one wręcz jej pozbawione. Tylko na obrzeżu i dalej na południe istnieją większe rzeki, obfitujące w liczne gatunki ryb, wielkie węgorze, a nawet krokodyle, które wszakże

zostały tu sprowadzone z kontynentu. Dużą ilość ich osobników wykorzystuje się do konsumpcji, prowadząc w tym celu nawet specjalne farmy.



Ryc. 4. Krajobraz wnętrza Parku. Fot. Krzysztof R. Mazurski.

Urokliwy akcent krajobrazowy stanowią fantastyczne formy skalne, typowe dla rzeźby krawędzowej, jak też liczne ostańce i na wpół wydźwignione bryły wewnątrz Parku. Część z nich nosi nazwy, nadane przez oprowadzających tu przewodników, jako to: Żółw, Krokodyl, Czaszka czy Afrykańska Kobieta. Nie mija się z prawdą twierdzenie, że miejscami krajobrazy przypominają pustynie z kontynentu albo Wielki Kanion Kolorado. Podobieństwo wynika również z podobnej kolorystyki, obejmującej



Ryc. 5. Turkusowa sadzawka. Fot. Krzysztof R. Mazurski.

różne kolory pastelowe i płowe, odcienie żółci, ochry, ugru... Szczególnie pięknie prezentuje się taka pstra formacja porankiem czy wczesnym zmierzchem, kiedy barwy stają się dobrze wysyczone. Owe piękne krajobrazy i panująca tu wielka cisza spowodowała sakralizację tego regionu w przekonaniach mieszkającego w nim plemienia Bara – jednego z osiemnastu

na Madagaskarze, ale połączonych wspólnym językiem w jednolity świadomościowo naród. Roślinność Parku jest urozmaicona – od półpustynnej po soczyste lasy, acz te zajmują niewielkie powierzchnie. Szczególnie bujnie prezentuje się wzdłuż niewielkich potoków w dnach wąskich jarów czy zagłębieniach wśród granitowych wychodni z niewielkimi wodospadami nad turkusowymi oczkami wodnymi, nazywanymi „naturalnymi sadzawkami/basenikami” (*piscines naturelles*). Latem wykorzystywane bywają do orzeźwiających kąpieli. Dominację stanowi for-



Ryc. 6. Endemit *Aloe isaloensis*. Fot. Krzysztof R. Mazurski.

macja trawiasta wzbogacana lokalnie lasami typu „tapia”, które są zbiorowiskiem rodziny wilczomleczowatych *Euphorbiaceae*. Nazwa takiego drzewostanu pochodzi od malgaskiej nazwy gatunkowej drzewa tapia (*Pandanus pulcher*) o kandelabrowatym pokroju. Jego okazy mają szerokie liście, wykorzystywane m.in. do hodowli jedwabnika i celów leczniczych, przez co gatunek stał się mocno zagrożony. Tapia ma jeszcze jedną właściwość – jest odporna na wysokie temperatury, więc może przetrwać niektóre pożary, wywoływane dla pozyskania nowych terenów pastwiskowych lub oczyszczenia starych. Stanowi to duży problem dla zarządu Parku, gdyż przenoszący się ogień powoduje niekiedy ogromne spustoszenie we florze i faunie. A ta jest niezwykle cenna. Samych endemitów jest tu 238, rośnie też 116 gatunków roślin leczniczych, nadto drzewa wykorzystywane w meblarstwie, budownictwie i innych działach gospodarki. Interesujący jest endemit aloesu *Aloe isaloensis*, wzrok przyciąga częsta „stopa słońca”, czyli minibaobab-sukulent *Pachypodium rosulatum*, gatunek cebulkowaty, o kolczastym pniu, wspinający się niekiedy wysoko w załomy skalne. Fauna też obfituje w osobliwości. Samych ptaków notuje się w PN Isalo 82 gatunki, z czego 70% to bardzo rzadkie endemity, jak np. nagórniki turniowy (*Pseudocossyphus bensoni*) – wielka osobliwość! To 340 gatunków fauny, która jest reprezentowana m.in. przez 33 gatunki gadów,

15 gatunków płazów (głównie żaby) i 15 gatunków małych ssaków. Jak w wielu innych miejscach wyspy, także tu bytuje kilka gatunków lemurów, choć kilka innych w ogóle już zniknęło spośród żyjących. Wła-



Ryc. 7. Trumna w Canyon des Rats. Fot. Krzysztof R. Mazurski.

śnie one są – obok skalnych krajobrazów – największą atrakcją Isalo. Przypomnieć trzeba, iż to gatunek małpiek z rodziny lemurowatych, zaliczanych do rzędu naczelnych (*Primates*). Najdogodniejszy rejon do zapoznania się z nimi stanowi Canyon des Signes (Jar Małp), gdzie też urządzono miejsce odpoczyn-



Ryc. 8. Rodzina lemurów catta. Fot. Krzysztof R. Mazurski.

kowe dla zwiedzających. Lemury chętnie zbliżają się do ludzi, jeśli zobaczą w ich ręce banana; porywają go i konsumują na najbliższym drzewie. Niektóre są odważniejsze i polują na pozostawione nieopatrznie resztki jedzenia na stołach. Dominują lemury catta (*Lemur catta*), jedyny i to zagrożony w istnieniu przedstawiciel rodzaju *Lemur*, łatwo rozpoznawalny dzięki ogonowi w pierścieniowo ukształtowany wzór

biało-czarny. Trzymają się one na ogół całymi rodzinami. Pojedynczo buszują natomiast lemury brązowe (*Eulemur rufus*). Dość rzadko zobaczyć można lemura sifaka (*Propithecus candidus*) o charakterystycznym czarnym pyszczku wobec białego ubarwienia reszty futerka. W wilgotniejszych siedliskach, z bujniejszą roślinnością, czasami uda się dostrzec bardzo małego lemura myszatego (*Microcebus murinus*) – trzeba jednak mieć dużo szczęścia i czasu na obserwację.



Ryc. 9. Pomnik Maurycy Beniowskiego w Tananarivie. Fot. Krzysztof R. Mazurski.

Osobliwością innej popularnej trasy – Jaru Szczurów (Canyon des Rats), który również dociera do urokliwej sadzawki wśród granitów, są miejsca pochówku ludności Bara. Barwnie pomalowana trumna wstawiana jest najpierw do skalnej niszy lub tuż przed nią. Po jakimś czasie krewni czyszczą i obmywają kości, jakie pozostały po zmarłym, i dopiero wtedy składają je do wnęki, zwykle wyżej usytuowanej, zasypywanej skalnym gruzem. Odbywa się to oczywiście za zgodą władz.

Możliwe są dłuższe wędrówki po Parku, ale należy pamiętać, że zdaniem się jest niemal wyłącznie na siebie w bardzo trudnych warunkach terenowych. Zwykle więc turyści odbywają wycieczki co najwyżej jednodniowe pod opieką miejscowych przewodników.

Jeżeli już ktoś wylądował na Madagaskarze, to niech nie zapomni o Maurycym Beniowskim, którego polski pomnik ustawiono przy ulicy jego imienia w Tanie.

WAKACJE W PIKARDII

Maria Rościszewska (Kraków)

Pikardia to północny rejon Francji sąsiadujący z Normandią. Składa się z trzech departamentów: La Somme, Osie i Aisne.

La Somme jest jednym z najciekawszych. Tu bowiem znajduje się lejkowate ujście rzeki Sommy, którego końcowy odcinek ujęty jest w kanał wpadający do zatoki Sommy.



Ryc. 1. Łąki po odpływie. Fot. G. Przęczek.

Duże regularne odpływy wód kanału La Manche odsłaniają ogromne połacie (do 15 km) „łąk” (ryc. 1) utworzonych przez rośliny, którym nie „przeszkadza” codzienna kilkugodzinna kąpiel w morskiej wodzie. Wśród nich na szczególną uwagę zasługuje soliród (*Salicornia* sp.) (ryc. 2). Ta namorzynowa, halofitowa roślina jest zbierana na plażach w czasie odpływu



Ryc. 2. Soliród (*Salicornia* sp.). Fot. G. Przęczek.

przez specjalnie upoważnionych zbieraczy i sprzedawana na targu jako jarzyna. Ugotowana w przybliżeniu ma smak fasolki szparagowej. Ci sami zbieracze napełniają też swoje pojemniki (znajdujące się na traktorach o szerokich oponach, którymi wjeżdżają na plażę) omułkami i innymi „owocami morza”.

W czasie odpływu na plażach jest mnóstwo różnych atrakcji. Można odbywać długie spacery (ryc. 3), uprawiać jazdę konną (ryc. 4), a także jazdę na wózkach ciągnionych przez lotnie i w końcu można „poszukiwać morza”. W tym ostatnim przypadku należy zaopatrzyć się w książeczkę z wypisanymi godzinami odpływów i przypływów, aby nie znaleźć się odcię-



Ryc. 3. Spacer po plaży w poszukiwaniu omułków. Fot. G. Przęczek.

tym od lądu. Wprawdzie jakąś godzinę przed przypływem lata helikopter nawołując do powrotu na brzeg, ale nie zawsze się zdąży i wtedy też nie zawsze akcja ratunkowa przynosi pożądane efekty.

Wzdłuż wybrzeża od kurortu Le Touquet, aż do Le Report można spotkać foki. W czasie przypływu pływają w morzu i widać tylko ich głowy, natomiast



Ryc. 4. Jazda konna po plaży. Fot. G. Przęczek.

w czasie odpływu wylegają się na plaży.

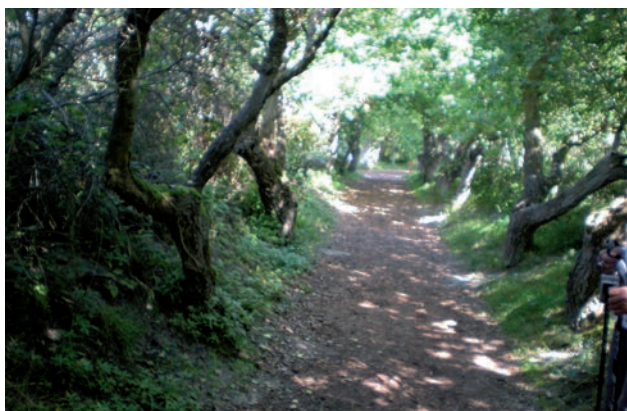
W rejonie ujścia rzeki Sommy znajduje się wiele rozlewisk, które są miejscem życia lub chwilowego przystanku (w zależności od pory roku) rozmaitego ptactwa. Tu bowiem krzyżują się trasy ptasich wędrówek, które wiodą z całej Europy do Afryki

i odwrotnie. Są to głównie gatunki wodne. Najwięcej ptaków można obserwować naturalnie na wiosnę i w jesieni, chociaż i w lecie jest ich немало. Ten cały rozlewiskowy teren został zamieniony w naturalny ptasi rezerwat „Le Parc du Marquenterre” (ryc. 5).



Ryc. 5. Le Parc du Marquenterre. Fot. K. Rościszewski.

260 ha wydm, lasów i zbiorników wodnych Parku – rezerwatu jest przestrzenią, na której żyje około 360



Ryc. 6. Droga dla zwiedzających w ptasim rezerwacie. Fot. K. Rościszewski.

gatunków ptaków, a wśród nich: kaczki, czaple, żurawie, łabędzie i warzęchy. Park jest tak urządzony, że zwiedzający mogą obserwować ptaki, sami nie będąc widzianymi, dzięki temu, że wędrowka po Parku wiedzie trasami zarośniętymi drzewami, krzewami



Ryc. 7. Budka z wizjerami w ptasim rezerwacie. Fot. K. Rościszewski.

i inną roślinnością, które tworzą rodzaj tuneli (ryc. 6). Tłumy turystów zwiedzających tym sposobem mogą oglądać ptaki, bo co kilkanaście metrów są punkty obserwacyjne w postaci budek z wizjerami (ryc. 7), przez które można prowadzić obserwacje, robić zdjęcia i lornetować. Jakież było moje zdziwienie, kiedy usłyszawszy nasz język jeden z przewodników zapytał z jakiego jesteśmy kraju. Gdy dowiedział się, że z Polski od razu powiedział: „Wy tam macie podobnie w Biebrzy”.

Na koniec jeszcze jedna uwaga dotycząca tego rejonu: czy spacerujesz po plaży, czy zwiedzasz jakiegokolwiek obiektu napotkane osoby zawsze się do Ciebie uśmiechają, mówią „bonjour”. Nikt się nie przepycha, nawet wtedy, kiedy kolejka jest długa, każdy stara się Ci pomóc. Oby tak było i u nas!

BYŁ SOBIE CHWAST...

Maria Olszowska (Mrągowo)

Chwasty były i są. Rosną zazwyczaj dziko. Niektóre z nich były dawniej pospolite, a dziś są roślinami zagrożonymi wyginięciem. Jednym z takich ginących obecnie chwastów jest kąkol polny. Wiele gatunków potrafi się szybko przystosowywać do nowych warunków i te nadal są często spotykane. Chwasty to rośliny zazwyczaj niepożądane z punktu widzenia człowieka. Choć nie każdy chwast jest szkodliwy. Chwastem ruderalnym jest wrotycz pospolity (*Tanacetum vulgare*). To pospolicie występujący (jakby inaczej) gatunek w naszej florze, należący do rodziny astrowatych (Asteraceae). Występuje licznie na

miedzach i przy drogach (ryc. 1). Jest okazałą rośliną. Rozrasta się przy pomocy krótkich kłacz w duże kępy do wysokości 1,5 m. Jego liście są duże, pierzastosieczne, skrętoległe. Kwitnie od czerwca do sierpnia. Kwiaty zebrane są w baldachokształtne kwiatostany składające się ze spłaszczonych koszyczków. Roślina ma intensywny, specyficzny zapach. Niektórzy ludzie nie znoszą jego charakterystycznej woni. Kwiaty zawierają olejki eteryczne, flawonoidy, garbniki i inne. Owocem jest niełupka. Wrotycz potrafi się sam rozsiewać, dlatego wymaga kontroli, aby nie stał się chwastem szkodliwym w uprawach. Dawniej

gatunek ten wykorzystywany był m.in. do leczenia robaczyc, chorób skórnych, reumatycznych oraz przy stłuczeniach i zwichnięciach. W większych ilościach jest jednak trujący dla dzieci i kobiet w ciąży.



Ryc. 1. Pospolite spotykany przy drogach i na miedzach wrotycz pospolity *Tanacetum vulgare*. Fot. Maria Olszowska.

Wrotycz pospolity od kilku lat rośnie w Mrągowie, przy wydeptanej przez mieszkańców łkowej ścieżce prowadzącej do bloku mieszkalnego.



Ryc. 2. Dorosłe i pięknie ubarwione chrząszcze z gatunku kruszczyca złotawka *Cetonia aurata* chętnie żywią się kwiatami, także wrotyczu pospolitego *Tanacetum vulgare*. Fot. Maria Olszowska.

Moją uwagę zwrócił odgłosami i różnorodnością gatunków zwierząt, które na nim przebywały. Prowadziłam obserwacje tej rośliny o różnych porach



Ryc. 3. Dorosła samica czerwonończyka dukacika *Lycaena virgaureae* także nie gardzi kwiatami wrotyczu pospolitego *Tanacetum vulgare*. Fot. Maria Olszowska.

przez kilka dni na początku sierpnia 2010 roku. To wprawdzie krótki okres, ale wystarczający, aby zauważyć, że większość odwiedzających roślinę zwierząt przybywała tu tylko „na obiad”. Znaczna część biesiadników zadawała się nektarem i pyłkiem kwiatów wrotyczu. Wśród jego baldachów uwijały się energicznie pięknie ubarwione dorosłe chrząszcze z gatunku kruszczyca złotawka (*Cetonia aurata*) (ryc. 2) oraz samica motyla czerwonończyka dukacika (*Lycaena virgaureae*) (ryc. 3). Na kwiaty wrotyczu przyleciała zielono połyskująca kosmopolityczna mucha padlinówka cesarska (*Lucilia caesar*) (ryc. 5). Jej larwy są nekrofagami, choć ona sama



Ryc. 4. Drapieżna i jednocześnie jadowita klecanka pospolita *Polistes gallicus* poszukuje swoich ofiar na kwiatach wrotyczu pospolitego *Tanacetum vulgare*. Fot. Maria Olszowska.

jest antofilna. Na koszykawkach wrotyczu poszukiwała swoich ofiar drapieżna i jednocześnie jadowita klecanka pospolita (*Polistes gallicus*) (ryc. 4).

W trakcie jednej z moich obserwacji przyleciała wojsilka pospolita (*Panorpa communis*). Owad posiada charakterystycznie wydłużoną głowę (ryc. 6).



Ryc. 5. Dorosłe muchy plujki z gatunku padlinówka cesarska *Lucilia caesar* zjadają pyłek i nektar z kwiatów wrotyczu, podczas gdy ich larwy żywią się martwymi tkankami zwierząt. Fot. Maria Olszowska.

Żywi się nie tylko nektarem kwiatowym, ale także chorymi i martwymi owadami. Prawdopodobnie przyleciał sprawdzić, co by tu można zjeść.

Po roślinie w różnych kierunkach przemieszczały się mrówki rudnice (*Formica rufa*). (ryc. 7). Śledząc trasy ich wędrówek, wytropiłam także inne zwierzęta,

które najwyraźniej przybyły tu z tego samego powodu, co mrówki. Tym powodem były mszyce, bytujące pod kwiatostanami wrotycza i wysysające jego soki. Nie-



Ryc. 6. Samica wojsilki pospolitej *Panorpa communis* żywi się nektarem kwiatów oraz chorymi lub martwymi owadami. Fot. Maria Olszowska.

które gatunki mrówek są ich drapieżnikami. Są również gatunki mszyc, które mogą z mrówkami współpracować w sposób protekcyjny. Słodką spadź, którą produkują mszyce, chętnie zbierają mrówki



Ryc. 7. Drapieżna mrówka rudnica *Formica rufa* w poszukiwaniu ofiar lub spadzi na kwiatostanie wrotycza pospolitego *Tanacetum vulgare*. Fot. Maria Olszowska.

i wykorzystują do swoich potrzeb, z korzyścią dla samych mszyc, dla których spadź jest wydalną. Mrówki w razie potrzeby pobudzają mszyce do wydalania spadzi, głaskając swoimi czułkami ich odwłoki. To przykład protokooperacji. Innymi drapież-



Ryc. 8. Potocznie nazywana bożą krówką biedronka siedmiokropka *Coccinella septempunctata* pożera mszyce oraz inne drobne pluskwiaki. Fot. Maria Olszowska.

nikami mszyc, które zaobserwowałam na wrotyczu, były różne gatunki biedronek. Wśród nich biedronka siedmiokropka (*Coccinella septempunctata*) (ryc. 8) zwana też bożą krówką oraz jedna z form barwnych biedronki dwukropki (*Adalia bipunctata*) (ryc. 9).

Stałymi stołownikami były także inne zwierzęta drapieżne. Między pędami rośliny utkał swoją pajęczynę pająk z rodziny krzyżakowatych (Araneidae)



Ryc. 9. Także barwna forma biedronki dwukropki *Adalia bipunctata* jest drapieżnikiem drobnych owadów. Fot. Maria Olszowska.

(ryc. 10) i pięknie ubarwiona samica tygryzka paskowanego (*Argiope bruennichi*) (ryc. 11). W zastawionej pajęczynowej pułapce cierpliwie czekali na potencjalne ofiary. Mogły nimi być uskrzydłone mszyce, mrówki a nawet jeden z szarańczaków, który hasał sobie po liściach (ryc. 12).



Ryc. 10. Drapieżny pająk z rodziny krzyżakowatych (Araneidae) z silnymi szczękoczułkami z przodu głowotułowia i barwnym odwłokiem czai się na ofiary przy swojej sieci. Fot. Maria Olszowska.

Wczesnym rankiem zauważyłam kosarza (Opiliones). To pajęczak prowadzący nocne życie, wszystkożerny. Mógł tu znaleźć różnorodny pokarm, polując zarówno na owady, jak i wysysając sok wrotycza (ryc. 13). Po lśniących w słońcu liściach snuła się także różnokolorowa pluskwnia jagodziak (*Dolycoris baccarum*) (ryc. 14), pluskwiak z rodziny tarczówkowatych (Pentatomidae), amator soku wrotycza. Owad posiada kłująco-ssący aparat gębowy, który umożliwia mu wysysanie roślinnych soków.

Przed sierpniowym upałem w dolnych częściach pędów chowały się w swych muszlach ślimaki. Wśród nich kosmopolityczny wstężyk gajowy (ślimak gajowy) (*Cepaea nemoralis*) (ryc. 15).



Ryc. 11. Samica tygryzka paskowanego *Argiope bruennichi* polująca w swojej sieci na ofiary; w Polsce gatunek tego pajaka jest objęty ochroną prawną. Fot. Maria Olszowska.



Ryc. 12. Dorosły samiec roślinożernego szarańczaka, owada posiadającego zarówno narządy dźwiękowe oraz słuchowe. Fot. Maria Olszowska.



Ryc. 13. Drapieżny kosarz (Opiliones) w poszukiwaniu ofiar. Fot. Maria Olszowska.

Na kwiatkach wrotyczu kopulowała kwiatolubna strangalia czarniawa (*Stenurella melanura*). To chrząszcz z rodziny kózkowatych (Cerambycidae). Para była tak zajęta sobą, że ze spokojem mnie ignorowała (ryc. 16).

Nie uszły mojej uwagi szybko poruszające się ciemnożółte larwy biedronki siedmiokropki (ryc. 17)

chętnie pożerające mszyce oraz powolne sokopijne larwy wtyka straszyka (ryc. 18).

Chwast także odniósł korzyści z odwiedzin różnych gatunków zwierząt. Drapieżniki uwalniały go



Ryc. 14. Roślinożerny pluskwiak plusknia jagodziak *Dolycoris baccarum* z rodziny tarczówkowatych (Pentatomidae) wysysający sok roślinny swoją klujką. Fot. Maria Olszowska.



Ryc. 15. Jeden z bardziej pospolitych polskich gatunków roślinożernych ślimaków lądowych z rodziny ślimakowatych (Helicidae) - wstężyk gajowy *Cepaea nemoralis*. Fot. Maria Olszowska.



Ryc. 16. Kwiatolubny gatunek chrząszcza strangalia czarniawa *Stenurella melanura* z rodziny kózkowatych (Cerambycidae), którego larwy drążą chodniki w drewnie. Fot. Maria Olszowska.

od uciążliwych pasożytów, inne zwierzęta zapylały jego kwiaty, dzięki czemu mógł wydać owoce z nasionami A to zysk nie do pogardzenia.

Poruszona tematyka może się wydać banalna, a jednak... Przyroda jest skomplikowanym układem organizmów powiązanych współzależnościami.

Przykład obserwowanej rośliny pokazuje, że każdy gatunek jest jednym z wielu ważnych ogniw w łańcuchu życia. Przydrożny chwast okazuje się być potrzebnym wielu gatunkom. On sam również potrzebuje innych, żeby żyć. To oczywisty dowód na to,



Ryc. 17. Larwa biedronki siedmiokropki *Coccinella septempunctata* także chętnie pożera mszyce oraz inne drobne pluskwiaki. Fot. Maria Olszowska.

że w przyrodzie nie ma organizmów zbędnych. Tak sobie rozmyślałam, wracając do domu z kolejnej obserwacji. „Czego pani tak szuka w tych chwastach?” zapytał mnie uprzejmie Gospodarz Domu, uruchamiając kosiarkę...



Ryc.18. Roślinożerna nimfa pluskwiaka wtyka straszka *Coreus marginatus* nakłuwająca liście roślin i wysysająca z nich sok. Fot. Maria Olszowska.

SUSEŁ MOREGOWANY Z ZAMKU SPISKIEGO (SPIŠSKÝ HRAD) NA SŁOWACJI

Włodzimierz Wojtaś, Agata Stokłosa-Wojtaś (Kraków)

Zachwycić się Zamkiem Spiskim miało okazję miliony turystów. Zapewne wielu z nich zwróciło uwagę na przemykające wśród traw porastających ruiny podgrodzia wyjątkowo zwinne i piękne zwierzątka, lecz niewielu rozpoznało w nich bardzo rzadko już spotykanego susła moregowanego (*Spermophilus citellus*).



Ryc. 1. Zamek Spiski. Fot. Agata Stokłosa-Wojtaś.

Obserwacja tych zwierząt sprawia dużo radości. Przyzwyczajone do stałej obecności ludzi, praktycznie nie zwracają na nich uwagi – nieustannie szukają pożywienia, bawią się, przeganiają konkurentów ze swoich terytoriów, a spłoszone wydając charakterystyczny pisk natychmiast uciekają do licznych tutaj nor.

Ruiny podgrodzia okazały się niemal optymalne jako miejsce do życia dla tych zwierząt. Susły stanowią dodatkową turystyczną atrakcję i nie przynosząc żadnych szkód mogą być tutaj mile widziane. Są zwierzętami aktywnymi w ciągu dnia, więc obecność ludzi dodatkowo chroni je przed naturalnymi wrogami takimi jak – drapieżne ptaki, tchórze czy lisy, któ-



Ryc. 2. Susel moregowany na punkcie obserwacyjnym... Fot. Agata Stokłosa-Wojtaś.

re z kolei człowieka boją się i unikają. Oprócz tego mają „dodatek” do swojego naturalnego pożywienia w postaci resztek z prowiantu, który zawsze pozostawiają po sobie niesforni turyści.

Susły są zwierzętami zamieszkującymi tereny otwarte – stepy, pastwiska, nieużytki itp. Wykopują

nory, których podziemna część tworzy cały labirynt chodników, na końcu których znajduje się wyścielona suchą trawą komora mieszkalna. W komorze tej w ciągu wiosny i lata spędzają noce i tam też przysypiają okres zimy. Sen zimowy trwa u susłów aż 7 miesięcy i właśnie stąd wzięło się powiedzenie „śpi jak suszeł”. Odżywiają się głównie zielonymi częściami roślin, bulwami, nasionami i jagodami, swoją dietę



Ryc. 3. ...ze zdobyczą w łapkach... Fot. Agata Stokłosa-Wojtaś.

chętnie uzupełniają owadami, a nawet ptasimi jajami. Rozmnażają się raz w roku, a w miocie bywa od 2 do 11 noworodków, które rodzą się nagie i ślepe.

W Polsce suszeł moręgowany jest niezwykle rzadki – występuje tylko na niewielkim obszarze na pograniczu Dolnego i Górnego Śląska. Jest zwierzęciem objętym ochroną gatunkową.



Ryc. 4. ...i w swojej norce. Fot. Agata Stokłosa-Wojtaś.

PRACE UCZESTNIKÓW ZAWODÓW OKRĘGOWYCH I CENTRALNYCH XXXIX OLIMPIADY BIOLOGICZNEJ WYTYPOWANE DO KONKURSU PRAC MŁODYCH NAUKOWCÓW UE

W dniu 26.10.2010 roku Komisja Komitetu Głównego Olimpiady Biologicznej w składzie: prof. dr hab. Bronisław Cymborowski, prof. dr hab. Andrzej Podstolski, dr Magdalena Sobolewska, dr Piotr Borsuk i mgr Elżbieta Auguścińska przekazała do Krajowego Funduszu na Rzecz Dzieci z siedzibą w Warszawie 15 prac wytypowanych spośród wyróżnionych w czasie

zawodów okręgowych i centralnych XXXIX Olimpiady Biologicznej do Europejskiego Konkursu Młodych Naukowców Unii Europejskiej.

Prace wybrane spośród wyróżnionych w czasie zawodów centralnych XXXIX Olimpiady Biologicznej:

Lp.	Nazwisko i imię ucznia	Tytuł pracy	Okręg	Szkoła	Klasa	Nauczyciel opiekun
1.	Ostaszewska Karolina	Zależność między ilością dostępnego pokarmu a wzrostem i rozwojem mucholówki amerykańskiej (<i>Dionaea muscipula</i>).	Katowice	IX LO im. C.K. Norwida, ul. Jasnogórska 8, 42-200 Częstochowa	III	Renata Malinowska
2.	Pietrzak Maja Karina	Inwentaryzacja flory łągu wierzbowo-topolowego warszawskiego odcinka Doliny Środkowej Wisły (od Mostu Poniatowskiego do Mostu Gdańskiego).	Warszawa	VIII LO im. Władysława IV, ul. Jagiellońska 38, 03-719 Warszawa	II	Wawrzyniec Kofta
3.	Pyzio Monika Anna	Różnorodność zbiorowisk roślinnych i flory użytku ekologicznego „Polana Sucha” w Beskidzie Makowskim.	Kraków	V LO im A. Witkowskiego, Studencka 12, 31-116 Kraków	II	Elżbieta Opozda-Zuchmańska
4.	Jagodzińska Kalina	Przydatność odpadowego podłoża ligno-celulozowego w hodowli grzybnia bocznika <i>Pleurotus ostreatus</i> .	Gdynia	III LO z Oddz. Dwujęzycznymi im. Marynarki Wojennej RP, ul. Legionów 27, 81-405 Gdynia	III	Anna Nowak
5.	Wąsik Norbert	Wpływ temperatury na szybkość, długość i głośność śpiewu miecznika <i>Conocephalus fuscus</i> .	Zielona Góra	Społeczne LO, ul. 11 Listopada 33, 68-200 Zary	III	Barbara Mroczek

Lp.	Nazwisko i imię ucznia	Tytuł pracy	Okręg	Szkoła	Klasa	Nauczyciel opiekun
6.	Szewczak Ludmiła Ewa	Nisza ekologiczna mandarynek (<i>Aix galericulata</i>) na terenie Łazienek Królewskich.	Warszawa	V LO im. Ks. Józefa Poniatowskiego, ul. Nowolipie 8, 00-150 Warszawa	III	Maria Pielichowska
7.	Burzyńska Ewa Teresa	Różnorodność gatunków grzybów poliporoidalnych w lasach Nadleśnictwa Nurzec.	Białystok	Z.Sz. LO im. KEN, ul. Kościuszki 43, 17-300 Siemiatycze	III	Krystyna Leszczak-Boczarow
8.	Jasińska Agnieszka	Jak myślą dżdżownice?	Warszawa	Gimnazjum i Liceum im. Stefana Batorego, Z.Sz nr 66, ul. Myśliwiecka 6, 00-459 Warszawa	II	Korneliusz Kurek Nella Lenart
9.	Kunc Michał Janusz	Zróżnicowanie i stan zachowania wybranych torfowisk wysokich w okolicach Tucholi.	Gdynia	II LO im. Władysława Andersa, ul. Świętopełka 1, 89-600 Chojnice	III	Aldona Abendrot

Prace wybrane spośród wyróżnionych w czasie zawodów okręgowych XXXIX Olimpiady Biologicznej:

Lp.	Nazwisko i imię ucznia	Tytuł pracy	Okręg	Szkoła	Klasa	Nauczyciel opiekun
10.	Owczarek Damian	Porównanie parametrów struktury sieci łownych pajaków: krzyżaka łąkowego (<i>Araneus quadratus</i>) i krzyżaka ogrodowego (<i>Araneus diadematus</i>).	Łódź	Zespół Szkół nr 3 im. M. Kopernika, ul. Sieradzka 54, 98-300 Wieluń	III	Izabela Szeląg
11.	Jatczak Paulina	Wpływ zasolenia na respirację, wydalanie amoniaku i osmoregulację podwoja wielkiego (<i>Soduria eutemon</i>) z Zatoki Gdańskiej.	Gdynia	VI LO im. W. Sierpińskiego, ul. Kopernika 34, 81-424 Gdynia	III	Marzena Gross
12.	Szymańska Sylwia	Wpływ atraktantu Pollinus na plony jabłoni odmiany Jonagold Rubinstar i Szampion Reno zapylanych przez pszczoły miodne (<i>Apis mellifer</i>).	Warszawa	V LO im. ks. J. Poniatowskiego, ul. Nowolipie 8, 00-150 Warszawa	II	Maria Pielichowska
13.	Bańkowska Monika	Wpływ zmiany metody lotowania na wyniki lotowe gołębi pocztowych.	Zielona Góra	I LO im. E. Dembowskiego, ul. Kilińskiego 7, 65-508 Zielona Góra	III	Lucyna Szlęzak
14.	Suwiński Arkadiusz	Wpływ wyciągu z kłącza tataraku na ontogenezę aparatów szparkowych u trzykrotki wirginijskiej (<i>Tradescantia virginiana</i> L.).	Warszawa	I LO im. Z. Kasińskiego, ul. 17 Stycznia 66, 06-400 Ciechanów	III	Anna Surmionek
15.	Żak Jakub	Próba oceny konkurencyjności promieniowania laserowego i nanotechnologii wobec tradycyjnej metody przesiewowej obróbki ziarniaków zbóż.	Katowice	III LO im. A. Mickiewicza, ul. Mickiewicza 11, 40-092 Katowice	II	Danuta Czupryńska

Birgitte Husted Bendtsen, **Phlox – Phloxe für den Garten (Flokse – floksy dla ogrodu)**, 1. deutsche Ausgabe, Lektorin der Übersetzung Christa Evers, CS Grafisk A/S Hadsten 2009, Forlaget Geranium, Printed in Denmark, ss. 256, ISBN 978-87-989732-2-5.

Floksy, nazywane też płomykami, należą do najbardziej charakterystycznych i najpiękniejszych bylin w ogrodach. Chociaż poszczególne kwiatki są bardzo wrażliwe, to jednak nagromadzenie kwiatów czyni je punktem uwagi miłośników roślin. Floksy należą do charakterystycznych roślin ogrodów wiejskich, chociaż dopiero w XVIII w. pojawiły się one w Europie, a ich ojczyzna znajduje się we wschodniej Ameryce Północnej. Już znany ogrodnik Karl Foerster twierdził, że „ogród bez floksów jest błędem”. Najczęściej floksy kojarzą się z floksem wiechowatym (*Phlox*



paniculata), chociaż – w rzeczywistości – znane są różne gatunki tych roślin; kwitną one od wiosny do pierwszych mrozów. Większość floksów charakteryzuje się przyjemnym zapachem, a one same mogą być stosowane w różnych sytuacjach ogrodniczych. W 2007 roku ukazała się w Danii książka Birgitte Husted Bendtsen pt. „Floks – floksy dla ogrodu” (w oryginale *Phlox – Bogen om Floks til Haven*). W roku 2009 wydano niemieckie tłumaczenie tej interesującej książki. W omawianej tutaj książce opisano 600 odmian i gatunków floksów, które przedstawiono na 750 fotografiach autorki.

Recenzowana książka stanowi udaną próbę monografii floksów z punktu widzenia europejskiego. Można wyróżnić – w ramach książki – następujące części składowe książki: „Rodzina i rodzaj”; „Dalsze uwagi o nazwach”; „Zastosowania”; „Nasadenia”; „Floksy na murki skalne”; „Floksy a motyle”; „Rozmnażanie floksów”; „Podróż za floksami do Anglii”; „Floksy w Niemczech”; „U hodowców holenderskich”; „Alfabetyczna lista floksów”, a część końcową monografii stanowi „Lista adresów”; „Literatura”; „Skorowidz nazw”. Nazwa rozwoju „Phlox” oznacza greckie słowo „płomień” i obejmuje ogólnie 67 gatunków. Rodzaj „Phlox” należy razem z 17 innymi rodzajami do rodziny *Polemoniaceae*. Wszystkie floksy pochodzą z Północnej Ameryki, a tylko jeden gatunek *P. sibirica* występuje na obszarach Starego Świata. Pierwsze floksy przybyły do Europy przed 200 laty. Takim miłośnikiem floksów był P. Collinson (1694–1768). Do dzisiaj istotne znaczenie posiada monografia o floksach napisana przez Amerykanina E.T. Wherry’ego pt. „The Genus Phlox”. Ukazała się ona już w 1955 r. Krzyżowanie różnorodnych gatunków floksów doprowadziło do wielu ciekawych mieszańców (np. *P. x arendsii*). Zbiory odmian floksów można znaleźć w „Plant Finder”, a coraz więcej odmian podlega ochronie patentowej. Współczesne floksy znajdują wszechstronne zastosowanie zarówno na stanowiskach słonecznych, a także w cieniu i na stanowiskach półcienistych. Na stanowiskach słonecznych rosną dobrze takie znane gatunki jak: floks wiechowaty (*P. paniculata*), a także poduszkowy floks szydlasty (*P. subulata*). Natomiast w cieniu i półcieniu uprawia się takie gatunki jak: floks kanadyjski (leśny), a także floks rozłogowy (*P. stolonifera*). Floksy dobrze pasują do róż tworząc romantyczne kompozycje. Poszczególne gatunki i odmiany charakteryzują się odmiennymi cechami. Wymagają one często podziału i odmłodzenia. Przy tym dane o tych zabiegach różnią się między sobą. Przedłużenie czasu kwitnienia floksów wymaga przycinania łodyg. Większość odmian floksów jest mrozoodporna i odporna na choroby. Występuje też ścisła zależność pomiędzy floksami i motylami. Stąd też ich większość posiada żywe barwy i charakterystyczny zapach. Znane są zróżnicowane metody rozmnażania floksów: sadzonki łodygowe, sadzonki korzeniaste, podział roślin, wykorzystanie rozłogów i w końcu wysiew roślin.

B.H. Bendtsen przedstawia bardzo interesująco swoje podróże za floksami do Anglii. Przy tym autorka analizuje tutaj szczególnie piękne ogrody: Ogród floksów Pauline Popely, Narodową Kolekcję Wysokich Floksów w Anglii

(Temple Newsam w Leeds). Znajdują się tutaj odmiany floksów zagrożonych wymarciem (m.in. stare odmiany ‘Bucaneer’ czy ‘Sir Malcolm Campbell’). Na uwagę zasługuje także ogrodnictwo Bressingham Hall w Diss, które stworzył znany ogrodnik bylinowy i pisarz Alan Bloom (1906–2005). Później A. Bloom założył jeszcze znane ogrody bylinowe w Dell Garden i Foggy Bottom. W Anglii do znanych hodowców floksów należą trzy sławne kobiety: Sue Ward (stosunkowo mały ogród, chociaż bardzo bogaty w rośliny), ogród Jennifer Harmers, a także ogród Jane Sterndale-Bennett (niestety zmarła już ona niespodziewanie).

Wielu hodowców floksów znanych jest także w Niemczech. Do najbardziej znanych hodowców floksów należy: Hartmut Rieger koło Osnabrück, a także Ogródnictwo Bylinowe Petera i Bärbel zur Linden (Osnabrücker Staudenkulturen). Do wybitnych hodowców floksów należał Karl Foerster (1874–1970), którego sławny ogród i ogrodnictwo znajdowały się w Poczdamie – Bornim koło Berlina. Wyhodował on 362 nowe odmiany bylin, w tym 89 floksów bylinowych. Po upadku muru berlińskiego nastąpiło odrodzenie sławnego Ogródnictwa Bylinowego Karla Foerстера. W uratowaniu starych odmian floksów uczestniczyli: Marianne Foerster, dr Konrad Näser, a także obecni właściciele ogrodnictwa: Wolfgang Härtel i Gerd Berthe. Współcześnie ogrodnictwo Foerster Stauden zatrudnia 30 pracowników, a w roku 2010 r. obchodziło ono stulecie istnienia firmy.

Do znanych hodowców bylin należą ogrodnicy holenderscy m.in.: Jan Verschoor, Coen Jansen, a także René van Gaalen. J. Verschoor jest hodowcą nowych odmian takich jak: *P. paniculata* ‘Peppermint Twist’, czy *P. ‘Sherbet Cocktail’*, a także odmian *P. x arendsii* (*P. x arendsii* ‘Baby Face’ i ‘Ping Pong’). W Dalfsen znajduje się sławne ogrodnictwo bylinowe Coena Jansena. Najbardziej znane odmiany to: floksy wiechowate ‘Hesperis’ i ‘Utopia’. Natomiast R. van Gaalen wyhodował nowe odmiany z kwiatami o zredukowanych płatkach, określane jako ‘Feelings’. Floksy z tej grupy stały się ostatnio bardzo popularne na całym świecie (m.in. ‘Red Feelings’, ‘Midnight Feelings’ czy ‘Pleasant Feelings’).

Najbardziej obszerną część książki B.H. Bendtsen stanowi „Alfabetyczna lista floksów”. Przy tym poszczególne gatunki floksów omówiono przy uwzględnieniu takich cech jak: wysokość roślin, ich stanowisko, barwa kwiatów, okres kwitnienia, sposób rozmnażania. Szczególnie dużo uwagi zwrócono na wysokie gatunki floksów. Wiele odmian otrzymało specjalne wyróżnienie w postaci medalu Award of Garden Merit. Do najważniejszych gatunków floksów należą: floks szerokolistny (*P. amplifolia*); mieszańiec floks Arendsa (*P. x arendsii*); floks karoliński (*P. carolina*); floks kanadyjski (*P. divaricata*); floks Douglasa (*P. douglasii*); jednoroczny, szeroko znany floks Drummonda (*P. drummondii*); ciekawy floks kwitnący późną wiosną (*P. glaberrima*); floks plamisty (*P. maculata*), floks wiechowaty (*P. paniculata*), najbardziej znany i popularny (z ogromną ilością odmian); floks rozłogowy (*P. stolonifera*), bardzo popularny floks szydlasty (*P. subulata*). Do mniej znanych, chociaż bardzo interesujących gatunków należą takie gatunki: *P. adsurgens*; floks piaszkowy (*P. bifida*); floks polarny (*P. borealis*); floks

Buckleya (*P. buckleyi*), jednoroczne piękne floksy Phlox Intensa®, floks śnieżny (*P. nivalis*), floks preriowy (*P. pilosa*) ciekawy mieszańce *P. x procumbens*.

Książka B.H. Bendtsen stanowi znakomitą monografię floksów. Jest ona bogato ilustrowana, gdyż zawiera 750 własnych fotografii autorki. Większość odmian

przedstawionych jest na 20 barwnych tablicach. Jest ona bardzo ciekawa nie tylko dla specjalistów, ale także szerokiego grona miłośników roślin i ogrodów. Należy tę ciekawą i bogato ilustrowaną książkę możliwie szeroko rozpoznać także i w Polsce.

Eugeniusz Kośmicki (Poznań)

Laurence Machiels, **Präriegärten faszinierend und stimmungsvoll (Ogród preriowy – fascynujący i pełen nastroju)**. Unter Mitwirkung von Jan Spruyt und Cassian Schmidt. Aus dem Niederländischen von Christine Thelen, Stuttgart (Hohenheim) 2010, ss. 127, ISBN 978-3-8001-6992-4, Eugen Ulmer Verlag.



Jako prerie określili francuscy misjonarze w XVIII wieku ogromne obszary trawiaste Ameryki Północnej. Prerie zaludniali wtedy Indianie, a składały się one głównie z traw i kwitnących bylin. Na tych obszarach nie występowały w ogóle drzewa i krzewy. Charakterystyczne były też dla prerii olbrzymie stada bizonów. Na ówczesnych obszarach amerykańskiego Środkowego Zachodu – pomiędzy rzekami Missisipi i Missouri – występowały żyzne i wilgotne gleby. Na tych obszarach występowała wysoka preria trawiasta, gdzie mogli bez trudu ukryć się jeźdźcy na koniach. Natomiast bardziej na południu, na obszarach w pobliżu Meksyku, prerie były bardziej ubogie i znacznie niższe; dominowały tam także trawy. Od początku XIX wieku – w wyniku rozwoju rolnictwa – obszary prerii ulegały systematycznemu zmniejszeniu. Współcześnie tylko 1% pierwotnych prerii zachowało swój charakter. W ostatnich dziesięcioleciach nastąpił wzrost zainteresowania preriami wśród amerykańskich botaników, specjalistów ogrodniczych i architektów ogrodniczych. Wymienia się tutaj takie nazwiska jak: Sally Wasowski, Wolfgang Oehme i James van Sweden, a także duński emigrant Jens Jensen. Współcześnie pojawiło się na obszarze Illinois, Minnesoty i Wisconsin wielu producentów nasion i roślin charakterystycznych dla prerii. W latach 90. XX wieku tymi problemami zajęli się botanicy i architekci ogrodnicy w Europie.

W 2009 r. ukazała się w języku holenderskim książka Laurence Machiels na temat ogrodów preriowych, traktowana jako pierwsza dotycząca tego zagadnienia. L. Machiels mieszka w Belgii i pisze regularnie artykuły

dla gazet belgijskich i holenderskich. Przy opracowaniu tej książki współdziałali dwaj pionierzy stylu preriowego w ogrodnictwie – belgijski ogrodnik bylinowy Jan Spruyt i Cassian Schmidt – kierownik Ogrodu Pokazowego Hermannshof w Weinheimie. J. Spruyt uczestniczył w założeniu wielu ogrodów w Belgii, a także był przewodniczącym Międzynarodowej Unii Bylin. Natomiast C. Schmidt zajmuje się głównie zastosowaniem roślin preriowych w miastach, jako łatwych do opieki i przystosowanych do suchych stanowisk. Przy tym jako ogrody preriowe rozumie się kontrolowane nasadzenia roślin, które później same się regulują. Ogród preriowy nie potrzebuje wielu zabiegów pielęgnacyjnych. Rośliny preriowe określa się jako odporne, łatwe do opieki i fascynujące wspólnoty traw i bylin możliwe nie tylko do nasadzeń krajobrazowych, ale do stosunkowo niewielkich ogrodów w miastach.

W recenzowanej książce „Ogród preriowy – fascynujący i pełen nastroju” wyróżnić można charakterystyczne części składowe: rozważania wstępne („Jak odkryłam prerię”; „Tajemnica prerii” i „Wizja i jej pionierzy”), a także „Prerie amerykańskie”; „Ogród preriowy”; „Preria w mieście” i „Rośliny dla ogrodu preriowego”. Pracę kończy krótki słownik, informacje i adresy o roślinach i ogrodach preriowych, lista literatury, skorygowany tytuł roślin preriowych, a także „Podziękowanie” autorki dla wielu osób za wszechstronną pomoc w czasie pisania książki.

W ujęciu autorki książki ogród preriowy jest konsekwentnym, dalszym rozwojem naturalistycznego stylu ogrodowego. Stosowane są odporne trawy i byliny, które przypominają naturalną łąkę. Stanowią one „kawalek Ameryki w Europie”. Rośliny tutaj stosowane są przystosowane do gorącego okresu wegetacyjnego z optimum wzrostu w okresie lata i późnego lata. Ogrody preriowe stanowią także bogatą wspólnotę biologiczną roślin i zwierząt m.in. motyli, pszczół, ptaków i małych ssaków. Stosowane rośliny i zwierzęta stanowią wspólnotę dynamiczną. Często stosuje się spulchniającą warstwę mineralną. Jako prekursory ogrodów preriowych wymienia L. Machiels – oprócz J. Spruyta i C. Schmidta – jeszcze Hansa Simona z Niemiec (sławne ogrodnictwo bylinowe), a także Pieta Oudolfa, znanego architekta ogrodowego i hodowcę bylin z Holandii.

Następna część książki nosi charakterystyczny tytuł „Amerykańskie prerie”, gdzie przedstawiono botaniczną charakterystykę tych obszarów tak ważnych dla Ameryki Północnej. Autorka podejmuje próbę charakterystyki roślin z prerii z niewielkimi i mieszanymi roślinami, a także typowe trawy z prerii z wysokimi trawami ze Środkowego Zachodu. Istotne znaczenie posiadają odpowiednie gleby dla roślin preriowych i optymalne temperatury w okresie wzrostu. Rośliny w ogrodach preriowych pozostają odporne na choroby, nie potrzebują dodatkowego nawożenia

i charakteryzują się długim życiem. Przy tym ogrody periowe różnią się wyraźnie od łąk kwiatowych popularnych już dawnej w Europie.

Ogród periowy wymaga otwartej powierzchni w pełnym słońcu. W pierwszych latach wymaga on więcej kontroli, znajomości roślin i opieki (od dwóch do czterech lat). Później rozwija się bujnie i bez dodatkowej opieki. Potrzebne jest jednak minimum struktury albo planu w nasadzeniach roślin. Dla ogrodów periowych są charakterystyczne dwie możliwości: nasadzenia mieszane albo mozaikowe lub blokowe. W Europie z 350 roślin periowych można wybrać około 100 roślin (choć niektóre z nich posiadają już wiele odmian i form ogrodniczych). Autorka wymienia charakterystyczne typy roślin: rośliny tworzące strukturę (rusztowanie); rośliny aspektowe; rośliny towarzyszące; rośliny wypełniające i rośliny rozproszone. Każda roślina posiada odpowiednią rolę kształtująco-estetyczną i funkcjonalną. Rośliny tworzące strukturę w ogrodach periowych stanowią 5% do 10% ogólnych nasadzeń. Rośliny aspektowe stanowią około 20 – 40% ogólnych nasadzeń – należą tutaj takie byliny jak: *Monarda*, *Pestemon*, *Solidago rugosa*. Rośliny towarzyszące mogą obejmować 40–50%. Są nimi takie rośliny jak: *Artemisia ludoviciana* i *Pycnathemum pilosum*. Do roślin wypełniających zaliczamy rośliny łatwo wysiewające się np. *Verbena bonariensis* albo *Gaillardia x grandiflora*. Jako rośliny rozproszone uważa się rośliny cebulowe i kłaczka. Są to zazwyczaj geofity, które kwitną także wiosną. Należą tutaj takie rośliny jak: rodzaje *Camassia*, *Allium*, a także tulipany, narcyzy i krokusy. Istotne znaczenie w pierwszych trzech latach ogrodu periowego posiadają kielkujące siewki chwastów, które trzeba szybko usuwać.

Rozdział następny poświęcony jest możliwości wykorzystania roślin periowych w miastach. Nasadzenia periowe są bardzo trwałe stanowiąc o możliwości tworzenia zieleni miejskiej. Koszt założenia ogrodu periowego wynosi 30 do 50 euro na 1 m². Przy tym najlepszym okresem sadzenia roślin jest okres od początku kwietnia do połowy czerwca. Przy tym zaleca się dla żyznych gleb 5 do 6 roślin na m², a na suche i mniej żyzne obszary 7 do 9 roślin na m². Korzystne jest także stosowanie mineralnej warstwy spulchniającej (materiały mineralne w postaci warstwy 5–7 cm). Przy wyborze roślin stosuje się 100 odmian roślin periowych (85 bylin i 15 traw). Stosunek bylin do traw wynosi: 70% bylin i 30% traw. Stosuje się też 17 różnych odmian roślin cebulowych i kłaczkowych.

Martin Haberer, Hans Graf, **500 winterharte Sukkulenten und Kakteen von A-Z (500 mrozoodpornych sukulentów i kaktusów od A-Z)**, 485 Farbfotos, Stuttgart (Hohenheim) 2010, Eugen Ulmer Verlag, ss. 190, ISBN 978-3-8001-5487-6.

Sukulenty obejmują gatunki gromadzące wodę celem przetrwania okresu suszy. Występują na obszarach, na których opady są niewielkie, lecz raczej regularne, przede wszystkim na obszarach suchych strefy gorącej. Wśród sukulentów wyróżnić można kaktusy, które gromadzą w swoich pędach duże zapasy wody. Łodyga takich roślin jest zazwyczaj zgrubiała lub w kształcie kulistym, walcowatym lub spłaszczonym. W przypadku kaktusów asymiluje

Przy charakterystyce poszczególnych roślin zwraca się uwagę na następujące ich cechy: wysokość roślin, dane o formie wzrostu, wielkość, forma i barwa liści, opis kwiatów i okresu kwitnienia, dane o stanowisku, funkcje albo rola roślin. Prawie 30–40% roślin ogrodu periowego składa się z traw, najczęściej pochodzenia amerykańskiego. Należą tutaj takie trawy jak: *Andropogon gerardii*, trzcinik ostrokwiatowy *Calamagrostis x acutiflora* 'Karl Forster', trzcinnik diamentowy (*Calamagrostis brachytricha*), nasella drobnokwiatowa (*Nasella tenuissima*), proso różgowate z wieloma odmianami (*Panicum virgatum*), mała trawa periowa (*Schizachyrium scoparium*), mało jeszcze znane trawy z Ameryki Północnej (*Sorghastrum nutans*, *Sporobolus heterolepis*). Ponadto stosuje się jeszcze wiele traw do nasadzeń ogrodowych: m.in. turzyce (*Carex*), rozplenice (*Pennisetum*), śmiałki (*Deschampsia*) itp.

Ponadto do ogrodów periowych nadaje się szereg gatunków europejskich i azjatyckich. Do najbardziej charakterystycznych roślin periowych należą astry m.in. aster sercowaty (*Aster cordifolius*), aster nowoangielski (*A. novae-angliae*), a także mniej znane gatunki; baptyjsja południowa (*Baptisia australis*), nachełki (szczególnie wysoko rosnący *Coreopsis tripteris*), jeżówki (m.in. *Echinacea purpurea*, *P. pallida* czy *E. paradoxa*), mikołajki (*Eryngium*), dielżany (*Helenium*), słoneczniki i słoneczniczki (*Helianthus* i *Heliopsis*), liatry (*Liatris*), pysznogłówki (*Monarda*), penstemony, floks szerokolistny (*Phlox amplifolia*), rudbekie, nawłocie (*Solidago*), werbeny, wernonie. W ogrodach periowych można stosować także rośliny pochodzenia europejskiego i azjatyckiego. Można tutaj także zastosować szereg roślin cebulowych m.in. północnoamerykańskie: *Camassia*, *Allium*, mało znane *Dichelostemma*. Dochodzi do tego szereg europejskich roślin cebulowych takich jak: czosnki, krokusy, pustynniki (*Eremurus*), lilie, narcyzy i botaniczne tulipany.

Książka L. Machiels zasługuje na uwagę polskich czytelników. Napisana jest w sposób zrozumiały i zorientowany na praktykę ogrodniczą. Ogrody periowe stają się bardzo popularne w całej Europie, szczególnie na obszarach: Belgii, Holandii czy Niemiec. Warto by tę interesującą i pięknie ilustrowaną książkę przetłumaczyć na język polski, jako cenną pomoc dla specjalistów i szerokiego grona miłośników ogrodów.

Eugeniusz Kośmicki (Poznań)



wyłącznie lodyga i dlatego przyrost roczny kaktusów jest zazwyczaj niewielki. Kwiaty kaktusów są zazwyczaj owadopylne, często okazałe, chociaż bardzo krótkotrwałe. Pojedyncze kwiaty, o zróżnicowanych barwach i często z pięknym zapachem, sięgają nawet do 15 cm średnicy.

Sukulenty i kaktusy cieszą się współcześnie dużym zainteresowaniem miłośników roślin i ogrodów. Dotyczy to także sukulentów i kaktusów możliwych do uprawy w ogrodach, a nie tylko w szklarniach lub domach. Wykazują one wprost niewyczerpalną różnorodność barw i form u poszczególnych gatunków i odmian. Naprzeciw tym zainteresowaniom wychodzi książka Martina Haberera i Hansa Grafa „500 mrozoodpornych sukulentów i kaktusów od A-Z”. Obaj autorzy recenzowanej książki należą do wybitnych znawców problematyki sukulentów i kaktusów. M. Haberer jest znanym hodowcą sukulentów, a także autorem wielu książek ogrodniczo-botanicznych i cenionym wykładowcą. Natomiast Hans Graf jest właścicielem specjalistycznego ogrodnictwa w zakresie mrozoodpornych sukulentów i kaktusów. Recenzowana książka przedstawia najbardziej przydatne do uprawy rośliny – gatunki i odmiany. Szczególne znaczenie posiada wybór stanowisk, niezbędna opieka, możliwość rozmnażania i ochrona w okresie zimy, zwłaszcza w czasie mrozów. Ogólnie przedstawiono 400 gatunków i odmian sukulentów i 100 gatunków i odmian kaktusów. W omawianej tutaj książce M. Haberera i H. Grafa można wyróżnić następujące części składowe: „Mrozoodporne sukulent”; „Mrozoodporne ogrodowe sukulent od A-Z”; „Mrozoodporne kaktusy”; „Mrozoodporne kaktusy od A-Z”. W części końcowej książki omawia się: synonimy, pogłębiającą literaturę, źródła zaopatrzenia w sukulent i kaktusy, źródła fotografii, skorowidz nazw roślin.

W rozdziale „Mrozoodporne sukulent” zajęto się: charakterystyką roślin posiadających cechy sukulentów, skrótami przyjętymi w recenzowanej książce, charakterystyką stanowisk naturalnych, cechami szczególnych sukulentów, problemem wyboru stanowisk, opieką, rozmnażaniem i sąsiedztwem innych roślin, nazwy sukulentów. Uważa się, że prawie 5% wszystkich gatunków roślin jest sukulentami. Przy tym najwięcej sukulentów znajduje się w rodzinach: *Aizoaceae* (2000 gatunków), kaktusów (1900 gatunków), *Crassulaceae* (1400) i *Portulacaceae* (300 gatunków), a także w innych rodzinach. Sukulent są prawdziwymi mistrzami przetrwania i rzeczywiście roślinami pozbawionymi wymagań. Największym wrogiem sukulentów jest stojąca woda, zwłaszcza w zimie. Autorzy wyróżniają cztery typy sukulentów – rośliny przydatne do ogrodów, które nie potrzebują żadnej ochrony przed opadami. Znoszą one temperaturę od -20 do -25°C. Przetrwają one dłuższe okresy mrozów aż do 40 dni. Druga grupa sukulentów wytrzymuje bez ochrony przed opadami temperatury od -15 do -20°C. Wytrzymują one dłuższe okresy mrozów (do 20 dni). Trzecia grupa sukulentów wytrzymuje temperatury od -20 do -25°C, ale tylko w warunkach zabezpieczenia roślin przed opadami. Wytrzymują one wtedy – bez szkód – nawet do 40 dni. Wreszcie ostatnia grupa roślin wytrzymuje temperaturę od -15 do -20°C, ale tylko z odpowiednim zabezpieczeniem przed opadami. Mogą one przetrwać do 20 dni. Sukulent

rozmnaża się przez podział, rozłogi, sadzonki, czy wreszcie nasiona. Rosną one dobrze w ogrodach skalnych. Jako partnerów sukulentów wskazują autorzy książki i trawy, poduszkowe goździki, karłowe rośliny cebulowe, niewielkie rośliny drzewiaste i rośliny jednoroczne.

Następny rozdział „Mrozoodporne sukulent od A-Z” przedstawia się najważniejsze rodzaje sukulentów: aeonium, czyli rojnik kanaryjski (*Aeonium*), agawa (*Agave*), aloes (*Aloe*), kalandrinia (*Calandrinia*), chlastofyl (*Chiastophyllum*), grubosz (*Crassula*), delosperma (*Delosperma*), *Dorotheanthus*, dudleja (*Dudleya*), eszeweria (*Echeveria*), rojniczek (*Jovibarba*), lewizja (*Lewisa*), rojnikowiec (*Orostachys*), portulaka (*Portulaca*), różeniec (*Rhodiola*), rozularia (*Rosularia*), rozchodnik (*Sedum*), rojnik (*Sempervivum*), jukka (*Yucca*). Do najbardziej popularnych sukulentów należą: rozpowszechnione od niedawna delospermy, bardzo piękne, chociaż wrażliwe eszewerie, różnorodne formy rojników rojniczków (choć znane są tylko dwa gatunki (*Jovibarba globifera* i *J. heuffelii*). Szczególnie wiele pięknych form uprawnych posiada rojniczek Heuffela. Do bardzo pięknych sukulentów należą północnoamerykańskie lewizje pochodzące z obszarów Gór Skalistych (USA i Kanady). Do oryginalnych roślin należą niewątpliwie różence (*Rhodolia*), które występują głównie w górach Azji. Największe praktyczne znaczenie w ogrodach europejskich posiadają przede wszystkim rozchodniki i rojniki. Rodzaj „rozchodnik” obejmuje aż 473 gatunki, które są bardzo zróżnicowane i posiadają jeszcze różnorodne formy uprawne. Stosunkowo niewielkie rozmiary posiadają m.in. rozchodnik ostry, rozchodnik biały, rozchodnik naskalny (*Sedum cauticola*), rozchodnik Ewersa, rozchodnik kwiecisty (zwłaszcza odmiana ‘Weihenstephaner Gold’), rozchodnik kameczacki, rozchodnik oregoński, rozchodnik ościsty, rozchodnik kaukaski. Znacznie większe pozostają różne formy ogrodowe rozchodnika okazałego (*Sedum spectabile*). Bogaty w gatunki jest także rodzaj „rojnik”. Zawiera on nie tylko bogate formy naturalne, ale także mnóstwo form uprawnych. Do bardzo oryginalnych roślin o charakterze sukulentów należą także jukki. Charakteryzują się wysokim pędem kwiatowym sięgającym do 2 m. Najbardziej mrozoodporna jest niewątpliwie jukka włóknista (*Yucca filamentosa*).

Następna część książki M. Haberera i H. Grafa poświęcona jest mrozoodpornym kaktusom. Należą one także do sukulentów. Pochodzą one wyłącznie z Nowego Świata i występują na obszarach suchych i ciepłych. Do najważniejszych rodzajów kaktusów, możliwych do uprawy w Europie, należą: *Opuntia*, *Echinocereus* i *Escobaria*. Inne rodzaje kaktusów, występujące także w Europie, są trudne w uprawie. Do uprawy kaktusów konieczne są stanowiska słoneczne i odpowiednie gleby, a także opieka, zwłaszcza w czasie zimy. Chociaż kaktusy w ogrodzie mają charakter „egzotyczny” to jednak są ulubione w ogrodach skalnych lub na tzw. rabacie pustynnej. Jako rośliny towarzyszące mogą służyć różnorodne sukulent, miniaturowe rośliny cebulowe i kłączowe, a także trawy i rośliny jednoroczne.

Do najciekawszych kaktusów należy niewątpliwie rodzaj *Echinocereus* o charakterze walcowatym. Wśród 100

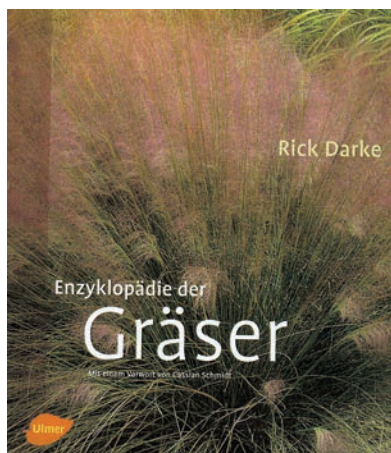
gatunków i odmian prawie dziesięć gatunków jest mrozoodpornych pod warunkiem, że otrzymują ochronę przed deszczami w czasie zimy. Wiele z tych gatunków posiada nie tylko piękne kwiaty, ale także bardzo dekoracyjne jadalne czerwone i fioletowe owoce. Mrozoodporne kaktusy rodzaju *Escobaria* występują w Stanach Zjednoczonych, a także w południowej Kanadzie. Wśród 30 gatunków i podgatunków, 7 gatunków jest mrozoodpornych, gdy otrzymają w zimie niezbędną ochronę przed opadami. Mają one charakter kulisty tworząc określone poduszki tych kaktusów. W całej Ameryce Północnej i Południowej występuje 200 gatunków i podgatunków opuncji (*Opuntia*), z tego 15 gatunków okazało się mrozoodpornymi w Europie Środkowej.

Do popularnych opuncji należą m.in. następujące gatunki: *Opuntia basilaris*, *O. chlorotica* (do 2 m wysokości), *O. engelmannii*, *O. fragilis* (odporny gatunek z licznymi odmianami). Kaktusy stosowane są w ogrodach skalnych, jako solitery, a także dla początkujących hodowców.

Książka M. Haberera i H. Grafa, poświęcona jest 500 sukulentom i kaktusom. Została ona przez nich znakomicie opracowana. Wymienione tutaj rośliny zasługują na szeroką uwagę ich miłośników, także w Polsce. Byłoby na pewno celowe przetłumaczenie tej pięknie ilustrowanej książki także na język polski, jako cennej pomocy dla szerokiego grona miłośników tych roślin.

Eugeniusz Kośmicki (Poznań)

Rick Darke, **Enzyklopädie der Gräser (Encyklopedia traw)**, Text und Fotos von Rick Darke. Aus dem Englischen von Claudia Arlinghaus. Unter fachlicher Mitarbeit von Cassian Schmidt, Stuttgart (Hohenheim) 2010, ss. 477, Eugen Ulmer Verlag, ISBN 978-3-8001-5764-8, cena 99 €.



Trawy i rośliny spokrewnione z trawami kształtują w wielu regionach Ziemi charakter krajobrazu. Przy tym rośliny te spotyka się wszędzie, nawet na najbardziej niegościnnych obszarach. Dotyczy to wysokich gór, torfowisk, pól pustyń, cienistych lasów, a przede wszystkim obszarów stepów i innych suchych obszarów. Już w końcu 50. XX wieku Karl Foerster wprowadzał szeroko trawy do ogrodów bylinowych. Trawy posiadają charakterystyczne ulistnienie, a struktura ich łodyg i kwiatów różni się wyraźnie od pozostałych bylin. W latach 80. XX wieku znany hodowca bylin Ernst Pagels ze Wschodniej Fryzji zwrócił ponownie uwagę na ozdobne znaczenie traw. W Stanach Zjednoczonych Rick Darke jest znanym fotografem i czołowym ekspertem w zakresie traw i ich zastosowania w ogrodach. Znane jest jego biuro planistyczne, które włącza artystyczne, ekologiczne i kulturogeograficzne aspekty. Omawiana tutaj książka Ricka Darke'a „Encyklopedia traw” stanowi wszechstronną encyklopedię wiedzy o trawach; zawiera 1040 znakomitych barwnych fotografii; po raz pierwszy zawarto w niej kompletne niemieckie nazwy; przedstawiono ponad 700 gatunków i odmian.

Książka ta powstała przy współpracy niemieckiego eksperta traw Cassiana Schmidta. Od 1998 r. C. Schmidt

kieruje Ogrodem Pokazowym Hermannshof w Weinheim. Prowadzi on wykłady na Wyższej Szkole Zawodowej Wiesbaden w Geisenheim w zakresie „Zastosowania roślin”. C. Schmidt jest autorem „Przedmowy” w książce „Encyklopedia traw”. W jej ramach można wyróżnić następujące części: „Trawy a globalny ogród”; „Rodziny traw”; „Trawy – piękne rośliny przyrody”; „Kształtowanie przy pomocy roślin”; „Uprawa i opieka”; „Nazwy i nomenklatura traw”; „Encyklopedia traw, turzyc, sitów, roślin Restio i pałkowatych”. Część końcowa obejmuje: słownik, bibliografię, źródła zaopatrzenia w rośliny i nasiona, skorowidz nazw roślin, strefy mrozoodporności Ameryki Północnej i mrozoodporności Europy. Autor książki R. Darke wskazuje na znaczenie traw w globalnym ogrodzie. Rośliny preriowe znajdują coraz większe zastosowanie w ogrodach miejskich (preria miejska). Idee ogrodu preriowego ma coraz bardziej charakter kosmopolityczny. Ogrody z trawami znajdują się w wielu miejscach świata.

Współcześnie stosuje się wiele traw i roślin spokrewnionych z trawami w ogrodach, chociaż stanowią one nadal tylko ułamek możliwych do zastosowania roślin. Do rodziny traw zaliczamy: prawdziwe trawy (*Poaceae*), turzycy (*Cyperaceae*), sitowate (*Juncaceae*), rodzinę *Restio* (*Restionaceae*) i rośliny pałkowate (*Typhaceae*). Trawy obejmują zboża, a także służą do wytwarzania różnorodnych produktów. Prawdziwe trawy i turzycy oraz sity występują na całym świecie. Natomiast rodzina *Restionaceae* występuje na półkuli południowej. Niestety gatunki z tej rodziny nie są mrozoodporne w klimacie umiarkowanym. Pałkowate obejmują maksymalnie piętnaście gatunków (rośliny wodne i nadbrzeżne). Następny rozdział poświęcony jest „Trawom – pięknym roślinom przyrody”. Jest on bogato ilustrowany, gdyż przedstawiono charakterystyczne sylwetki różnorodnych traw i roślin z nimi spokrewnionych (różni się one konturami, formatem, różnorodnością barw liści, łodyg i kwiatów). Gatunki trawiaste znajdują wszechstronne zastosowanie na obszarach przejściowych w ogrodach, jako rośliny pokrywowe, trawy hodowane w pojemnikach, trawy w przestrzeni publicznej. Wiele traw, a zwłaszcza turzyc, można stosować jako rośliny rosnące nawet w głębokim cieniu. Trawy i inne rośliny trawiaste nie są trudne w uprawie, nie wymagają wiele opieki. Rozmnażanie traw dokonuje się przez podział albo przez wysiew nasion. Często pojawia się także samosiew roślin.

Najważniejsze znaczenie w książce posiada część: „Encyklopedia traw, turzyc, sitów, roślin *Restio* i pałkowatych”. Na terenie Europy Środkowej występuje wiele ciekawych traw mających zastosowanie w ogrodach trawiastych: trzcinnik (*Calamagrostis*), wyczyniec (*Alopecurus*), arundo (*Arundo*), drżączka (*Briza*), turzyce (*Carex*), cibora (*Cyperus*), kupkówka (*Dactylis*), śmiełek (*Deschampsia*), wydmuchrzyca (*Elymus*), perz (*Elytrigia*), welnianka (*Eriophorum*), kostrzewa (*Festuca*), manna (*Glyceria*), kłosówka (*Holcus*), sit (*Juncus*), strzęplica (*Koeleria*), kosmatka (*Luzula*), perlówka (*Melica*), prosownica (*Milium*), trzęślica (*Molinia*), wiechlina (*Poa*), sesleria (*Sesleria*), włosnica, proso włoskie (*Setaria*), ostnica (*Stipa*).

Do ogrodów preriowych stosuje się wiele roślin, które pochodzą z prerii północnoamerykańskiej. Należą tutaj m.in. takie gatunki jak: palczatka Gerarda (*Andropogon scoparium*), miłka okazała (*Eragrostis spectabile*), nasella drobnolistna (*Nasella tenuissima*), proso różgowate (*Panicum virgatum*), mała trawa preriowa schizachyrium miotłaste (*Schizachyrium scoparium*), czy jeszcze mało znane trawy: *Sorghastrum nutans*, *Sporobolus heterolepis*.

Do bardzo oryginalnych roślin trawiastych należą: *Aristida*, turzyca japońska z ciekawymi odmianami (*Carex morrowii*), turzyca rzędowa (*Carex siderosticta*), bardzo ważne znaczenie posiada trawa pampasowa (*Cortaderia*) z wieloma odmianami, trawa cytrynowa (*Cymbopogon*), proso bambusowe (*Dichanthelium clandestinum*); wiele ciekawych gatunków i odmian posiada miłka (*Eragrostis*), hakonechloa smukła (*Hakonechloa macra*), czy miskant (*Miscanthus*), gatunki *Muhlenbergii*, rozplenica (*Pennisetum*) z wieloma pięknymi odmianami, trawa indiańska

(*Sorghastrum*), pochodzący z północnych obszarów spodiopogon syberyjski (*Spodiopogon sibericus*). Bardzo oryginalne rośliny to: pałki (*Typha*), posiadająca barwne liście uncinia (*Uncinia*), a także dziki ryż (*Zizania*). Do oryginalnych roślin należą także trawy i rośliny o charakterze trawiastym jak: chionochloa (*Chionochloa*) charakterystyczne dla Nowej Zelandii, *Chondropetalum* (należące do rodziny *restio*), które znane są w południowej Afryce. Mało znane są także rośliny należące do rodziny *Restio*, a rodzaj *Elegia* występuje także w Kraju Przylądkowym. Mają one charakterystyczną postać, często zbliżoną do skrzypów, do charakterystycznych roślin trawiastych należy rodzaj *Gahnia*, do mało znanych traw należy rodzaj *Jarava* (Południowa Ameryka), głównie z Afryki pochodzą rodzaje *Melinis* i *Merxmüllera*. Podobne pochodzenie posiadają rodokomy (*Rhodocoma*), które mogą być stosowane jako rośliny pojemnikowe. W Europie Środkowej nie można uprawiać trzciny cukrowej (*Saccharum*), chociaż raweńska trzcina cukrowa (*Saccharum ravennae*), która sięga nawet 4 m, rośnie także na obszarach śródziemnomorskich. Do dużych traw należy trawa tygrysia (*Thysanolaena*).

Książka R. Darke’a należy do najlepszych prac poświęconych trawom. Jej tytuł „Encyklopedia traw” zasługuje w pełni na tą nazwę. Jest ona bogato ilustrowana. Pokazuje piękno i możliwości zastosowania traw jako roślin ozdobnych, zwłaszcza w ogrodach preriowych. Książka ta jest bardzo użyteczna zarówno dla specjalistów, a także szerokiego grona miłośników roślin. Byłoby na pewno użyteczne przetłumaczenie tej pięknie i bogato ilustrowanej książki na język polski.

Eugeniusz Kośmicki (Poznań)

JAK MYŚLĄ DŹDŻOWNICE

Agnieszka Jasińska (Warszawa)

Streszczenie

Badania prowadzono od sierpnia do września 2008 na dżdżownicach kalifornijskich pochodzących z własnej hodowli. Przeprowadzono dwa doświadczenia, w trakcie których dżdżownice musiały rozwiązać prosty problem polegający na opuszczeniu platformy przez ogrodzenie o wysokości 1,0 cm (doświadczenie 1) bądź przez przerwę w ogrodzeniu o wysokości 2,0 cm znajdującą się po lewej stronie platformy. Grupy badawcze zostały wcześniej poddane treningowi (do doświadczenia 1) na platformie z niskim ogrodzeniem lub zostały uwarunkowane na wybieranie lewej strony w labiryncie typu T (doświadczenie 2).

Wśród badanych dżdżownic zaobserwowano zmienność osobniczą pod względem czasu rozwiązywania poszczególnych problemów. W doświadczeniu 1 osobniki, które wcześniej rozwiązały podobny problem poradziły sobie ponad dwa razy szybciej, co świadczy o tym, że dżdżownice wykorzystują zdobyte doświadczenia w oparciu o najprostszą formę myślenia sensoryczno-motorycznego, czyli metodę prób i błędów.

W doświadczeniu 2 różnice pomiędzy wynikami grup doświadczalnej i kontrolnej były nieznaczne. Wskazuje to na nieumiejętność reorganizacji nabytego wcześniej doświadczenia i przeniesienia go na nową sytuację.

Wstęp

Przedstawienie funkcjonowania organizmów żywych ogranicza się zazwyczaj do opisu podstawowych procesów życiowych i zachowań koniecznych do przetrwania.

Jednak przeprowadzane doświadczenia i obserwacje pokazują, że zwierzęta znajdujące się w nietypowych sytuacjach radzą sobie z problemami, a także uczą się rozwiązywania ich wykorzystując zdobyte wcześniej doświadczenia.

Wyróżnia się dwa podstawowe rodzaje myślenia. Pierwszy z nich, myślenie sensoryczno-motoryczne, dokonuje się w bezpośrednim działaniu na podstawie spostrzeżeń lub przypomnień i operacji ruchowych w konkretnych sytuacjach lub na konkretnych przedmiotach. Drugi rodzaj myślenia to myślenie abstrakcyjne, które wiąże się z umiejętnością tworzenia wyobrażeń i pojęć.

Celem badań było poznanie metod i procesów, w oparciu o które dżdżownice zdobywają doświadczenie i wykorzystują je w rozwiązywaniu problemów.

Material i metody

Obiektem doświadczeń były dżdżownice kalifornijskie – pierścienice z gromady skąposzczetów. Badane osobniki pochodziły z prywatnej hodowli.

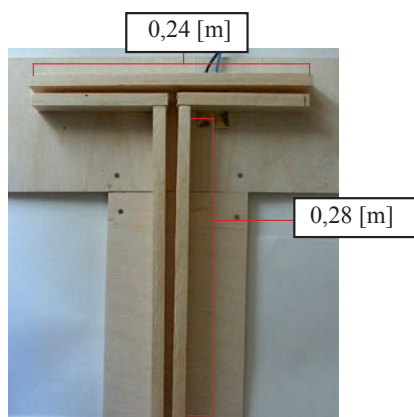
Badania były wykonywane w dniach 1.08 – 4.09.2008 r. W celu zminimalizowania wpływu warunków fizycznych na wyniki doświadczeń były one przeprowadzone w podobnej temperaturze (18–22 °C) oraz wilgotności (45–60% wilgotności względnej). W przypadku obydwu doświadczeń grupy doświadczalna i kontrolna liczyły po 10 osobników.

Doświadczenie 1

Dżdżownice kolejno umieszczano na platformie o wymiarach 25 x 25 cm oraz ogrodzeniu i wysokości 1,0 cm znajdującej się 10 cm nad podłożem z wilgotnej ziemi. Mierzony był czas, po którym osobnik pokonał ogrodzenie i wydostał się na zewnątrz platformy. Osobniki grupy doświadczalnej miały wcześniej możliwość rozwiązania podobnego problemu z użyciem platformy z ogrodzeniem o wysokości 0,5 cm. Po 30 dniach doświadczenie powtórzono (z użyciem platformy z ogrodzeniem o wysokości 1,0 cm) w odniesieniu do obu grup, jednak z pominięciem fazy treningowej.

Doświadczenie 2

Dżdżownice z grupy doświadczalnej były warunkowane na wybieranie lewej strony w labiryncie typu T (ryc. 1), gdzie wybór lewego ramienia był wzmacniany pozytywnie poprzez możliwość wejścia do wilgotnej ziemi, a prawego negatywnie poprzez szok elektryczny wywołany prądem stałym o napięciu 4,5 V.



Ryc. 1. Labirynt T ze wzmocnieniem negatywnym w postaci szoku elektrycznego w jednym z ramion. Fot. A. Jasińska.

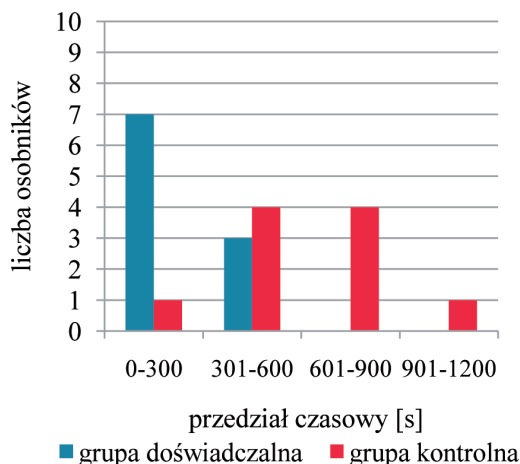
Po wykonaniu 30 prób 8/10 dżdżownic uzyskało kryterium wyuczenia wyboru właściwego ramienia, polegające na wyborze właściwego ramienia w ponad 50% przypadków. Osobniki uwarunkowane oraz osobniki grupy kontrolnej były pojedynczo umieszczone na platformie o wymiarach 25 x 25 cm i ogrodzeniu o wysokości 2,0 cm z otworem o szerokości 5 cm w lewej części w odległości 17 cm od jednego z rogów platformy. Mierzony był czas zejścia z platformy przez otwór w ogrodzeniu.

Wyniki

Doświadczenie 1

Rozpiętość wyników (czasów zejścia z platformy) grupy kontrolnej jest duża i zawiera się w przedziale od 280 do 1060 s. Rozpiętość wyników grupy doświadczalnej jest mniejsza (przedział od 70 do 540 s).

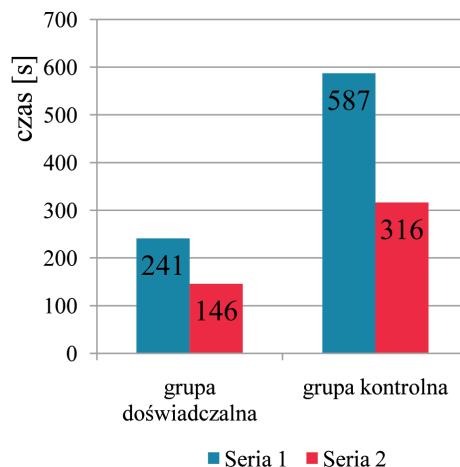
W stosunku do rozkładu wyników grupy kontrolnej, wyniki grupy doświadczalnej są przesunięte w kierunku niższych wartości – niższe czasy zejścia z platformy (ryc. 2).



Ryc. 2. Rozkład czasów zejścia z platformy przez dżdżownice.

Grupa kontrolna zachowywała się podobnie do grupy doświadczalnej w trakcie treningu – osobniki wielokrotnie krążyły wzdłuż ogrodzenia, dopiero później podejmując próby jego przekroczenia.

W pierwszej serii badań średni czas rozwiązania problemu (zejście z platformy) przez osobniki z grupy doświadczalnej był ponad dwa razy mniejszy od średniego czasu osobników z grupy kontrolnej. W drugiej serii badań, wykonanej po 30 dniach, średni czas rozwiązania problemu okazał się niższy dla obu grup (ryc. 3).

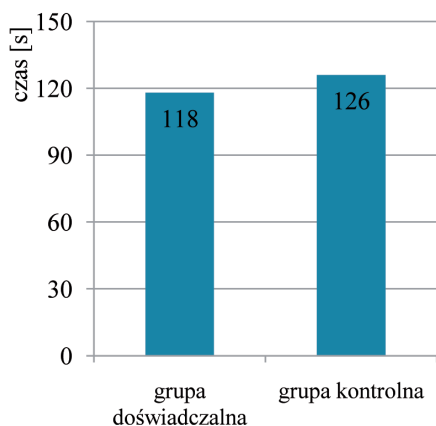


Ryc. 3. Średni czas zejścia z platformy przez dżdżownice (w serii pierwszej oraz w serii drugiej wykonanej po miesiącu).

Doświadczenie 2

Średni czas zejścia z platformy (przez otwór w ogrodzeniu) przez osobniki z grupy doświadczalnej był nieznacznie

niższy w stosunku do grupy kontrolnej (ryc. 4). Po umieszczeniu na platformie prawie wszystkie osobniki grupy doświadczalnej (8/10) kierowały się w lewą stronę, nie zawsze jednak trafiając na wyjście z platformy, co skutkowało krążeniem wzdłuż ogrodzenia. Osobniki grupy kontrolnej natomiast kierowały się w przypadkowym kierunku, szukając wyjścia z platformy.



Ryc. 4. Średnie czasy znalezienia wyjścia z platformy przez dżdżownice.

Dyskusja

Jak większość organizmów żywych badane dżdżownice cechowała zmienność osobnicza, która w przeprowadzonych doświadczeniach dotyczyła czasu rozwiązania problemów.

Szybsze schodzenie z platformy przez osobniki poddane wcześniejszemu treningowi wskazuje na umiejętność wykorzystania zdobytych doświadczeń.

W trakcie treningu rozwiązanie problemu odbywało się w oparciu o *metodę prób i błędów*. Metoda ta polega na wykonywaniu różnych zwykle przypadkowych działań – w tym wypadku wielokrotne krążenie wzdłuż ogrodzenia, wdrapywanie się na nie (ryc. 5) – do chwili aż jedno z nich doprowadza do rozwiązania problemu. Uczenie się tą metodą skutkuje wykonaniem właściwej czynności przy jednoczesnej eliminacji działań uprzednio błędnych w przypadku znalezienia się ponownie w tej samej sytuacji (Sadowski i Chmurzyński 1989).

Niższe wartości czasów badań wykonanych po miesiącu w odniesieniu zarówno do grupy doświadczalnej jak i kontrolnej świadczą o tym, że dżdżownice nauczyły się radzić sobie z problemem z doświadczenia 1 właśnie w oparciu o *metodę prób i błędów*.

Poprzez trening w labiryncie T grupa doświadczalna została uwarunkowana na skręcanie w lewą stronę. Brak znaczących różnic pomiędzy wynikami grupy kontrolnej i doświadczalnej wskazuje na nieumiejętność przereorganizowania uprzedniego doświadczenia i przeniesienia go na aktualną sytuację (dżdżownice, które po skręcie w lewo nie trafiły bezpośrednio na wyjście nie szukały go w lewej części platformy). Świadczy to o braku *myślenia przez wgląd*.

Wiadomo, że dżdżownice wykazują orientację względem bodźców o różnym natężeniu. Zwierzęta potrafią rozróżniać poziomy wilgotności i unikać środowiska przesuszonego lub zbyt nawodnionego. Ponadto zaobserwowano u nich zjawisko tzw. *spontanicznej alternacji* opisujące naprzemienne wybieranie ramienia prawego lub lewego w labiryncie typu T, w którym nie zastosowano żadnego wzmocnienia (Pisula 2003). Wraz z uzyskanymi wynikami świadczy to



Ryc. 5. Dżdżownica wdrapująca się na ogrodzenie o wysokości 1,0 cm. Fot. A. Jasińska.



Ryc. 6. Dżdżownica na platformie z ogrodzeniem o wysokości 1,0 cm. Fot. A. Jasińska.

o tym, że dżdżownice cechuje inteligentne zachowanie oparte o myślenie sensoryczno-motoryczne. Jednak jest to tylko jego najprostsza forma – *metoda prób i błędów*.

Decyzję o spróbowaniu swoich sił na Olimpiadzie Biologicznej podjęłam będąc w trzeciej klasie gimnazjum, kilka miesięcy po tym jak zostałam laureatką Kuratorskiego Konkursu Gimnazjalnego. Opiekunem mojej pracy badawczej był Pan mgr Korneliusz Kurek, który będąc moim nauczycielem w gimnazjum zainteresował mnie biologią. Po ukończeniu badań nad dżdżownicami, które prowadziłam w wakacje, kontynuowałam naukę w Zespole Szkół nr 66 im. Stefana Batorego w Warszawie. Tam w klasie biologiczno-chemicznej rozszerzałam swoją wiedzę biologiczną pod okiem Pani mgr Nelli Lenart. Jednocześnie uczęszczałam na zajęcia pozalekcyjne koła biologicznego, które prowadził Pan dr Wawrzyniec Kofta w Liceum im. Władysława IV. W drugiej klasie liceum zostałam laureatką XXXIX Olimpiady Biologicznej, a moja praca badawcza otrzymała wyróżnienie, i wraz z pozostałymi wyróżnionymi na etapie centralnym, została zgłoszona do Polskich Eliminacji Konkursu Młodych Naukowców Unii Europejskiej, których wyniki będą ogłoszone w styczniu 2011 r.

Obecnie jestem w klasie maturalnej i startuję w zawodach OB już trzeci raz. Oprócz biologii moją pasją jest gra na fortepianie. E-mail: aguciek@o2.pl

Bibliografia

1. Pisula W. (2003) Psychologia zachowań eksploracyjnych zwierząt. GWP, Gdańsk.
2. Sadowski B., Chmurzyński J.A. (1989) Biologiczne mechanizmy zachowania. PWN, Warszawa.

W PŁYW TEMPERATURY NA SZYBKOŚĆ, DŁUGOŚĆ I GŁOŚNOŚĆ ŚPIEWU MIECZNIKA *CONOCEPHALUS FUSCUS*

Norbert Wąsik (Zielona Góra)

Streszczenie

Tematem mojej pracy jest wpływ temperatury na wybrane parametry dźwięków wydawanych przez miecznika *Conocephalus fuscus*. Zbadałem trzy z nich: szybkość, długość i głośność śpiewu. Mieczniki są organizmami zmiennocieplnymi, więc logika nakazuje sądzić, że wzrost temperatury dodatnio wpłynie na wszystkie parametry wydawanych dźwięków. Po przeprowadzeniu badań i analizie wyników powyższe założenie okazało się prawdziwe tylko w dwóch na trzy parametry. Otóż temperatura ma znaczący wpływ na szybkość i długość śpiewu, natomiast nie ma wpływu na jego głośność.



Ryc. 1. Miecznik podczas posiłku. Fot. N. Wąsik

Wstęp

Są romantycznymi muzykami dla zakochanych par albo sympatycznymi bohaterami kreskówek ze skrzypkami w rękach. Większość z nas słysząc wieczorne cykanie przypisuje je pasikonikom, konikom polnym, świerszczom lub cykadom, wrzucając tak odmienne owady do jednego worka. Tymczasem te koncerty zależą od gatunku muzyka, jego instrumentu, płci, miesiąca, pory dnia, a nawet temperatury powietrza. To właśnie wpływ tego ostatniego parametru na śpiew jednego z pasikoników jest tematem mojej pracy. Owady nie mają stałej temperatury ciała, jaką odznaczają się wyższe kręgowce i człowiek, bardzo utrudnia to ich seksualną sygnalizację. Ruchy skrzydeł, wytwarzające dźwięki, są powodowane przez mięśnie, które pracują znacznie sprawniej w wyższej temperaturze, a więc i samce śpiewają szybciej w wyższej temperaturze [1]. Wszystkie dostępne opracowania obcojęzyczne dotyczą

gatunków, które nie występują na terenie Polski, dlatego za obiekt obserwacyjny wybrałem gatunek miecznika *Conocephalus fuscus*, szeroko występującego w całej Polsce, szczególnie na zachodzie kraju.

Materiały

Za obiekt obserwacji w mojej pracy wybrałem samce gatunku *Conocephalus fuscus* (ryc. 1). Są one przedstawicielami prostoskrzydłych, powszechnie występującymi na obszarach łąkowych o niezbyt gęstej roślinności. Długość ciała wynosi około 1,5 cm. Dźwięki wydają dzięki aparatowi strydulacyjnemu, w skład którego wchodzi para skrzydeł pokrywowych ze stwardniałymi żyłkami. „Smyczek” lewego skrzydła pociera o „strunę” prawego skrzydła, a dźwięk wzmacniany jest przez membranę [4]. Pomiary terenowe wykonywałem systematycznie co 2 dni, w okresie od 1 sierpnia do 30 września na terenie suchych łąk o niskiej roślinności w okolicach Żar (ryc. 2). Pomiary szybkości i długości śpiewu dokonywałem za pomocą mikrofonu i laptopa z odpowiednim oprogramowaniem do obróbki dźwięku. Głośność dźwięku i temperaturę powietrza mierzyłem za pomocą przyrządu wielofunkcyjnego PeakTech 5035. W dalszym toku pracy wykorzystałem także mikroskop oraz binokular.

Metody

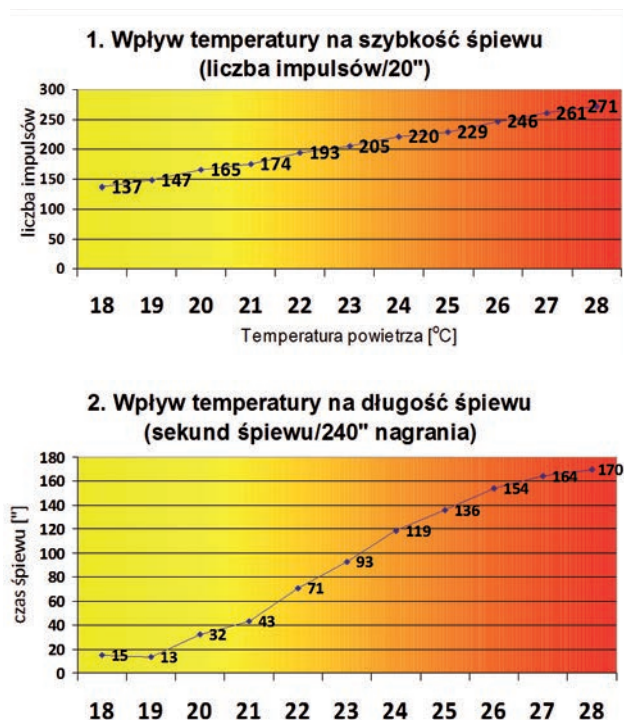
Pomiary dotyczące parametrów dźwięku dokonywałem kierując mikrofon pod kątem prostym na aparat strydulacyjny z odległości około 5 cm. Starałem się dokonywać nagrań przy bezwietrznej i suchej pogodzie, aby uniknąć wszelkich szmerów i zakłóceń. Częstotliwość wydawania dźwięku przez *Conocephalus fuscus* określałem nagrywając jak najdłuższe, nieprzerwane strofy śpiewu. Następnie nagrany materiał odtwarzałem w zwolnionym tempie (najczęściej 0,05 szybkości oryginalnego nagrania) przy pomocy specjalnego oprogramowania. Ostatnim krokiem było liczenie poszczególnych impulsów, które owad wydawał w czasie 20” oryginalnego nagrania. Pomiar długości śpiewu *Conocephalus fuscus* to nic innego, jak 4’ ciągłego nagrywania, z którego tylko część stanowił śpiew owada. Najprostszym pomiarem był pomiar głośności śpiewu. Dokonywałem go urządzeniem wielofunkcyjnym, a pod uwagę brałem najwyższy z osiągniętych wyników. Pomiaru temperatury dokonywałem tym samym urządzeniem, w zacienionym miejscu. Pisząc pracę stanąłem przed problemem, który wymagał ode mnie sporządzenia preparatu i poznania dokładnej budowy aparatu strydulacyjnego miecznika. Preparat wykonałem ze znalezionych martwych osobników.



Ryc. 2. Położenie terenów badawczych.

Wyniki

Przedstawione poniżej wyniki zostały uśrednione, a anomalie pominięte.



W obu tabelach można zaobserwować wyraźny wpływ, jaki ma temperatura powietrza na szybkość i długość śpiewu miecznika.

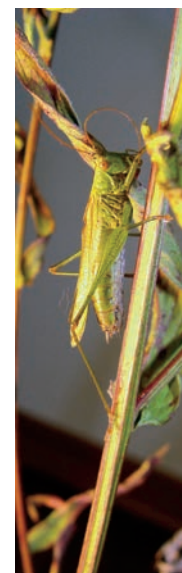
Ostatni z mierzonych parametrów to głośność. Pomimo zmian temperatury wynik oscylował wokół wartości 60 dB ($\pm 1,5$ dB).

Dyskusja

Pasikonikowate są niewątpliwie bardzo ciekawymi owadami. Posiadają dwie bardzo charakterystyczne cechy, które jest w stanie wymienić nawet laik. Są to: przemieszczanie się za pomocą skoków oraz właśnie śpiew – „cykanie”. Jak wiemy, owady są organizmami zmiennocieplnymi i uznaje się, że im wyższa temperatura otoczenia, tym są one aktywniejsze. Ma to między innymi wpływ na wydajność pracy mięśni poprzecznie prążkowanych poruszających skrzydłami pokrywowymi. Pocieranie o siebie skrzydeł pokrywowych pasikoników można etologicznie wyprowadzić od poruszania nimi z zamiarem lotu. Chodzi tu zatem o zamierzone, ale nie zrealizowane ruchy latania; nie zrealizowane, gdyż w rezultacie powstających dźwięków pocierania (a więc strydulacji) uzyskały jakąś funkcję biologiczną [2]. Czynność ta ma ogromne znaczenie dla tych owadów. To właśnie dzięki wydawanym dźwiękom samce pasikoników przywabiają samice. Jest to możliwe dzięki aparatom słuchowym (tympanalnym), które znajdują się na przedniej parze goleni. Te ostatnie pełnią dwojaką funkcję. Po pierwsze – jest to zdolność do określania źródła dźwięku. Po drugie – narządy słuchu mają wybitną

zdolność do wyławiania charakterystycznych dla pieśni gatunku rytmicznego rozkładu w czasie [3]. Słyszenie przez *Conocophalus fuscus* tylko dźwięków dochodzących „z boku” ma swoje logiczne uzasadnienie. Podczas badań zaobserwowałem, że osobniki obu płci najczęściej można spotkać na wysokiej roślinności (ryc. 3), uczone lodygi po stronie zacienionej (przez co są mniej widoczne niż na stronie nasłonecznionej). Odbierając dźwięki dochodzące z boku są w stanie usłyszeć śpiew samca swojego gatunku, dźwięki dochodzące z dołu lub góry nie są dla nich istotne.

Temperatura ma bezpośredni wpływ na dwa z trzech parametrów śpiewu *Conocophalus fuscus*. W tym fragmencie zajmę się analizą wpływu temperatury na szybkość śpiewu. Najlepiej jest to widoczne na przykładzie dwóch skrajnych odczytów. W najniższej temperaturze, jaką udało mi się zanotować, czyli 18°C, w 20" nieprzerwanego śpiewu składało się z 137 impulsów (około 0,127" każdy). Dla porównania w najwyższej temperaturze 28°C śpiew zawierał 271 impulsów (około 0,064" każdy). Jak widać 10°C różnicy dało wzrost równy około 100%, co więcej otrzymane wyniki potwierdzają się z wynikami jakie uzyskał pasikonik amerykański *Neoconocophalus ensiger*, który, jak sama nazwa wskazuje,



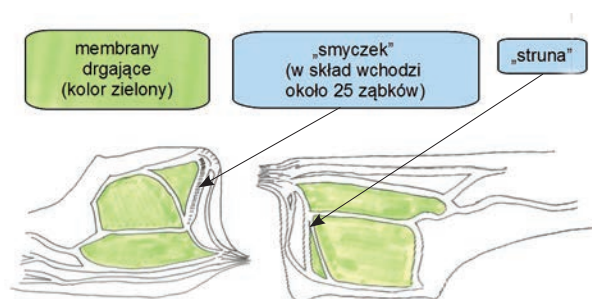
Ryc. 3. Typowa dla miecznika pozycja na lodydze. Fot. N. Wąsik

jest spokrewniony z omawianym pasikonikiem [1]. Wzrost liczby impulsów jest jednostajny i równomierny. Na podstawie wyników, które otrzymałem postanowiłem wyprowadzić wzór na wysokość temperatury. Wykorzystując regularność wyników potraktowałem prostą wyników jak funkcję kwadratową. Otrzymany wzór to:

$$T = 74 \cdot 10^{-3} \cdot N + 7,78$$

T – temperatura powietrza [°C], N – liczba impulsów w czasie 20"

Analizując wpływ temperatury na długość trwania wydawanych dźwięków, łatwo zauważyć, że im jest ona wyższa tym częściej miecznik śpiewa. Wzrostowi temperatury towarzyszy zwiększenie wydajności pracy mięśni szkieletowych oraz przyspieszenie tempa metabolizmu. Wzrost aktywności objawia się częstszym śpiewem oraz częstszym przemieszczaniem się w poszukiwaniu pokarmu (głównie roślinnego). Samce *Conocophalus fuscus* śpiewają przez cały dzień, jednak najłatwiej usłyszeć je w godzinach od 15.00 do 18.00, kiedy ich śpiew nie jest zagłuszany przez inne gatunki. Jak widać, początkowo wzrostowi temperatury nie towarzyszy wzrost długości śpiewu, lecz przy wyższych temperaturach (>21°C) jest widoczna regularność w uzyskiwanych wynikach. W miarę wzrostu temperatury, wzrost długości śpiewu jest coraz łagodniejszy. Dostępna mi literatura pomija ten problem, więc nie jest możliwe porównanie uzyskanych wyników.



Ryc. 4. Skrzydło prawe (po lewej), widok od spodu i skrzydło lewe, widok z góry (po prawej). Autor: N. Wąsik

W ostatnim fragmencie chciałem omówić wyniki wpływu temperatury na trzeci z parametrów, czyli głośność śpiewu. Tym razem zasady logiki zawiodły. Na podstawie wyników stwierdzam, że temperatura nie ma wpływu na głośność dźwięków emitowanych przez miecznika. Dokonywałem pomiarów w skrajnych temperaturach, lecz za każdym razem oscylował wokół 60 dB przy 5 cm odległości mikrofonu od aparatu strydulacyjnego. Postanowiłem wyjaśnić przyczynę takich wyników. Odnalazłem interesującą mnie literaturę oraz sporządziłem preparat z aparatów strydulacyjnych martwych osobników miecznika. Chityna jest tak odpornym materiałem, że nie wykazuje żadnych zmian w barwie czy głośności nawet u starych osobników [5]. Przyczyn należy raczej poszukiwać w anatomii aparatu strydulacyjnego, zbudowanego z dwóch stwardniałych żyłek: „smyczka” i „struna” oraz membran, czyli cienkich

blonek. Wraz ze wzrostem temperatury owad porusza szybciej pokrywami skrzydłowymi, szybciej pocierając ząbkami „smyczka” o „strunę”. Doprowadza to do wzrostu szybkości śpiewu, lecz to membrana decyduje o głośności wydawanych dźwięków. To właśnie na nią są przekazywane drgania wytworzone przez pocieranie o siebie żyłek. Jedynym sposobem na wzrost głośności byłoby powiększenie membran, lecz tego owad nie potrafi.

Jako autor powyższej pracy chciałbym szczerze powiedzieć, że gdyby nie Olimpiada Biologiczna, nigdy by ona nie powstała. Nigdy też nie określiłbym siebie jako „miłośnika prostoskrzydłych” a półki w moim pokoju nie uginęłyby się od literatury związanej z tematem tej pracy. Pisanie jej rozpocząłem bez przekonania, ale z czasem zaangażowałem się na tyle, że praca rosła sama od zagadnień, które mnie wciągnęły. Tym bardziej cieszę się, że moja osobista satysfakcja spotkała się z przychylnością odbiorców. Nauczyłem się zwracać uwagę na subtelny, niewidzialny sieć zależności, która łączy pojedyncze ogniwa otaczającego nas świata, a której na co dzień nie sposób dostrzec. Zainteresowanych próbką tej złożoności odsyłam do pracy. Jej opiekunką była Pani mgr Barbara Mroczek, której składam serdeczne podziękowania za poświęcony czas i serce dla ucznia. Aktualnie przełożyłem moją karierę gwiazdy rocka na rzecz studiów medycznych w Poznaniu. Mam nadzieję, że Wasze własne prace dadzą Wam tyle frajdy, co mnie „Wpływ temperatury na...”, czego Wam życzę. E-mail: dafnerek@interia.pl

Bibliografia

1. Frings H. & M. (1968) Mowa zwierząt. PWN, Warszawa.
2. Tembrock G. (1971) Głosy zwierząt. PWN, Warszawa.
3. Burkhardt D., Schleidt W. & Altner H. (1979) Sygnały w świecie zwierząt. PWN, Warszawa.
4. Bazyłuk W. (1956) Klucze do oznaczania owadów Polski. Część XI. Prostoskrzydłe. PWN, Warszawa.
5. Kozłowski M. (2008) Owady Polski. Multico, Warszawa.

O CENA STOPNIA ZANIECZYSZCZENIA ZBIORNIKA ZAPOROWEGO ELEKTROWNI „RYBNIK” NA PODSTAWIE ANALIZY ORGANIZMÓW ZESPOŁU POROŚLOWEGO

Alina Motowidło (Rybnik)

Zbiornik Elektrowni „Rybnik” (ryc. 1), z zaporą typu ziemnego, znajduje się na pograniczu Pogórza Rybnickiego i Kotliny Raciborskiej w dolinie rzeki Rudy. Do eksploatacji zbiornik został oddany w 1971 roku. Zasadnicza funkcja akwenu polega na dostarczaniu i schładzaniu wody obiegu chłodniczego. Powoduje to, że temperatura w Zbiorniku Rybnickim jest stale wyższa od temperatury wód zbiorników naturalnych, a okres wegetacyjny trwa przez cały rok. Powierzchnia zbiornika kształtuje się w zakresie od 459 ha do 555 ha (maksymalny stan powodziowy). Wody wpływające do zbiornika to przede wszystkim rzeka Ruda z dopływami.

W celu oceny stopnia zanieczyszczenia wody w zbiorniku „Rybnik” wybrano zespół peryfitonowy ze względu na



Ryc. 1. Zbiornik „Rybnik”. Fot. Alina Motowidło.

jego specyfikę, tzn. zasiedlanie zanurzonych powierzchni żywych i martwych oraz niezmiennosc położenia [7, 15, 27]. Badania prowadzono od początku kwietnia do końca lipca 2008 roku na stanowisku w niewielkiej odległości



Ryc. 2. Podłoże sztuczne. Fot. Alina Motowidło.

od wlotu rzeki Rudy. Peryfiton analizowano w naturalnym układzie na zanurzonych powierzchniach szklanych (ryc. 2) oraz zdejmując z łatwo dostępnych zanurzonych powierzchni obwałowań zbiornika (ryc. 3), które przez cały



Ryc. 3. Miejsce poboru prób. Fot. Alina Motowidło.

okres prowadzenia badań pokrywał zwarty nalot bujnie rozwijającej się zielenicy *Cladophora glomerata* (ryc. 4, 5). Plechy tego glonu stanowiły naturalne podłoże rozwoju innych gatunków peryfitonowych oraz organizmów planktonowych i bentosowych będących przybyszowymi wśród plech *Cladophora glomerata*.

Próby pobierano zgodnie z przyjętymi zasadami dotyczącymi badań peryfitonu [4]. Uwzględniono wszystkie napotkane organizmy, także te należące do planktonu i bentosu, a egzystujące w „siatce” utworzonej z plech organizmów poroślowych lub pobrane wraz z próbą peryfitonu z jego otoczenia. Oznaczono 94 taksony, w tym dwie formy bakterii, 40 organizmów roślinnych i 54 zwierzęcych.

Do organizmów decydujących przy klasyfikacji jakości środowiska wodnego, ze względu na występowanie w dużych ilościach osobniczych, należały:

Organizmy peryfitonowe:

- Bacteriophyta (bakterie)

Od czerwca do lipca rozwijały się licznie formy nitkowate

charakterystyczne dla wód zanieczyszczonych organicznie. Bakterie te, występujące także przy oczyszczaniu ścieków metodą złóż biologicznych i osadu czynnego, są wskaźnikami polisaprobii [6, 8, 15]. Obok bakterii nitkowatych występowały także formy zooglealne wskazujące na silne zanieczyszczenie ściekami bytowo-gospodarczymi [18].



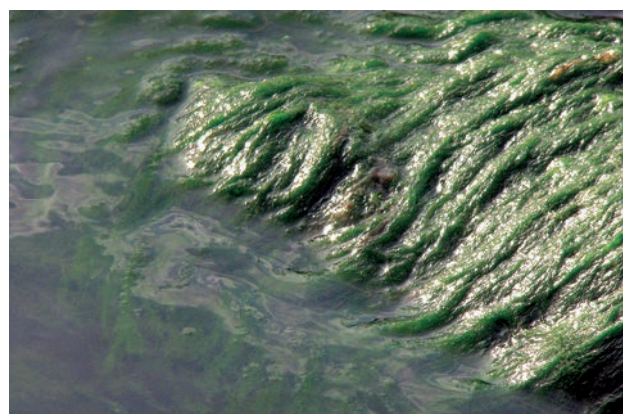
Ryc. 4. Plechy glonu *Cladophora glomerata* (04.04.2008). Fot. Alina Motowidło.

- Cyanophyta (sinice)

Oznaczono dwa gatunki sinic nitkowatych: *Oscillatoria minima* występujący masowo na początku lipca, charakteryzujący wody β i α -polisaprobowe [18] oraz *Oscillatoria tenuis* tworzący zakwity przez cały lipiec, gatunek pospolity w wodach o różnym stopniu zanieczyszczenia. Najczęściej występuje w wodach przejściowych od β do α polisaprobii [16].

- Bacillariophyceae (okrzemki)

W maju zanotowano masowy rozwój *Rhoicosphenia*



Ryc. 5. Plechy glonu *Cladophora glomerata* (23.04.2008). Fot. Alina Motowidło.

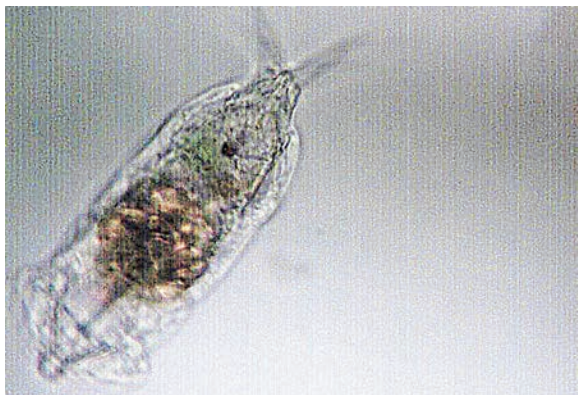
curvata – gatunku, który pomimo przynależności β -mezosaprobowej znosi wysoki poziom zanieczyszczeń organicznych [15, 16].

- Chlorophyta (zielenice)

Przez cały okres badań masowo rozwijała się *Cladophora glomerata* będąca gatunkiem prądotłubnym i halofilnym, co uzasadnia obecność tego glonu w zbiorniku zaporowym, usytuowanym na rzece, do której odprowadzane są zasolone wody kopalniane. Ponadto jest to gatunek odporny na chlor, swobodnie rozwijający się w wodach zeutrofizowanych.

Często występuje w strefie α -mezosaprobowej wód zanieczyszczonych ściekami bytowo-gospodarczymi [18,10].

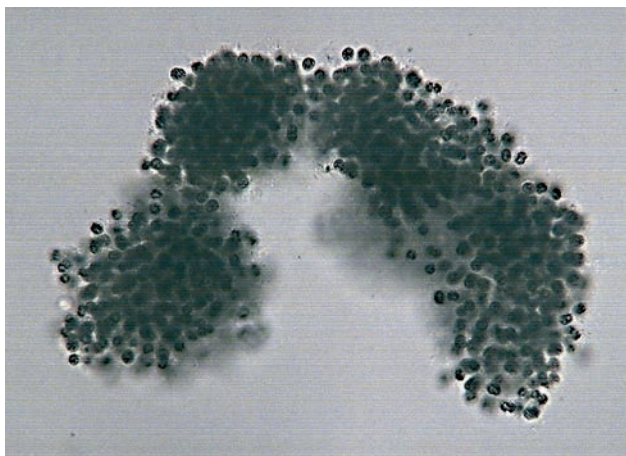
Przez cały lipiec obserwowano masowy rozwój *Ulothrix zonata*. Zielenica ta opisywana jest jako organizm odporny nawet na ścieki radioaktywne. Jego obecność świadczy o wysokim poziomie trofii i saprobii [18].



Ryc. 6. *Cephalodella* spp. Fot. Alina Motowidło.

- Ciliata (Orzęski)

W czerwcu jednorazowo pojawiły się orzęski z rodzaju *Vaginicola*. Organizmy te spotykane w środowiskach o wysokim poziomie bakterioplanktonu charakteryzują wody β , $\beta \rightarrow \alpha$ mezosaprobowe. W lipcu podczas zakwitu sinicy *Microcystis aeruginosa* zanotowano masową obecność orzęsków *Vorticella campanula* i *V. convallaria* odpornych na różnego typu ścieki.



Ryc. 7. *Microcystis aeruginosa*. Fot. Alina Motowidło.

Organizmy peryfitonowo-planktonowe:

- Rhizopoda (korzenionózki)

Jednorazowo zanotowano masowe pojawienie się osobników z rodzaju *Amoeba* charakteryzujących wody β - α mezosaprobowe, spotykanych także w źle pracującym osadzie czynnym [6, 16, 18]. W lipcu obserwowano obecność *Arceia vulgaris* – gatunku odpornego na pył węglowy i ścieki, tolerującego temperaturę wynoszącą nawet 30°C [10, 18].

- Rotifera (wrotki)

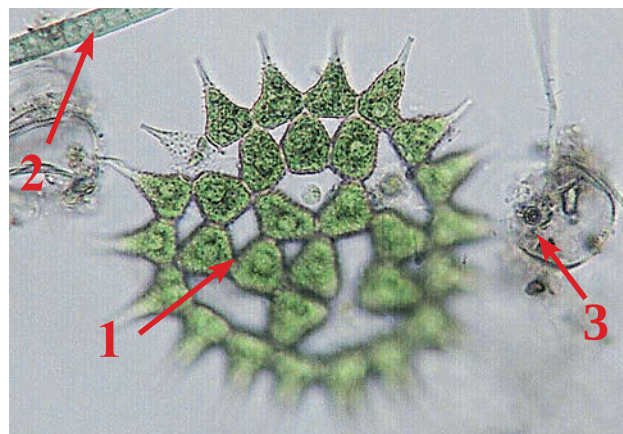
W lipcu obserwowano też obecność wrotka *Cephalodella* spp. (ryc. 6) charakteryzującego wody β -mezosaprobowe [16]. Podczas prowadzonych badań masowo występował

pospolity gatunek *Rotaria rotatoria* występujący powszechnie we wszystkich typach wód. Przy masowym pojawianiu się uznawany jest za wskaźnik wód α -mezosaprobowych i polisaprobowych [18].

Organizmy planktonowe:

- Cyanophyta (sinice)

Podobnie, jak w latach ubiegłych, w lipcu wystąpił masowy rozwój pospolitego gatunku sinicy *Microcystis aeruginosa* (ryc. 7), będącej organizmem charakterystycznym dla wód eutroficznych i α - β mezosaprobowych. Zakwity tej sinicy powodują szkodliwe zmiany chemiczne wody [5, 7, 17, 18]. Dla wielu organizmów, zwłaszcza zwierzęcych, substancje wydzielane przez komórki *Microcystis aeruginosa* są silnie toksyczne, co potwierdzono w czasie prowadzonych badań. Z chwilą pojawienia się sinicy, z zespołu planktonowego ustąpiły całkowicie wioślarki



Ryc. 8. 1 – *Pediatrum simplex*, 2 – *Oscillatoria* spp., 3 – bakterie. Fot. Alina Motowidło.

z rodzaju *Daphnia* oraz orzęski gatunku *Chilodonella cucullulus*.

- Bacillariophyceae (okrzemki)

W mniejszych ilościach wśród porośli, w większych w wodzie pobieranej łącznie ze zbieranym peryfitonem, obserwowano obecność okrzemki z rodzaju *Nitzschia*. Jest to gatunek pospolity, wyjątkowo odporny na zanieczyszczenia chemiczne i ścieki bytowo-gospodarcze. Jest wskaźnikiem wód α -mezosaprobowych [7, 16, 18].



Ryc. 9. *Scenedesmus quadricauda*. Fot. Alina Motowidło.

- Chlorophyta (zielenice)

Przez cały okres badań w poroślach peryfitonu

i w planktonie występowały masowo zielenice należące do Chlorococcales z rodzajów *Pediastrum* (ryc. 8) i *Senedesmus* (ryc. 9). Organizmy te najczęściej opisywane są w wodach β -mezosaprobowych, ale tolerują zanieczyszczenia



Ryc. 10. *Cyclops* spp. Fot. Alina Motowidło.

nia na poziomie β - α mezosaprobii. Chlorokokkowemu zielenicom sporadycznie towarzyszyły inne gatunki należące do *Conjugales*, najczęściej komórki z rodzaju *Cosmarium*, uznawane za wskaźnik wód β -mezosaprobowych [18].

- Ciliata (orzęski)

Przez cały okres prowadzenia badań obserwowano obecność wolnopływających orzęsków. Zwykle były to gatunki należące do rodzajów *Litonotus*, *Loxophyllum*, *Loxodes*, tolerujące zanieczyszczenia na różnym poziomie. Zano- towano także masowe występowanie kosmopolitycznego i halofilnego gatunku *Chilodonella cucullulus*, który często występuje w oczyszczalniach biologicznych. Pojawiając się masowo orzęsek ten wskazuje wody α -mezosaprobowe i polisaprobowe [18].



Ryc. 11. Nauplius – larwa Copepoda. Fot. Alina Motowidło.

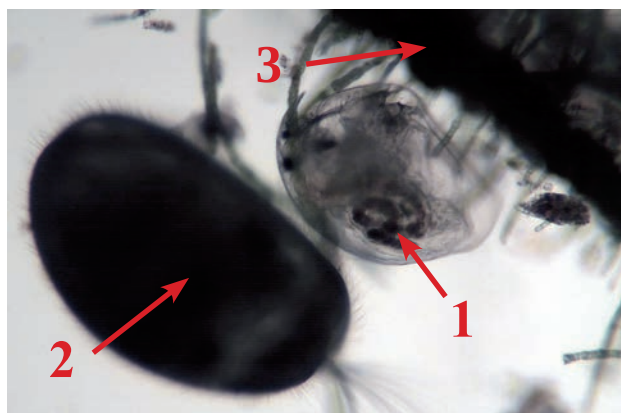
- Copepoda (widłonogi)

Zwierzęta te obecne były przez cały okres prowadzonych badań. W lipcu zanotowano występowanie gatunku *Cyclops strennus* (ryc. 10, 11) odpornego na ścieki bytowo-gospodarcze [8].

Organizmy bentosowe:

- Oligochaeta (skąposzczety)

W lipcu pojawiły się skąposzczety z rodzaju *Aelosoma*, które tolerują zanieczyszczenia organiczne, występują w osadzie czynnym, licznie pojawiają się w obecności tryptonu pokrytego skupiskami bakterii zooglealnych [18].



Ryc. 12. 1 – *Chydorus* spp., 2 – *Ostracoda* n. det., 3 – *C. glomerata*. Fot. Alina Motowidło.

- Ostracoda (małżoraczki)

Skorupiaki te w próbach występowały bardzo licznie. Są to organizmy przydenne, zagrzebujące się w mule, co sugeruje ich sposób odżywiania się zooglealnymi skupiskami bakterii. Małżoraczki (ryc. 12) masowo występują w wodach β → α mezosaprobowych.

- Diptera (muchówki)

W lipcu rozwijały się masowo larwy *Chironomus plumosus* (ryc. 13) – gatunku uznawanego za wskaźnik wód bardzo zanieczyszczonych. Organizmy te występowały już wcześniej, w latach 80., po założeniu biostruktur, na których rozwijał się peryfiton bakteryjno-muchówkowy z pominięciem innych komponentów zespołu [10, 20].

Pozostałe organizmy spotykane sporadycznie, w niewielkiej ilości osobniczej, należały do: okrzemek –



Ryc. 13. *Chironomus plumosus*. Fot. Alina Motowidło.

z rodzajów: *Asterionella*, *Fragillaria*, *Navicula*, *Melosira*, *Gomphonema*, *Diatoma*, *Glaucoma*, *Synedra*, *Gyrosigma*; zielenic – z rodzajów: *Staurostrum* i *Closterium*; ameb – z rodzaju *Diplugia*; wrotków – z rodzajów: *Brachionus*, *Dicronophorus*, *Keratella*, *Habrotrocha*, *Lepadella*, *Limnias*, *Lecane*, *Synchaeta*; wioślarek – *Bosmina longispina*, *Chydorus* spp., *Ceriodaphnia* spp., *Moina* spp., *Leptodora* spp.

W większości wymienione organizmy są wskaźnikami wód β -mezosaprobowych, wyjątkowo $\beta \rightarrow \alpha$ mezosaprobowych.

Na podstawie uzyskanych wyników obejmujących liczebność osobniczą oznaczonych organizmów i ich przynależność saprobową, wody zbiornika „Rybnik” należy zaliczyć do zanieczyszczonych na poziomie $\beta \rightarrow \alpha$ mezosaprobii, przypuszczalnie o wysokim poziomie trofii, o czym świadczył zakwit *Microcystis aeruginosa* (ryc. 12) i osobnicza przewaga roślin nad zwierzętami.

Decyzję o napisaniu pracy podjęłam pod koniec trzeciej klasy gimnazjum w 2007 roku, kiedy dowiedziałam się o możliwości brania udziału w Olimpiadzie Biologicznej. Pierwsze przygotowania zaczęły się w okresie zimowym i polegały na gromadzeniu niezbędnej literatury i przygotowaniu teoretycznym. W marcu uczyłam się oznaczać pierwsze organizmy, a miesiąc później rozpoczęłam pobory prób peryfyttonu. Najwięcej oznaczeń dokonałam w czerwcu i lipcu pomiędzy pierwszą i drugą klasą liceum. Równolegle z poborem prób wykonywałam zdjęcia terenowe i mikroskopowe. Napisanie pracy zajęło mi czas do końca października 2008 roku (druga klasa liceum).

Praca została zakwalifikowana do konkursu posterów na Olimpiadzie Biologicznej w 2009 roku. Spośród wszystkich konkursowych prac moja stała się jedną z wyróżnionych. W roku 2010 dostała się do finału Polskich Eliminacji Konkursu Prac Młodych Naukowców Unii Europejskiej, gdzie w prezentacji prowadzonej w języku polskim i angielskim została wyróżniona za najlepszy plakat. Kilka miesięcy wcześniej zajęła pierwsze miejsce w XIX Ogólnopolskim Konkursie Ekologicznym pod hasłem „Człowiek wobec zmian klimatu” w Katowicach w sesji referatowej w kategorii prac naukowo-badawczych.

Opiekunem pracy była Pani magister Agnieszka Dudek-Pomykoł - nauczycielka biologii w II Liceum Ogólnokształcącym z Oddziałami Dwujęzycznymi im. Andrzeja Frycza Modrzewskiego w Rybniku. Wątpliwości, co do oznaczonych organizmów konsultowałam z Panią doktor Barbarą Wodzińską. Aktualnie jestem studentką I roku Wydziału Lekarskiego Akademii Medycznej we Wrocławiu.

Oprócz zainteresowań biologicznych w miarę możliwości poświęcam czas na muzykę. Jestem absolwentką Państwowej Szkoły Muzycznej I stopnia im. Wojciecha Kilara w Wodzisławiu Śląskim w klasie fortepianu. E-mail: alina_apt@vp.pl

Bibliografia

1. Bucka H, Wilk-Woźniak E. (2007). *Głony pro- i eukariotyczne zbiorowisk fitoplanktonu w zbiornikach wodnych Polski Południowej*. Instytut Ochrony Przyrody PAN, Zakład Biologii Wód im. K. Starmacha, Kraków.
2. Bucka H., Wilk-Woźniak E. (2002). *Monografia. Gatunki kosmopolityczne i ubikwistyczne wśród glonów pro-i eukariotycznych występujących w zbiornikach wodnych Polski południowej*. Instytut Ochrony Przyrody, Zakład Biologii Wód im. K. Starmacha, Kraków.
3. Fott B. (1959). *Algenkunde*. Veb Gustav Fisher Verlag, Jena.
4. Grzybowska B. (1976). *Biologia sanitarna część I*. Politechnika Śląska im. W. Pstrowskiego. Skrypty Uczelniane, nr 622, Dział Wydawnictw Politechniki Śląskiej, Gliwice.
5. Kajak Z. (2001). *Hydrobiologia – limnologia. Ekosystemy wód śródlądowych*. Wydawnictwo Naukowe PWN.
6. Kalisz L., Kamińczuk M. (1998). *Organizmy osadu czynnego*. Wydawnictwo Instytutu Ochrony Środowiska, Warszawa.
7. Kawecka B., Eloranta P. V. (1994). *Zarys ekologii glonów wód słodkich i środowisk lądowych*. Wydawnictwo Naukowe PWN.
8. Klimowicz H. (1977). *Znaczenie mikrofauny przy oczyszczaniu ścieków osadem czynnym*. Wydawnictwo Katalogów i Cenników, Warszawa.
9. Pilarczyk K. (2002). *Ekologia wioślarek Górnego Śląska*. Biuletyn Centrum Dziedzictwa Górnego Śląska.
10. Zajączkowski R. (red.) (1993). *Monografia zbiornika „Rybnik. Zanieczyszczenie wody, przyczyny i działania zmierzające do poprawy jej jakości*. Elektrownia „Rybnik”.
11. Radwan S., Bielańska-Grainer I., Ejsmont-Karabin J. (2004). *Wrotki (Rotifera)*. Oficyna Wydawnicza TERCJA, Łódź.
12. Raport z realizacji na terenie Rybnika szóstej edycji programu „Kaskada”, Rybnik, maj, 2007.
13. Raport z realizacji na terenie Rybnika siódmej edycji programu „Kaskada”, Rybnik, maj, 2008.
14. Sládeček V. (1985). *A guide of organisms from waste water plants*. Prace a Studie, 162, Praha.
15. Sládeček V. (1977). *Peryfytton of indicato of the reservoir water quality*. Arch. Hydrobiol., 9.
16. Sládeček V. (1983). *System of water quality from the Biological Point of View*. Arch. Hydrobiol., 7, Stuttgart.
17. Starmach K. (1969). *Wody śródlądowe. Zarys Hydrobiologii*. Wyd. nakładem Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków.
18. Turoboyski L. (1979). *Hydrobiologia techniczna*. PWN, Warszawa.
19. Wilk-Woźniak E. (2003). *Różnorodność glonów planktonowych w wodach Górnego Śląska*. Przyroda Górnego Śląska.
20. Biuletyn Centrum Dziedzictwa Górnego Śląska, 34: 10-11, 18.
21. Zajączkowski R. (2000). *Ochrona środowiska w Elektrowni „Rybnik”*. Oikos. Warsztat świadomości ekologicznej, maj, 2000. Kwartalnik Ekologiczny, 5, 6, Śląskie ABC, Rybnik.
22. <http://maps.google.com/maps>.



oleander pospolity (*Nerium oleander*) odmiana pstrolistna; okolice Mahdii, Tunezja. Fot. Jacek H. Graff.



S zarańczyn strąkowy (*Ceratonia siliqua*); Monastir, Tunezja. Fot. Jacek H. Graff.